



CAMADAPT

ADAPTATION AUX CHANGEMENTS GLOBAUX DANS
LA RÉSERVE DE BIOSPHÈRE CAMARGUE GRAND
DELTA

Rapport final

Projet coordonné par Aurélien ALLOUCHE & Laurence NICOLAS
2010-2013

CAMADAPT

ADAPTATION AUX CHANGEMENTS GLOBAUX DANS LA RÉSERVE DE BIOSPHERE CAMARGUE GRAND DELTA

Projet coordonné par A. Allouche et L. Nicolas

P. Allard (DESMID) A. Allouche (RESSOURCE), P. Chauvelon (TDV), A. Dervieux (DESMID), ML Lambert-Habib (CEJU), G. Lefebvre (TDV), R. Mathevet (CEFE), L. Nicolas (DESMID-RESSOURCE), B. Poulain (TDV), F. Sabatier (CEREGE)

Résumé

L'objectif de CAMADAPT est d'étudier la résilience et les modes d'adaptation du grand delta rhodanien face aux changements globaux, notamment relatifs au littoral, et ce, depuis les perceptions sociales de ces risques jusqu'à l'action publique menée par acteurs locaux et l'action du législateur, en passant par les modes de gestion de l'eau et l'interaction des usages de la nature. Les différentes disciplines scientifiques convergent par le biais de la construction d'une simulation SMA et d'un jeu de rôles afin d'identifier et de faire prospecter par les acteurs les principaux modes d'adaptation en train de se dessiner sur le territoire. Les thématiques de la renaturation et de l'écologisation des pratiques sont en particulier mises en discussion comme possible mode d'adaptation des espaces littoraux.

Abstract

CAMADAPT aims to study the resilience abilities of the great rhodanian delta and its modes of adaptation confronted to global changes, specifically to the changes related to its seashore. The scope of this study goes from the social perceptions of the littoral hazards to the public actions managed by local stakeholders or decided by the public legislator. It also includes the realm of the water management and the interactions between the different types of land uses. The diverse scientific disciplines involved in the project converge by the mean of the elaboration of a simulation tool MAS and a role-playing gaming that are used to identify the main adaptative processes occurring on the territory and to make stakeholders explore these ways of adaptation. In particular, the issues of renaturing spaces and ecologizing the land use practices are discussed as relevant ways of adaptation of littoral spaces.

Sommaire

Introduction générale	7
Correspondance entre les volets de recherche et l'organisation du rapport	12
Partie 1 : L'adaptation de la gestion de l'hydrosystème Vaccarès-étangs inférieurs dans l'île de Camargue : le pari de la reconnexion hydraulique	13
1. Le contexte	13
2. Comment les usages s'articulent dans la gestion de l'eau sous la contrainte de l'élévation du niveau marin	14
3. Les stratégies adaptatives mises en évidence par la modélisation de l'hydro-système Vaccarès dans l'île de Camargue	16
3.1 Contexte et stratégie de modélisation	16
3.2 Principaux résultats	20
3.3 Extension de la modélisation et gestion adaptative	25
3.4 La prise en compte des lagunes du site des étangs et marais des salins de Camargue	26
4. Ces solutions alternatives d'un point de vue social	29
Partie 2 : L'adaptation de la gestion des marais roseliers : entre artificialisation des milieux et écologisation des pratiques	31
1. Le contexte	31
2. Les stratégies adaptatives mises en évidence par la modélisation des marais roseliers en Petite Camargue	32
2.1 Développement d'un modèle hydrologique des marais	32
2.2 Développement d'un modèle de salinité des marais	36
3. Un simulateur multi-agent pour penser l'adaptation: ReedSim (Resilience and Ecological Economic Dynamics Simulator)	37
3.1 Les niveaux spatiaux modélisés	38
3.2 Modèle hydro-écologique	38
3.3 Principaux résultats	40
4. Perspectives	44
4.1 Poursuite de l'exploration collective des scénarios pour l'adaptation aux changements	44
4.2 Généralisation du modèle au complexe deltaïque	44
4.3 Création d'une interface web interactive à l'intention des gestionnaires de marais méditerranéens	45
5. Les acteurs et usagers de la gestion de l'eau au-delà de la modélisation	48
5.1 Approche cognitive de la modélisation participative	48
5.2 Le processus de territorialisation de la biodiversité et écologisation des pratiques de gestion du bassin du Scamandre en Camargue gardoise	49
5.3 L'évolution du système cynégétique camarguais et son adaptation aux changements socio-environnementaux	53
Partie 3 : La difficile inscription des risques littoraux dans l'action publique locale : perceptions sociales, espace public, et intégration juridique des contraintes géomorphologiques	56
I. Entre perceptions, publicisation et stratégies d'acteurs, la difficile inscription des risques littoraux dans l'action publique	56
1. Comment perçoit-on les risques littoraux et notre vulnérabilité à ceux-ci ?	56
1.1 La mémoire s'inscrit dans des traces	56
1.2 Sensibilité à l'évènementiel de la mémoire et de l'attention portée aux risques	59
1.3 Du visuel à la perception : marcher sur les traces du risque	61
2. Etablir publiquement le risque. Les processus de publicisation.	66

2.1 Faire reconnaître un risque à partir de perceptions partagées.....	66
2.2 Effet de cadrage et réactance	71
3. Les risques littoraux dans la culture publique de l'action. De la difficulté de ne pas aménager	77
3.1 Jeux d'acteurs et adaptation	77
3.2 L'aménagement lourd, démonstration de force ?.....	78
3.3 Acteurs publics pouvant intervenir dans un processus d'adaptation et acceptabilité d'une mesure juridique de retrait du littoral.....	82
II. Intégration juridique des contraintes géomorphologiques	89
1. La prévision du recul du rivage	89
1.1 Combiner la tendance longue et courte dans la prévision de la position du rivage.....	89
1.2 Avantages et inconvénients.....	92
2. Le contexte juridique : du supra-national au local	94
2.1 Les obligations issues de la directive inondations	94
2.2 L'évolution récente du contexte juridique national.....	95
a) Les leçons de la tempête Xynthia	95
b) Le rapport de la Cour des Comptes de juillet 2012.....	96
c) La loi MAPAM : transfert des digues aux collectivités locales.....	97
d) Les avancées progressives de la relocalisation des biens et activités sur les littoraux vulnérables.....	101
e) Un outil juridique innovant pour préparer la relocalisation : la méthode MAREL	103
3. Application aux deux sites d'étude	109
3.1 Le hameau de Beauduc (commune d'Arles).....	110
a) Présentation du site	110
b) Le scénario « recul ».....	119
3.2 Le Grand Radeau (commune des Saintes- Maries-de-la-Mer).....	133
a) Présentation	133
b) Les aléas littoraux sur le Grand Radeau.....	136
c) Le scénario « recul »	140
Partie 4 : L'intégration interdisciplinaire par la modélisation et le jeu de rôle, pour l'exploration participative de stratégies d'adaptation à l'échelle du delta rhodanien	144
1. Le jeu de rôles CAMADAPT	145
1.1. Objectifs.....	145
1.2. Le plateau de jeu.....	145
1.3. Les unités décisionnelles, activités et infrastructures.....	147
1.4. Les rôles et activités.....	147
1.5. Les unités de jeu.....	147
1.6. Les règles du jeu.....	147
1.7. Déroulement du jeu.....	148
1.8. Procédure d'aménagement	149
1.9. La règle pour les niveaux d'eau de l'étang/lagune centrale.....	149
1.10. Scénario climatique général pour le maître du jeu.....	149
1.11. La gestion de la crise.....	150
1.12. Structuration du débriefing après la partie.....	150
1.13. Résultats et discussions.....	152
Apports de chaque discipline au jeu de rôles et contributions de celui-ci aux questionnements des disciplines à travers sa conception, son test et sa mise en œuvre	155
2. Intégration des enquêtes socio-ethnologiques et géographiques à l'objectif appliqué du jeu de rôles et à sa transférabilité.	156
2.1 Des formes de raisonnement minorant la recherche de solutions adaptatives par des acteurs pleinement sensibles aux risques littoraux	157
2.2 Dynamiques d'autorité épistémique et autorité à agir	158
2.3 L'inscription dans les échanges de la variabilité des perceptions selon les usages.....	160
3. Perspectives	161

Valorisations	163
Bibliographie	168
Annexes	175

Table des illustrations

- Figure 1 : collaboration interdisciplinaire autour du jeu de rôle CAMADAPT _____	8
- Figure 2 : Périmètres d'étude du projet _____	11
- Figure 3 : Carte de l'Île de Camargue avec les principales infrastructures hydrauliques et les bassins de drainage _____	14
- Figure 4 : carte de l'Île de Camargue avec les principales infrastructures hydrauliques et les bassins de drainage _____	17
- Figure 5 : Schéma de la structure du modèle conceptuel de l'hydrosystème Vaccarès. _____	18
- Figure 6 : Sous unité lagunaires prise en compte pour le calcul de la salinité dans le modèle conceptuel _____	18
- Figure 7 : Salinités mensuelles dans le Vaccarès et les étangs côtiers du sud ; niveau moyen mensuel dans le Vaccarès (période 1991-2011) _____	19
- Figure 8 Séries de données principales observées (journalières, sauf la salinité du Vaccarès, mensuelle) utilisées pour la mise en oeuvre de la modélisation conceptuelle de l'hydrosystème Vaccarès. _____	20
- Figure 9 : Comparaison entre données observées et simulées dans les phases de calibration et validation du modèle conceptuel de l'hydrosystème Vaccarès _____	21
- Figure 10 : cartographie schématique des aménagements et changements simulés dans les scénarios d'adaptation. _____	22
- Figure 11 : Résultats des simulations en période de crue ; pour les flux lagune –mer et le niveau du système d'étang au pas de temps journalier _____	23
- Figure 12 : Variations de niveau et salinité simulées dans le complexe lagunaire du Vaccarès avec agrandissement des pertuis vers la mer et anciens salins. _____	23
- Figure 13 : Résultats de simulation en termes de niveau dans les étangs et de salinité du Vaccarès, avec apports ou sans apports d'eau gravitaire du fleuve _____	24
- Figure 14 : Carte du site des « marais et étangs des salins de Camargue », propriété du Conservatoire du Littoral, et des options d'aménagements simplifiés simulées pour reconnecter ce système avec le complexe lagunaire du Vaccarès _____	27
- Figure 15 : Variation des niveaux d'eau entre 2001 et 2010 dans les 37 parcelles de marais suivies sur les étangs Charnier-Scamandre. _____	33
- Figure 16 : Variation des précipitations à proximité des étangs Charnier-Scamandre. _____	33
- Figure 17 : Variations mensuelles moyennes des pertes en eau dues à l'évapotranspiration selon le modèle développé dans ce projet et celui issu d'expérimentations sous conditions contrôlées. _____	34
- Figure 18 : Comparaison des niveaux d'eau moyens observés et de ceux prédits en l'absence d'apport d'eau par les usagers des roselières. _____	35
- Figure 19 : Variations mensuelles moyennes des niveaux d'eau entre 2001 et 2010 lorsqu'il n'y a pas d'apport d'eau par les usagers selon la modélisation. _____	35
- Figure 20 : Estimation de la contribution des précipitations et de la gestion anthropique aux variations de niveaux d'eau observés dans les marais. _____	36
- Figure 21 : Corrélation entre les valeurs observées et prédites par le modèle de salinité de l'eau de surface des marais. _____	37

- Figure 22 (a). Le point de vue occupation du sol de ReedSim. (b) Le point de vue « hercier » de ReedSim.	38
- Figure 23 : Les interrelations parmi les principales variables du simulateur ReedSim	39
- Figure 24 : Les différents profils de niveaux d'eau retenus pour les simulations dans ReedSim	39
- Figure 25 : Exemples d'évolution de la salinité de l'eau dans le sol selon une gestion favorisant le lessivage avec des apports permanents en eau (G14) ou une gestion alternée avec des assecs marqués tous les 3 ans (G10G5G6) et une gestion avec des assèchements prolongés.	41
- Figure 26 : Evolution de la récolte potentielle en roseau selon les scénarios de gestion.	42
- Figure 27 : Exemple d'évolution de la roselière faisant apparaître l'importance du gradient de salinité est-ouest et nord-sud sur la qualité du massif roselier (scénario G5).	43
- Figure 28 : Exemple d'évolution de la roselière selon une gestion alternée favorable tour à tour à l'exploitation du roseau, la chasse et les espèces emblématiques	43
- Figure 29 : Interface du simulateur CAMADAPT pour explorer les scénarios d'adaptation de la réserve de biosphère de Camargue.	45
- Figure 30 : Impression d'écran de l'interface web Mar-O-Sel, en cours de finalisation.	47
- Figure 31 : Les acteurs de la gestion de l'eau en Camargue gardoise selon les membres de la CLE1 et de la CLE2	48
- Figure 32 : vue en 3D du littoral de l'Espiguette, on aperçoit au creux de l'anse la ville du Grau du Roi	60
- Figure 33 : on peut voir sur ces figures en 3D comment l'idée du repli stratégique prend appui sur un cordon dunaire existant	60
- Figure 34 : promeneurs et cyclistes sur la digue à la mer	62
- Figure 35 : digue de front de mer du village des Saintes Maries de la Mer	62
- Figure 36 : promenade aménagée le long de la digue de front de mer	63
- Figure 37 : usages spontanés sur la digue	63
- Figure 38 : campagne photo IGN 2000-2005	64
- Figure 39 : campagne photo IGN 2011	65
- Figure 40 : plage abritée par un brise-lame, à l'ouest, le camping est visible, de même que le parking au centre de la photo	65
- Figure 41 : vue sur la plage ouest des Saintes Maries de la Mer	62
- Figure 42 : courrier municipal des Saintes-Maries-la-mer, mars 2009	68
- Figure 43 : l'association Renaissance Saintoise faisant la (dé)monstration visuelle de l'érosion à partir d'un dessin de Van Gogh	69
- Figure 44 : carte de submersion marine pour une élévation de 1 m diffusée par le site firetree.net et reprise dans l'espace public	72
- Figure 45 : article du 5 juillet 2009 paru dans le journal La Croix	75
- Figure 46 : mise en page démonstrative de travaux de protection dans un courrier municipal	80
- Figure 47 : carte des acquisitions du Conservatoire du littoral dans le sud est de l'île de Camargue	84
- Figure 48 : carte de répartition des usages de la plage de Beauduc	85
- Figure 49 : Gauche : exemple de recul du rivage d'une plage de Camargue à long terme sur la base de cartes anciennes et photographies aériennes. Droite : exemple de recul du rivage sur la même plage de Camargue mais avec une haute fréquence temporelle (mensuelle)	90
- Figure 50 : Exemple de variations saisonnières du rivage (la tendance longue présentée dans les figures antérieures a été déduite)	90
- Figure 51 : Ratio recul Court Terme / recul Long Terme dans le cas d'un rivage qui recul à la vitesse de 4m/an	91
- Figure 52 : La méthode de calcul de la ligne du recul	92
- Figure 53 : enveloppe EAIPsm dérivant les zones inondables	106
- Figure 54 : Brèches en Camargue durant la tempête de novembre 1982	107
- Figure 55 : Sites retenus pour la discussion de la méthode Marel	109
- Figure 56 : Evolution du rivage depuis 1711	112

-	Figure 57 : Prévision de la position du rivage � Beauduc	112
-	Figure 58 : Prévision de la position du rivage � Véran	113
-	Figure 59 : Construction Holocène du rivage dans le secteur du Grand Radeau	137
-	Figure 60 : La plage du Grand Radeau.	138
-	Figure 61 : Tendence linéaire du recul du rivage entre 1895 et 2009 sur le site de Petite Camargue	139
-	Figure 62 : Prévision du rivage pour 2100 au Grand Radeau	139
-	Figure 63 : Le plateau de jeu de CAMDAPT	146
-	Figure 64 : Séance de jeu avec scientifiques et techniciens au DESMID � Arles	152
-	Figure 65 : Séance de jeu avec les acteurs du territoire	153

Introduction générale

Le grand delta du Rhône se divise en trois entités géographiques rassemblées depuis 2006 dans le périmètre de la réserve de biosphère Camargue grand delta du programme « Man and Biosphere » de l'UNESCO. Dans le contexte de l'étude des changements globaux (changements d'occupation des sols, changements climatiques, perte de biodiversité), ce périmètre constitue un terrain privilégié d'investigation du fait d'une part, qu'il s'agisse d'un milieu changeant par nature et d'autre part, en raison des nombreux suivis scientifiques mis en œuvre depuis plus de trente ans ainsi que des collaborations étroites et pluridisciplinaires que développent les instituts de recherche publics et privés avec les gestionnaires de l'espace que sont le Parc naturel régional de Camargue ou le Syndicat Mixte de Camargue gardoise (tous deux coordinateurs de la RB de Camargue).

Le projet CAMADAPT étudie certaines des capacités d'adaptation de la société et de son système de décision face aux changements qui affectent le littoral camarguais et le delta dans son ensemble. La Camargue forme un système où les dimensions biogéographiques et sociales sont en étroite interaction. Les forçages sur le littoral par le changement climatique et l'érosion du littoral obligent à questionner l'évolution actuelle et future des modalités régulatrices de l'interaction homme-nature dans ce système face à des changements qui affectent aussi bien le système de production que les identités territoriales, la structure foncière et l'ensemble des connaissances et représentations à partir desquelles on habite, travaille et produit en Camargue.

L'adaptation, concept mobilisé ici par les sciences de l'environnement et les sciences sociales, fournit-elle une piste heuristique pour approfondir ce questionnement ? Objet de pensée composite, l'adaptation est un processus mêlant des dimensions hétérogènes et se développant par un passage constant entre différentes strates du social. De ce fait, la prise en compte des problématiques d'adaptation dans l'espace public et les politiques nationales suggère aux chercheurs de répondre à deux enjeux majeurs : favoriser le décloisonnement des disciplines scientifiques dans la recherche finalisée et faire porter la recherche interdisciplinaire sur chacun des maillons qui composent l'action territoriale.

Concernant le premier enjeu, le choix de l'équipe s'est rapidement orienté vers l'utilisation de la modélisation comme un support essentiel au décloisonnement des disciplines. L'organisation du travail collectif a pris alors l'orientation que la figure ci-dessous schématise :

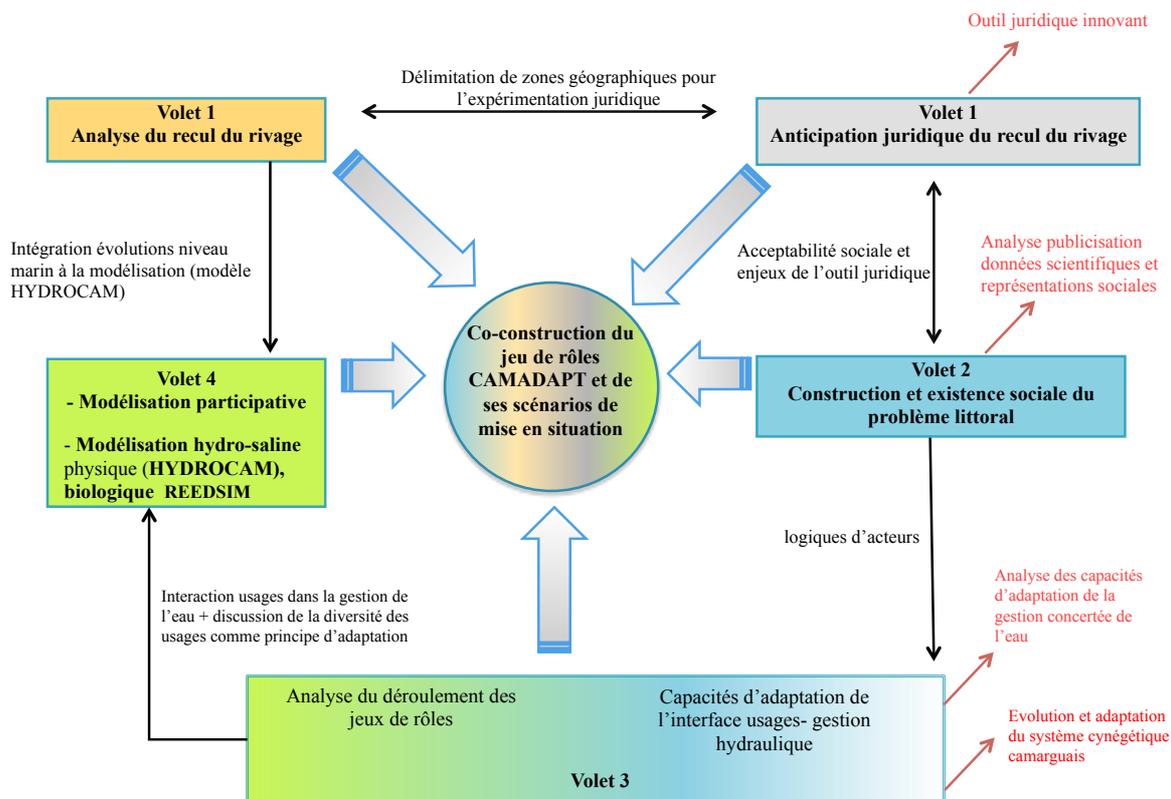


Figure 1 : collaboration interdisciplinaire autour du jeu de rôle CAMADAPT (en rouge sur la figure les résultats spécifiques à une discipline)

Ce décloisonnement a plus particulièrement permis l'évaluation des forçages littoraux et de leurs interactions depuis le littoral jusqu'à l'intérieur des terres, de l'aval à l'amont. Chaque étape de la réflexion collectivement menée prend pour point de départ les principales dynamiques qui obligeront à plus ou moins long terme une adaptation des systèmes camarguais tels l'érosion du littoral ou le risque de submersion marine, les phénomènes de salinisation des terres ou encore les effets de l'élévation du niveau marin sur le fonctionnement hydraulique du delta. La gestion de ces aléas nécessitant de gérer ces dynamiques dans leur interaction, cela suppose, réciproquement, que les différentes disciplines du programme apportent un éclairage croisé.

La première partie du rapport final prend en charge cet enjeu dans le cadre de la gestion concertée de l'eau qui, en Camargue, apparaît comme l'intersection de nombreuses actions d'adaptation aux principaux aléas impactant les systèmes hydrauliques du delta.

Deux principes d'adaptation sont discutés dans le cadre de la gestion concertée de l'eau. D'une part, l'essoufflement de l'optimisation de la gestion de l'hydrosystème en situation d'élévation du niveau marin et d'augmentation de la fréquence des surcotes amène à considérer les forçages du littoral (érosion et rupture des digues) comme pouvant être utilisés dans une stratégie d'adaptation du système territorial et économique local. En effet, l'analyse sociologique a permis d'identifier différents principes de coordination des usages économiques et sociaux à travers les actions techniques décidées au sein de la gouvernance de l'eau (Partie 1, ch. 2).

Reprenant les résultats de cette analyse, l'étude hydrologique permet d'apporter différents scénarios de gestion et d'aménagement du milieu reposant sur des forçages littoraux qui, discutés avec le géomorphologue, laissent présumer de la création de nouvelles connexions hydrauliques des étangs centraux avec la mer (Partie 1, ch. 3). L'investissement de ces reconnexions par la gestion participative de l'eau permettrait de diversifier les modes de régulation du système en vue de satisfaire les différents usages, de réduire les risques d'inondation en cas de submersion marine et d'accroître les capacités de ressuyage. La réinscription par l'analyse socio-anthropologique de ces scénarios dans le contexte gestionnaire local permet de questionner le rôle du paradigme de la « renaturation » dans l'adaptation aux risques globaux.

Ce questionnement est contrasté et nuancé, dans la partie 2 du rapport, par l'étude de la gestion des marais roseliers qui, de la même façon, en recoupant les dimensions hydrologiques de la gestion, la dimension sociale et interactionnelle de la gouvernance et enfin les forçages littoraux (salinisation), questionne l'adaptation à partir de la gestion concertée de l'eau. En effet, l'analyse conclut à une écologisation des pratiques qui repose paradoxalement sur l'artificialisation des marais, allant même jusqu'à envisager son renforcement. Cela amène à pondérer la place de la renaturation dans les paradigmes gestionnaires de l'adaptation, montrant le poids des héritages et des contextes locaux.

Paradoxalement, l'approche globale qui est nécessaire à une réflexion sur l'adaptation à travers le prisme de la gestion de l'eau risquerait de rendre aveugle aux contraintes spécifiques de la gestion localisée des forçages littoraux (l'érosion et la submersion marine principalement), qui restent des problématiques traitées marginalement dans les arènes publiques propres à la gouvernance de l'eau. En se constituant sur le principe de l'emboîtement d'échelles, l'appréhension globale de l'adaptation du delta risque de porter tacitement en elle le principe du « qui peut le plus peut le moins », au sens où une appréhension des dynamiques littorales à plus grande échelle serait suffisante pour prendre en compte à terme les enjeux d'une gestion localisée sur des points précis du territoire. Or certaines problématiques littorales paraissent en premier lieu avoir besoin d'un espace public local pour pouvoir être traitées, espace qui se définit parfois en opposition à la conception portée par les autres acteurs du delta, la mise en discussion avec la gouvernance globale du delta n'arrivant que dans un second temps.

Nous avons souhaité soulever cette question en analysant comment un espace public se forme autour de la question des risques d'érosion et de submersion, articulant des perceptions d'acteurs inscrites dans une histoire et une culture locales (Partie 3, ch I.1 à ch. I. 3). Un tel espace public conditionne l'action politique locale (en l'occurrence le dernier échelon de la chaîne de subsidiarités) et réciproquement. Aussi avons-nous tenu à saisir ces deux niveaux du traitement public de la gestion des évolutions littorales dans un contexte de changement global, pour interroger seulement ensuite les liens entre cette échelle locale et la gouvernance globale du delta (un même parti pris analytique a été adopté dans l'élaboration des scénarios du jeu de rôles). Pour ce faire, il convenait d'examiner les vecteurs de publicisation en présence, les perceptions des risques et des mesures de protection (protections lourdes *vs.* dépoldérisation, etc.) et plus largement, la façon dont se pense l'adaptation par les acteurs locaux et la place qu'y tiennent les « grands » acteurs (par exemple, le Conservatoire du Littoral). Il apparaît de la sorte un ensemble de rapports d'association comme d'opposition entre ce que l'on pourrait convenir d'appeler le système local d'adaptation et le système global d'adaptation. L'articulation de ces différents niveaux d'adaptation est parfois compromise par la singularité et la complexité des jeux d'acteurs locaux ou des contextes gestionnaires. Le recours juridique et plus largement la référence à un principe supra-local permettent parfois de dépasser ce blocage ou de forcer les conditions nécessaires à un débat conduisant à l'anticipation des risques.

L'approche juridique propose dans la [partie 3](#) (chapitres II.1 et II.2) d'éclairer et de discuter les conditions et la portée du rôle que les acteurs font ainsi jouer aux cadres juridiques. A cette fin, un outil juridique prospectif et innovant, la méthode MAREL (Méthode d'Anticipation du Recul sur les Littoraux), est mis à l'épreuve sur deux sites en se basant sur les scénarios géomorphologiques d'évolution du littoral. Elle établit les conditions d'un abandon progressif de la propriété des biens situés dans les zones critiques, par démembrements successifs du droit de propriété. Cette mise à l'épreuve se prolonge dans la constitution des scénarios du jeu de rôle CAMADAPT afin de mettre en perspective cet outil juridique avec la gestion globale du delta.

Plus largement, le processus de conception et d'utilisation du jeu de rôle s'inscrit dans une démarche de coordination de la recherche interdisciplinaire qui, comme vu précédemment, porte sur chacun des différents volets. Il est à cet égard utile de rappeler les principes méthodologiques d'une approche par la modélisation et le jeu de rôle.

L'usage de simulateurs informatiques, de modèles multi-agents, de jeux de rôles assistés ou non par ordinateur, permet de stimuler l'apprentissage collectif sur le système en créant, modifiant et observant un modèle et des simulations avec les acteurs. En s'appuyant sur le partage de ces représentations et des simulations, la connaissance mutuelle des acteurs (chercheurs compris) est changée. Enfin, la modélisation enrichit le processus de prise de décision, que ce soit sous son aspect technique (informations, effets des actions) ou sociologique (concertation, place de l'acteur dans la décision), et encourage des aller-retour constants entre l'amélioration de la connaissance et le processus de prise de décision.

Un jeu de rôles est une forme de modèles ou systèmes multi-agents : des personnes jouent un rôle, interagissent, et on étudie les effets de ces comportements et de ces interactions sur l'ensemble du système. Par exemple, on regardera si les décisions prises entraînent une augmentation ou une diminution des ressources, si les joueurs s'appauvrissent ou s'enrichissent, si des relations se créent ou se perdent, etc. : la dynamique du système dépend des actions des individus, de leur perception de la situation, de leurs interactions avec les autres, de la dynamique de leurs ressources naturelles, de l'organisation du groupe ou des sous-groupes de joueurs. Dans CAMADAPT, les objectifs du jeu sont triples : (1) stimuler la réflexion sur l'adaptation ; (2) penser les interdépendances fonctionnelles du territoire camarguais en intégrant les problématiques urbaines et littorales aux problématiques agricole et de protection de la nature. Enfin, l'outil doit intégrer les différentes connaissances des disciplines impliquées dans les autres volets du projet et s'adresser à un public cible varié (acteurs du territoire, scientifiques et étudiants). La [partie 4](#) de ce rapport synthétise les apports de cette intégration disciplinaire à l'effectivité du jeu, et décrit, en retour, l'intérêt réflexif qu'a pris cette réflexion pour chaque discipline ainsi que pour la sphère gestionnaire.

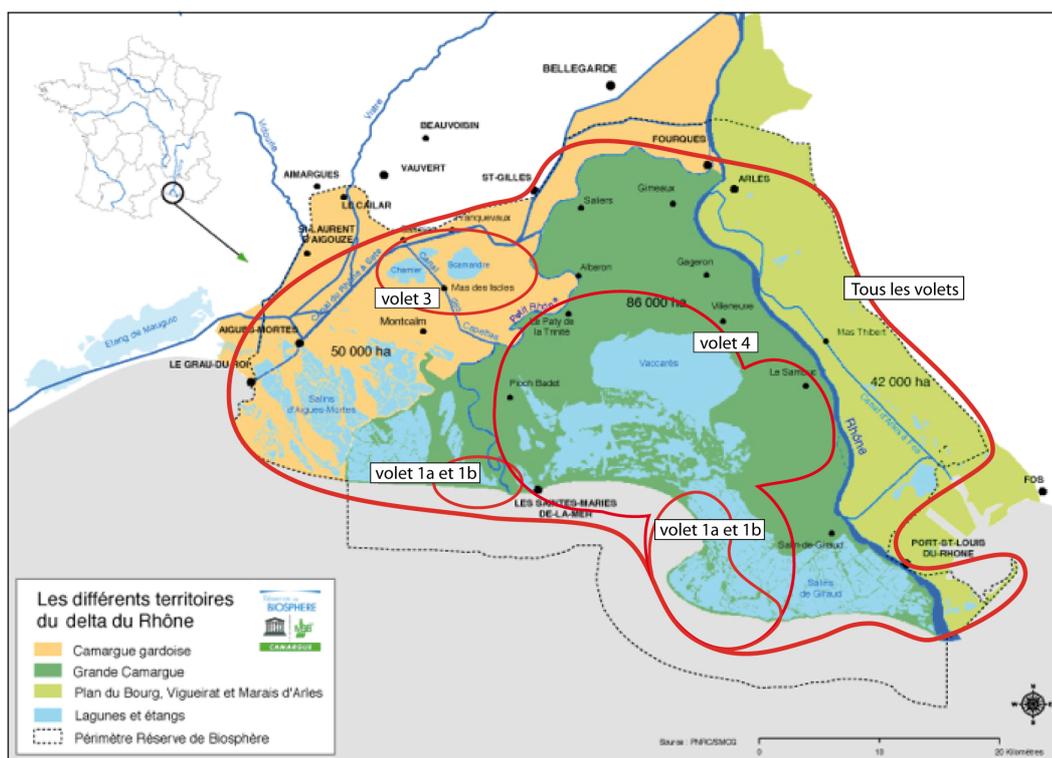


Figure 2 : Périmètres d'étude du projet

Correspondance entre les volets de recherche et l'organisation du rapport

Le présent rapport résulte d'un travail collectif d'intégration interdisciplinaire répondant à l'objectif d'un propos continu et d'une réflexion dé-segmentée du point de vue disciplinaire. Pour cette raison, il n'adopte pas une présentation par volets disciplinaires. Nous avons néanmoins souhaité mettre en correspondance le présent propos avec l'organisation de la recherche par tâche et par volet.

Pour cela nous produisons ci-après une table de correspondance entre volets de recherche et chapitres du rapport :

Volets de recherche	Organisation du rapport
Volet 1 • Repli stratégique: la gestion de l'espace des points de vue géomorphologique et juridique” : François Sabatier, CEREGE UMR 7330 CNRS, Aix Marseille Université Marie-Laure Lambert-Habib, LIEU-Aix-Marseille Université	Partie 3, chapitre 2
Volet 2 • De l'existence physique du problème littoral à son existence sociale Laurence Nicolas Desmid-CNRS-UMR ESPACE 7300, RESSOURCE Aurélien Allouche RESSOURCE	Partie 1, chapitres 2 et 4 ; Partie 3, Chapitre I.1, I.2, I.3
Volet 3 • Capacités d'adaptation Laurence Nicolas Desmid-CNRS-UMR ESPACE 7300, RESSOURCE Aurélien Allouche RESSOURCE Raphaël Mathevet CNRS-UMR CEFE 5175 Montpellier	Partie 1, chapitres 2 et 4 Partie 2, chapitre 5 Partie 3, chapitre 3, Partie 4, chapitres 2,
Volet 4 • Résilience, vulnérabilité et adaptation à l'épreuve de la modélisation participative Raphaël Mathevet CNRS-UMR CEFE 5175 Montpellier Brigitte Poulin, Gaëtan Lefebvre, Philippe Chauvelon, Centre de Recherche de la Tour du Valat	Partie 1, chapitres 1 et 3 Partie 2, chapitres 1 à 4 Partie 4

Partie 1 : L'adaptation de la gestion de l'hydrosystème Vaccarès-étangs inférieurs dans l'île de Camargue : le pari de la reconnexion hydraulique

1. Le contexte

Un delta est par essence un milieu instable résultant des actions antagonistes du fleuve et de la mer. Sans aller jusqu'à l'échelle géologique, alternance d'inondation par le fleuve, de submersion marines, de sédimentation, d'érosion, de salinisation et dessalement constituent les caractéristiques d'un delta non aménagé. La Camargue est fortement aménagée depuis la moitié du XIX^e siècle par les endiguements, puis par le développement et renforcement des infrastructures hydrauliques de pompage et de transfert d'eau pour l'irrigation et le drainage, associées à l'essor de la riziculture après la seconde guerre mondiale. Cependant, en dépit, (ou à cause..) de ces aménagements ; la variabilité des activités agricoles, l'irrégularité du climat méditerranéen, l'augmentation séculaire du niveau marin, la dynamique du littoral sableux ; font que l'on est en présence d'un socio-hydro-agro-écosystème complexe, en perpétuel changement ; ce qui rend vaine toute tentative de définition d'un état de référence établi objectivement. Le quasi-dogme de la maîtrise de la gestion hydraulique par l'agriculture en Camargue, et de ses effets globalement bénéfiques, dans un territoire en déficit hydrique de mars à septembre, est bien ancré dans les mentalités des acteurs du monde agricole Camarguais. Le manque d'entretien des digues, associé à des événements hydrologiques rares (crues d'octobre 1993 et de janvier 1994) ont remis en question la perception quelque peu erronée de protection totale du delta, avec l'inondation du Nord de l'Île de Camargue. Le même type de situation en 2002 et 2003 a affecté une grande partie de la plaine alluviale à l'aval de Beaucaire, mais l'Île de Camargue, in extremis (fissure réparée avant de devenir une brèche sur la digue du Grand Rhône), n'eût pas à subir une submersion par les eaux du fleuve, comme ce fût le cas pour le Nord d'Arles, la Camargue Gardoise et le plan du Bourg. Dans le cadre du Plan Rhône, secteur aval, la réponse a été essentiellement structurelle ; s'appuyant, après diagnostic, sur le système de digues héritées des travaux du XIX^e, avec des investissements importants pour conforter et/ou rehausser ces dernières. La restauration de portions de lit majeur du bras du petit Rhône par écartement des digues reste très « timide » et ses effets hydrauliques limités par le maintien de goulets d'étranglement en aval. Les débordements « contrôlés » sur des portions de digues résistantes à la surverse en aval de l'agglomération d'Arles, en rive droite et gauche du Petit Rhône, ne se produiraient que pour des débits (station Beaucaire) supérieurs à 10500 m³/s. Les simulations effectuées lors des études d'ingénierie concluent que pour les situations les pires envisagées (crue supérieure à 14000 m³/s), ces déversements, également répartis entre rive droite et gauche du Petit Rhône, seraient limités à 35 hm³ (1 hm³ = 1 million de mètres cubes) en Île de Camargue ; chiffre à mettre en regard des volumes d'inondation de 130 et 67 hm³ reçus respectivement en 1993 et 1994. Ceci bien sûr sous réserve qu'aucune défaillance de digue n'intervienne par ailleurs. Rappelons que les ruptures de digues intervenues en 1993, toujours possibles, car malgré la très nette amélioration de la situation due aux actions du Symadrem, le risque zéro n'existe pas; s'étaient produites pour un débit du Rhône à Beaucaire inférieur à 9000 m³/s. Cette stratégie de mise à niveau des infrastructures de protection, dont on comprend bien qu'elle s'est faite sous pression sociale forte, après les événements de 2002 et 2003, constitue du point de vue du chercheur hydrologue, une adaptation à court terme, l'Île de Camargue continuant à être une cuvette sous pression lorsque crues et surcotes marines se produisent, souvent de manière concomitantes.

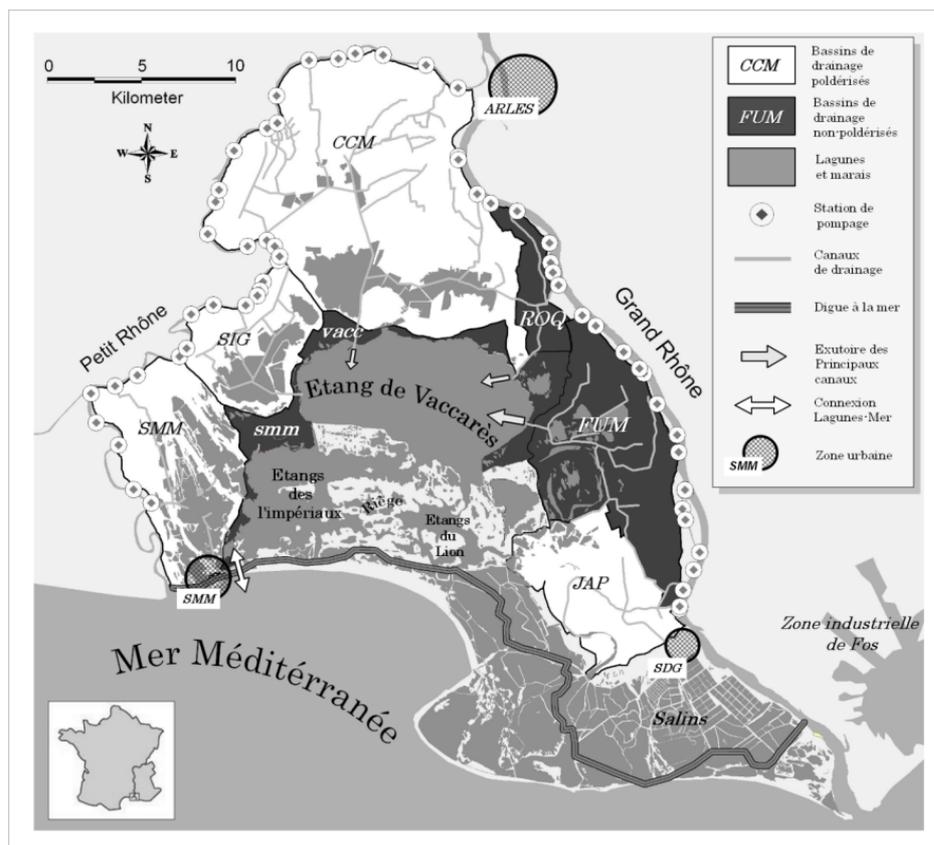


Figure 3 : Carte de l'île de Camargue avec les principales infrastructures hydrauliques et les bassins de drainage (CCM Corrèges Camargues Major ; ROQ : Roquemaure ; FUM Fumemorte ; JAP Japon ; SIG Sigoulette ; SMM Saintes Maries de la Mer).

2. Comment les usages s'articulent dans la gestion de l'eau sous la contrainte de l'élévation du niveau marin

L'élévation du niveau de la mer entraîne des difficultés croissantes pour sortir l'eau agricole par ce seul pertuis opérationnel traversant la digue à la mer. La possibilité d'évacuer l'eau du système Vaccarès et des étangs inférieurs intervient non pas quand cela s'avère nécessaire (pour des raisons de sécurité notamment), mais quand les vents ou le niveau de la mer le permettent. Ce n'est qu'après les inondations de 1993-94 que le besoin de gérer l'eau, en articulant les différentes sphères de gouvernance et les divers acteurs publics, a émergé sur la scène politique avec la mise en place d'une instance de concertation : la Commission exécutive de l'eau¹ (CEDE) et d'un Contrat de delta en appui au Plan Rhône. L'activité de la CEDE consiste à gérer collectivement l'exutoire à la mer (en la matière du pertuis de la Fourcade) en intégrant des variables telles que le taux de salinité des étangs centraux, le niveau (cote NGF) de ceux-ci, les conditions atmosphériques, les apports d'eau au Vaccarès (principalement en provenance de la riziculture) et les flux halieutiques. Les usagers impliqués par cet aspect de la gestion de l'eau et les principales structures gestionnaires sont invités, sous l'égide de la Direction départementale des territoires et de la mer et sous l'animation du PNRC, à produire des préconisations de gestion quant au nombre de vannes du pertuis à la mer à ouvrir en fonction des variables précitées. Plusieurs objectifs, ou principes, définissent la

¹Cette commission se caractérise notamment par son aspect informel par opposition à un SAGE par exemple

finalité de ces préconisations : garantir la sécurité des biens et des personnes (relativement à un débordement du Vaccarès ou au regard de la capacité de ressuyage des terres inondées), assurer les conditions nécessaires aux équilibres écologiques, maintenir les usages dépendant de cette gestion de l'eau. La situation devient problématique lorsque la gestion des évacuations rendue nécessaire par un de ces objectifs va à l'encontre d'un autre. De plus, les variables à intégrer sont complexes. Le niveau de la mer étant le plus souvent plus élevé que celui des étangs, la fenêtre permettant d'abaisser les niveaux de ces derniers (en réponse à l'objectif de sécurité) est relativement restreinte et une mer « grosse » peut, à l'inverse, remplir les étangs si le pertuis est maintenu ouvert. Cette situation de vases communicants se complexifie en ce que le transit halieutique de la mer vers les étangs, transit crucial pour les pêcheurs et l'association Migrateurs Rhône Méditerranée (MRM)², suppose une ouverture suffisante du pertuis et donc le risque de laisser le niveau des étangs s'accroître. À cela s'ajoute la nécessité du point de vue des écosystèmes de maintenir une certaine variabilité de la salinité et des niveaux, ce à quoi appelle la Réserve naturelle de Camargue. L'administration du pertuis doit aussi permettre la gestion du stock de sel des étangs centraux, dans une fourchette permettant d'éviter le dépérissement des espèces, et de remplir les conditions favorables aux espèces pêchées par les professionnels des étangs. Enfin un envasement progressif des étangs pousse les pêcheurs à demander une réduction des rejets à la mer afin de maintenir une hauteur d'eau suffisante pour poser les filets (Allouche & Nicolas 2011).

La gestion de l'exutoire est actuellement jugée problématique par l'ensemble des acteurs participant à la gouvernance, tous se montrent inquiets de l'évolution du système. Le niveau minimal préconisé par la commission ne peut être atteint durant certaines périodes. Les périodes incriminées sont le fait des apports de drainages agricoles estivaux qui compromettent régulièrement le niveau préconisé par la CEDE pour parer aux pluies automnales. L'étang du Vaccarès doit en effet pouvoir jouer un rôle tampon en cas de crise hydraulique qu'elle soit le fait d'une forte pluviométrie ou d'inondations fluviales (Plan Rhône).

L'écoulement des eaux rizicoles dans le Vaccarès conduit également à la présence de polluants dans l'étang ce qui produit un état jugé préoccupant :

« [...] on constate depuis quelques années des crises dystrophiques inquiétantes et une disparition presque totale de l'herbier de zostère. Ces phénomènes sont à rapprocher des importants volumes d'eau introduits dans le système Vaccarès et des pratiques exercées en particulier sur le bassin de Fumemorte. Si le non aménagement marque la spécificité de ce bassin, il apparaît devant l'évolution de la situation que les diverses discussions en cours depuis un demi siècle doivent maintenant se formaliser en actions. »³

Suite à ce constat, la Réserve de Camargue se lance dans un projet de reconquête de la qualité chimique et biologique des eaux de l'étang en réunissant gestionnaires, scientifiques et acteurs locaux. La valeur engageante et identitaire du Vaccarès en Camargue rend possible cette opération d'attachement, certains riziculteurs étant mobilisés par la crainte de cet espace durablement affecté. Dès lors, ces nouvelles orientations dans la gouvernance de l'eau qui semblent se dessiner emportent l'adhésion de la plupart des membres de la CEDE qui voient là une possibilité de débloquent la situation de limite du système. Les problématiques de la pollution du Vaccarès et de la conciliation des droits liés à l'eau – droits environnementaux *versus* droit d'exploitation par les agriculteurs – permettent l'implication de l'amont dans la gestion hydraulique alors que la seule gestion de l'exutoire à la mer y parvenait difficilement. La menace d'un recours en droit par le gestionnaire de la Réserve a très certainement joué, l'arrêt de la Cour d'Aix-en-Provence du 23 avril 1909 confirme notamment :

²Créée en 1993, sous l'impulsion de la DIREN, cette association a pour objectif la restauration, la protection et la gestion des populations de poissons migrateurs du bassin Rhône-Méditerranée.

³ Compte rendu scientifique 2009-2010 de la Réserve Nationale de Camargue p 109.

« [que] *défense est faite de déverser dans l'étang du Vaccarès les eaux artificielles dérivées directement ou indirectement du Rhône, à l'aide de pompe à vapeurs ou de tous autres engins* ».

Les solutions aujourd'hui discutées consistent en plusieurs options à l'étude et non nécessairement exclusives entre elles, comme par exemple : la constitution d'un ouvrage permettant le rejet hors du Vaccarès d'une partie des eaux de colature, la diminution des volumes d'eau consommés – option également prônée par les ASA⁴ pour cause de raréfaction d'eau dans certains canaux - l'encouragement de certaines pratiques agricoles telles que le semis à sec et enfin, l'avancement vers l'homologation de produits phytosanitaires moins impactants⁵. Ce qui semble se dessiner concernant la gouvernance de l'eau à venir repose donc sur une dissociation de plus en plus sensible entre des usages liés à l'eau, qui continuent à être discutés dans l'espace public de la concertation mise en place au sein de la CEDE, et un certain nombre d'actions menées simultanément, mais de manière séparée de la sphère précédente, par des « porteurs » identifiés tels que l'Association syndicale Autorisée de Fumemorte, le Centre français du riz, la Réserve de Camargue, la Chambre d'agriculture...

Si le système actuel a produit des écosystèmes et paysages particuliers sur la base d'une technique dévolue à l'agriculture, il se trouve aujourd'hui confronté à des questions et des limites que lui posent différents usages : les questions de la sécurité, de la pollution, le maintien de la pêche. A cela, il faut ajouter la possibilité de maintenir ou d'aménager des marges d'innovation et de développement de ce système. Comment se donner la possibilité, dans un système bâti sur une finalité unique, de produire de nouveaux usages de l'eau ? Ainsi se demande-t-on usuellement comment gérer des usages pour maintenir ou enrichir une « naturalité » exceptionnelle. Soit une réflexion allant des usages à la naturalité. La modélisation de l'hydrosystème permet d'imaginer le mouvement inverse allant de la naturalité aux usages.

3. Les stratégies adaptatives mises en évidence par la modélisation de l'hydro-système Vaccarès dans l'Île de Camargue

3.1 Contexte et stratégie de modélisation

L'Île de Camargue, située entre les deux bras endigués du Rhône et le littoral, constitue une entité géomorphologique. Elle est compartimentée (figure 4) en plusieurs hydro-systèmes (définis comme l'ensemble des infrastructures naturelles et artificielles liés à l'eau et aux milieux aquatiques associés dans un continuum bassin versant – zone humide). Les éléments constitutifs de l'hydrosystème de l'Île de Camargue sont : les bassins de drainage poldérisés ou non, le Vaccarès avec les étangs inférieurs, les salins. Notre action de modélisation physique et conceptuelle se concentre sur l'hydrosystème Vaccarès, qui regroupe les bassins drainés gravitairement vers les étangs et les étangs eux-mêmes. La stratégie de modélisation combine une modélisation physique de l'hydrodynamisme du complexe lagunaire alimentant une modélisation conceptuelle du fonctionnement hydro-salin de l'hydrosystème (Chauvelon et al, 2003 ; Chauvelon et Pichaud, 2007 ; Chauvelon, 2009).

⁴ Associations Syndicales Autorisées

⁵ « Actuellement les riziculteurs disposent d'un nombre très réduit de produits phytosanitaires homologués sur le riz. Ce manque de choix dans les produits disponibles engendre d'une part des risques de résistance et donc de surdosage, mais aussi d'autre part des effets de chocs potentiels sur le milieu » *ibid.* p 113

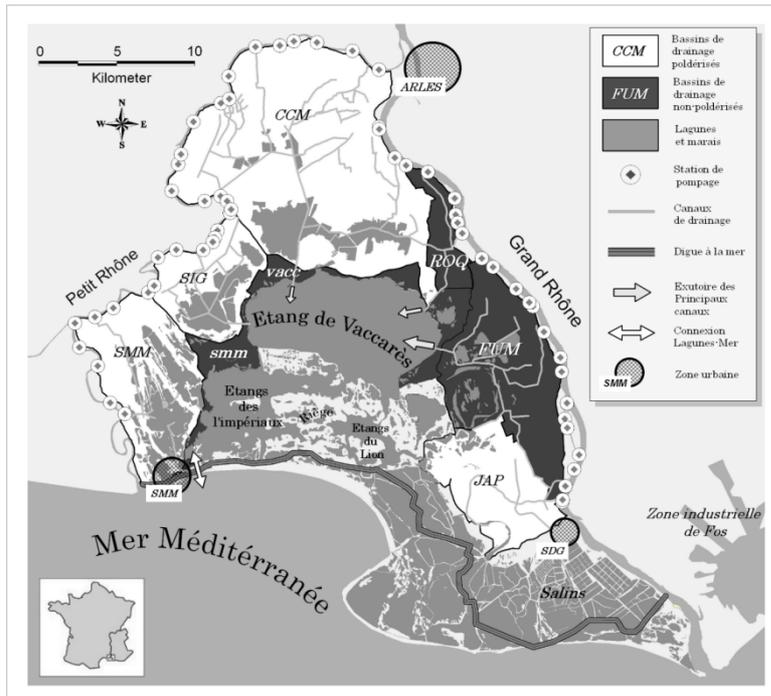


Figure 4 : carte de l'Île de Camargue avec les principales infrastructures hydrauliques et les bassins de drainage (CCM Corrège Camargue Major ; ROQ : Roquemaure ; FUM Fumemorte ; JAP Japon ; SIG Sigoulette ; SMM Saintes Maries de la Mer).

De nouvelles versions du modèle hydrodynamique bi-dimensionnel (intégrant les données topographiques les plus récentes, avec un maillage modifié et utilisant le code Telemac 2D) ont été développées (Boutron et al., 2011, Loubet, 2012). La dernière, intégrant le bilan pluie-évaporation dans les simulations, conduit à une bonne reproduction de la dynamique des niveaux d'eau, et ce sous plusieurs conditions de forçage hydro-climatiques; et les essais tentant le couplage à la modélisation de la salinité sont encourageants (Boutron et al., 2011). Le modèle hydrodynamique (utilisant la méthode des éléments finis, c'est à dire un maillage avec une résolution spatiale variable) a servi à quantifier l'impact du vent (le principal moteur des échanges d'eau entre les étangs et vers la mer) sur le basculement des plans d'eau, pour un éventail assez large de vitesses et de secteurs. Des lois empiriques ont alors été ajustées, entre la variation du niveau d'eau et la vitesse du vent selon plusieurs secteurs de direction, sur deux points fixes au sud du système lagunaire, situés en amont d'ouvrage de connexion vers l'extérieur (mer et anciens salins). Ces relations, établies à partir des simulations hydrodynamiques et des observations de terrain, ont ensuite été intégrées au modèle conceptuel implémenté en parallèle.

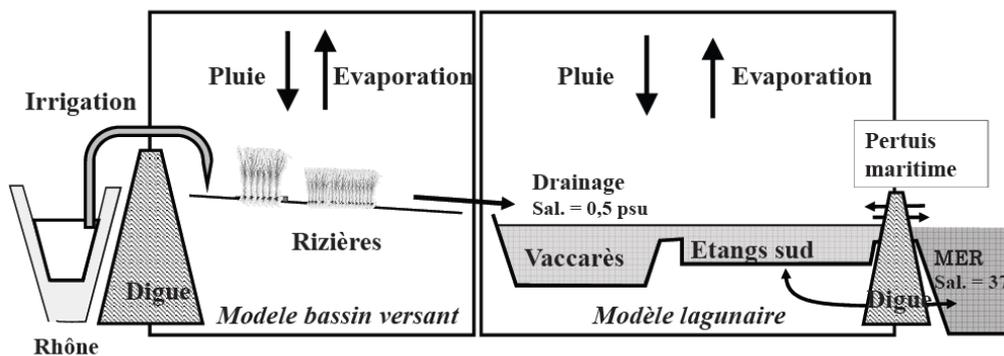


Figure 5 : Schéma de la structure du modèle conceptuel de l'hydrosystème Vaccarès.

L'utilisation du modèle conceptuel (Hydro-Cam), dont la logique de développement s'appuie sur des versions antérieures plus simples utilisées pour simuler des situations d'inondation (Chauvelon et Pichaud, 2007 ; Chauvelon, 2009) s'est portée sur des simulations, au pas de temps journalier et sur une dizaine d'années (Loubet, 2012 ; Chauvelon et al., 2013) ; des flux hydro-salins entre les bassins versants non poldérés, le complexe lagunaire du Vaccarès, et la mer. Son architecture repose sur deux sous-modèles (figure 5) : un modèle du bassin versant et un pour le complexe lagunaire. Le modèle de bassin versant est un modèle pluie débit, qui simule les entrées depuis le principal bassin de drainage (Fumemorte) dans lequel on additionne les apports de drainage rizicole d'avril à septembre ; les apports totaux aux étangs sont extrapolés par un coefficient égal au rapport de superficie entre la totalité du bassin versant actif et celui de Fumemorte (1,87) (Chauvelon et al., 2003).

Le sous modèle du complexe lagunaire considère le système lagunaire comme un seul réservoir du point de vue hydraulique. Cependant, étant donné l'effet du confinement du Vaccarès par rapport aux étangs du sud, en particulier pendant l'été, il est important de pouvoir prendre en compte, même de manière assez simplifiée, la répartition spatiale de la salinité (figures 6 et 7).

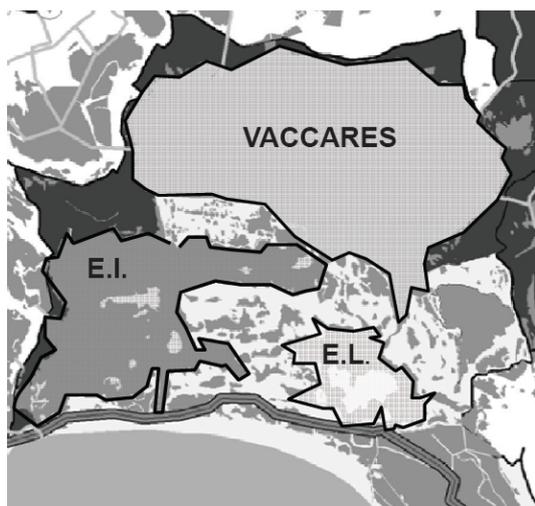


Figure 6 : Sous unité lagunaires prise en compte pour le calcul de la salinité dans le modèle conceptuel

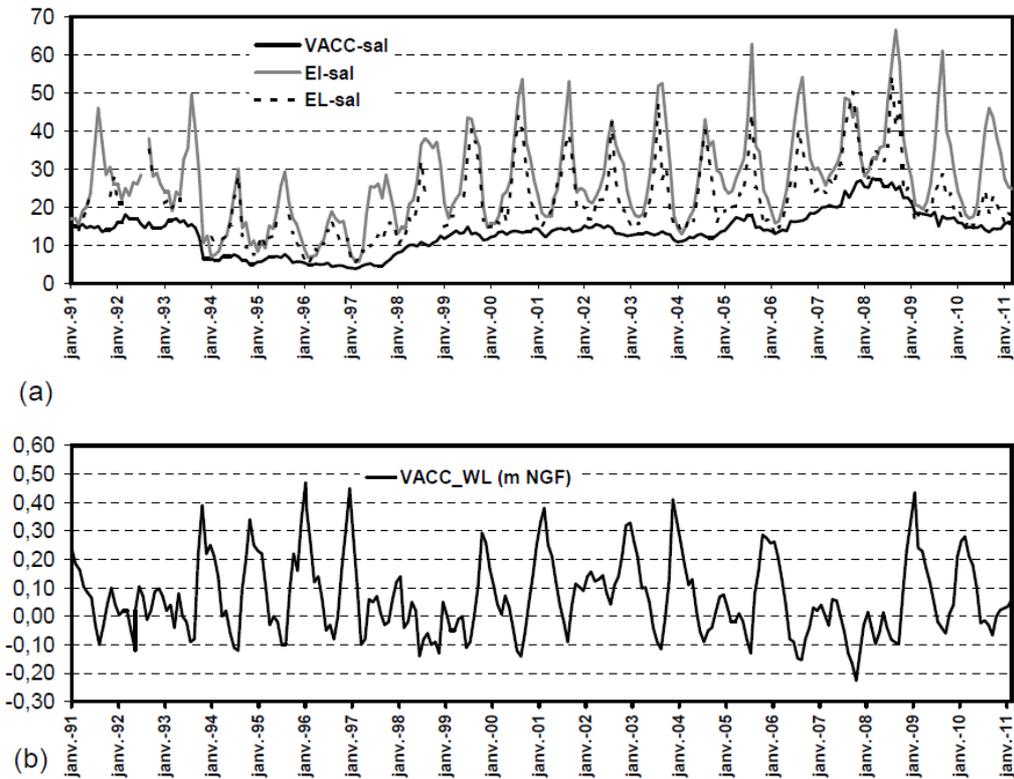


Figure 7 : Salinités mensuelles (PSU ou g/l) (a) dans le Vaccarès (VACC-sal) et les étangs côtiers du sud (EI-sal et EL-sal) ; niveau moyen mensuel (b) dans le Vaccarès (VACC-WL) (période 1991-2011; source des données: SNPN- Réserve Nationale de Camargue).

Ainsi, le modèle du complexe lagunaire permet d'estimer la répartition spatiale de la salinité dans 3 sous-ensembles : Vaccarès, Etang des Impériaux (E.I), Etangs du Lion/Dame (E.L.) (figure 6) par le biais de relations empiriques basées sur le stock de sel total (Loubet, 2012). On peut ainsi simuler la dynamique des flux d'eau et de sels entre les étangs et la mer. De manière moins opérationnelle à ce jour, compte tenu des hypothèses simplificatrices ; les échanges entre le système lagunaire et la partie des anciens salins acquis par le conservatoire du littoral (pouvant être re-connectés directement avec lui et le milieu marin) peuvent être simulés. Les flux souterrains d'eau et de sels entre les lagunes et l'aquifère sous-jacent sont également pris en compte de manière simplifiée. Une partie des séries de données au pas de temps journalier utilisées (pluie, apport du bassin de Fumemorte, salinité et niveaux observées) pour le développement du modèle sont représentées sur la figure 8.

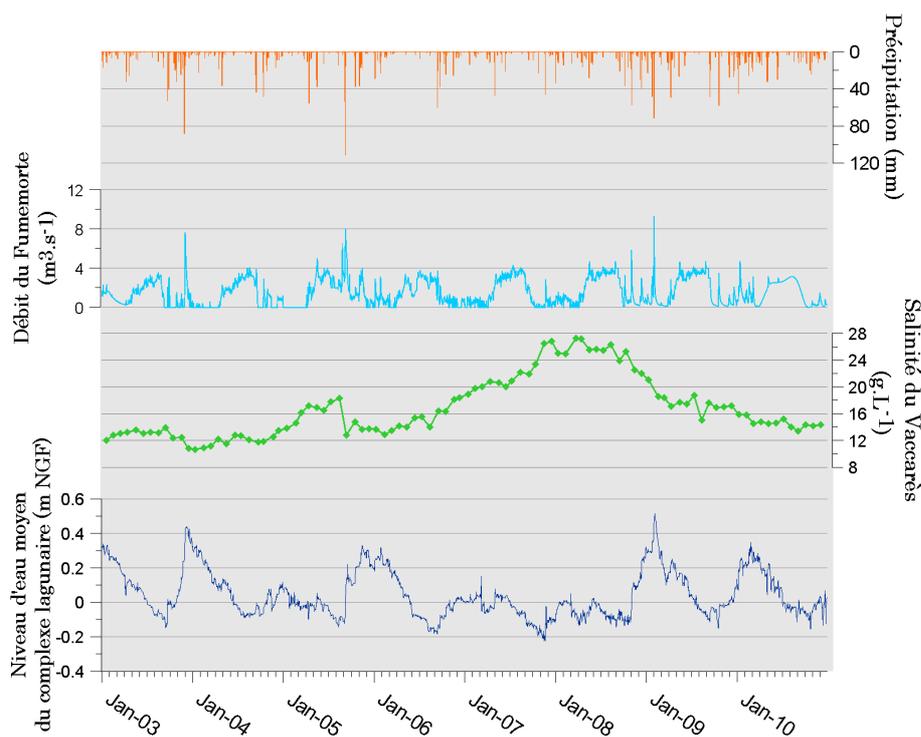


Figure 8 Séries de données principales observées (journalières, sauf la salinité du Vaccarès, mensuelle) utilisées pour la mise en oeuvre de la modélisation conceptuelle de l'hydrosystème Vaccarès.

3.2 Principaux résultats

Après calage et validation (Loubet, 2012), (voir figure 9), le modèle de l'hydrosystème a été utilisé pour évaluer des trajectoires possibles d'évolution des niveaux d'eau et de la salinité dans le complexe lagunaire selon divers scénarios. Ces scénarios portent sur les contraintes climatiques observées et leur évolution possible : augmentation de température impliquant une augmentation de l'évaporation ; modification du régime de précipitations ; et sur les contraintes à l'interface marine (élévation du niveau marin moyen). A ces variables de forçage « naturelles » observées ou modifiées s'appliquent dans les simulations des options possibles de gestion adaptative (figure 10), portant sur des ouvrages hydrauliques (gravitaire ou de pompage), et la réduction des flux hydro-agricoles. Appliqués à des séries observées (2003-2010) et modifiées (température, niveau marin), les scénarios permettent de tester des réponses de gestion à des évènements de crue provoquant des inondations (du type 1993/1994) ou de sécheresse relative (2006-2008) en les transposant aux conditions qui pourraient être rencontrées dès le milieu du XXI^e siècle. Dans les scénarios étudiés sont faites les hypothèses « climatiques », que l'on pourrait situer à l'horizon 2050, d'une augmentation des températures mensuelles comprise entre 1 et 4.1°C (scénario B2 du GIEC), d'une augmentation des précipitations hivernales de 40 mm et d'une réduction d'autant pour celles d'avril à août. Pour les projections sur le forçage à l'interface marine est faite l'hypothèse d'une élévation du niveau marin de 10cm par rapport à la série de 2001-2011, correspondant à l'extrapolation de la tendance observée depuis un siècle en Camargue et à une projection plutôt optimiste parmi celles du GIEC.

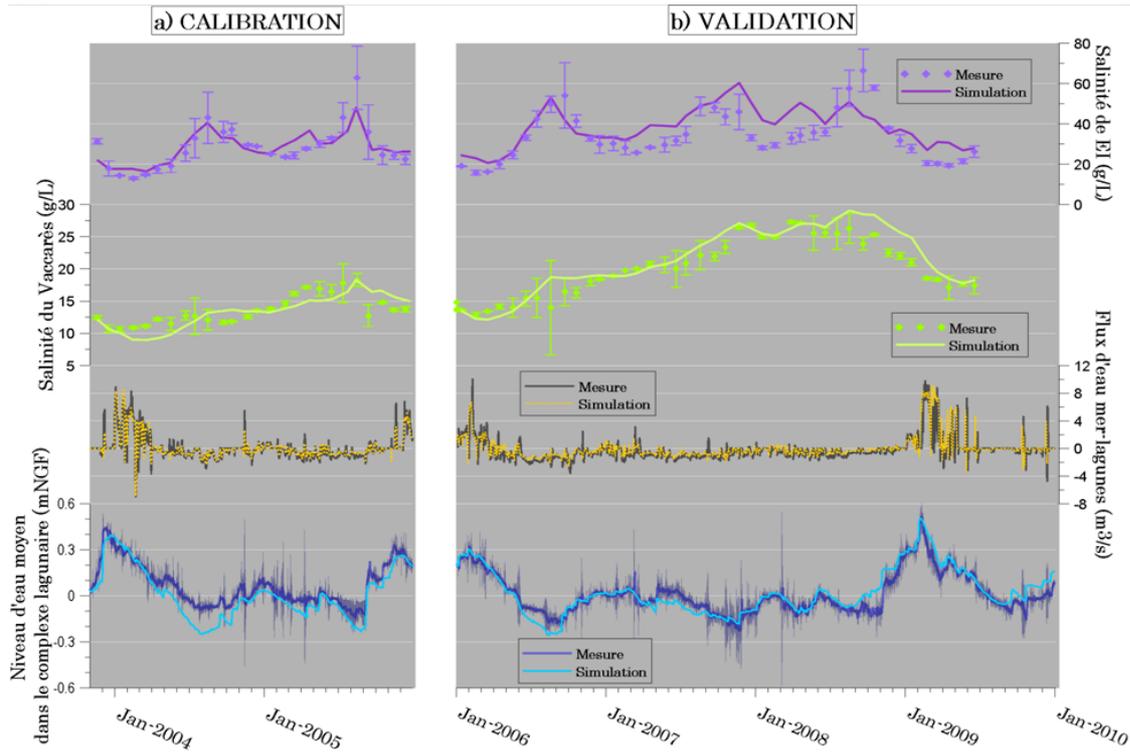


Figure 9 : Comparaison entre données observées et simulées dans les phases de calibration et validation du modèle conceptuel de l'hydrosystème Vaccarès (d'après Loubet, 2012).

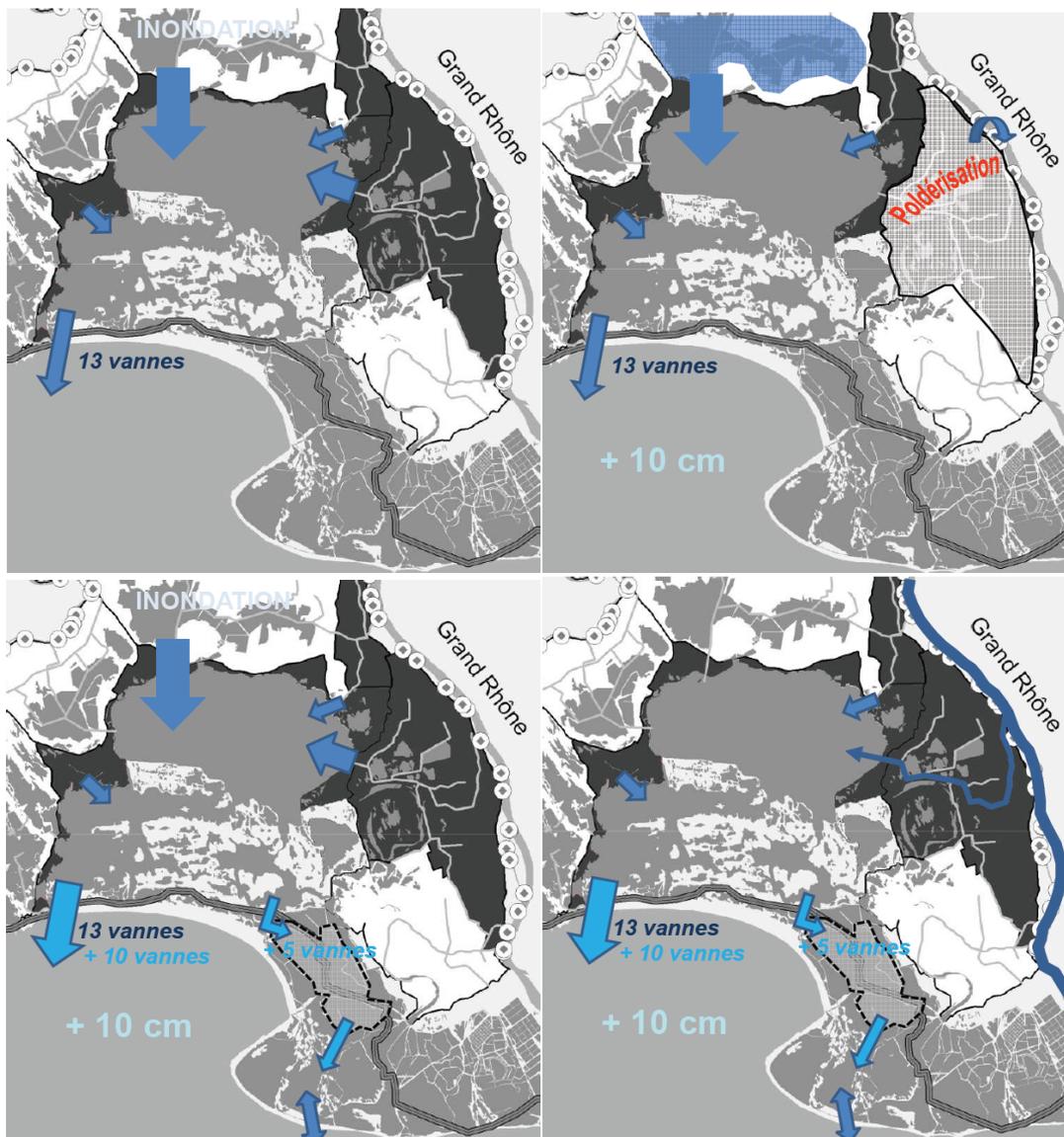


Figure 10 : cartographie schématique des aménagements et changements simulés dans les scénarios d'adaptation.

Les résultats montrent qu'un agrandissement des pertuis et une gestion adaptée de cette connexion entre le complexe lagunaire, la mer et possiblement vers les anciens salins améliore très nettement l'évacuation des eaux en cas d'apports exceptionnels aux étangs (Figure 11) , résultant par exemple de transfert d'eau d'inondation du bassin nord de l'île de Camargue, que ce soit dans les conditions de forçage actuelles ou projetées.

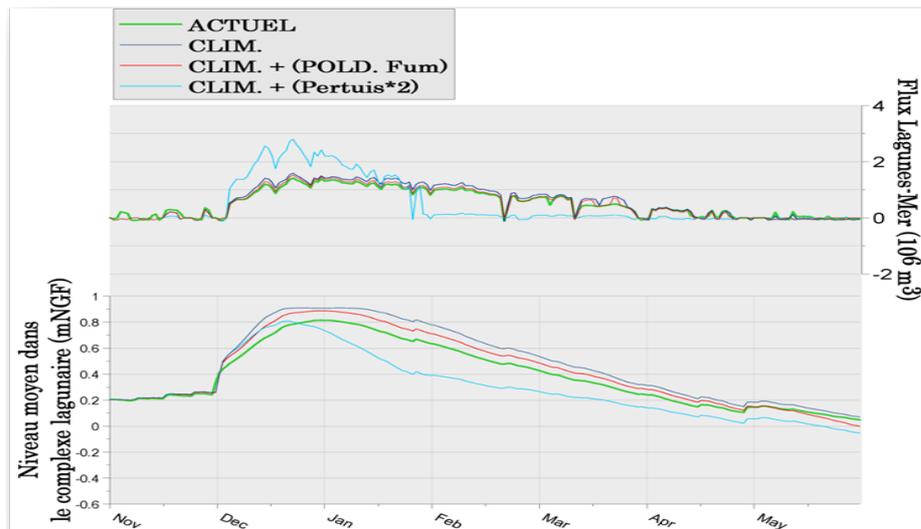


Figure 11 : Résultats des simulations en période de crue ; pour les flux lagune –mer et le niveau du système d’étang au pas de temps journalier. La série de base est celle de novembre 2003 à mai 2004, avec un hydrogramme depuis la zone nord inondée du type 1993 (environ 90 hm³ entrant dans le Vaccarès) intervenant à partir de début décembre 2003. Légende : ACTUEL : données forçage et infrastructures inchangées ; dans le scénario CLIM, le niveau marin est majoré de 10 cm et les pluies de 40 mm ; POLD Fum : le bassin est poldérisé (4 fois 2.5 m³/s) ; Pertuis Fourcade + 10 vannes vers mer, +5 vannes vers anciens salins et + 5 vannes depuis anciens salins vers mer.

Une gestion simulée avec une ouverture permanente du pertuis de la Fourcade, tant que le niveau moyen des étangs ne dépasse pas 0,4 m NGF, permettrait de lisser les variations de niveau si elle avait été pratiquée sur les années 2003-2010 (figure 12). En revanche, surtout en tenant compte des élévations projetées de températures et du niveau marin, en période de faibles apports pluviométriques (années 5, 6 et 8) on s’éloigne du caractère saumâtre des eaux pour tendre vers un système lagunaire ou la salinité minimale dans le Vaccarès serait la plupart du temps supérieure ou égale à celle de l’eau de mer (figure 12), et pourrait dépasser celles observées sur l’étang de l’Imperial en fin d’été dans le contexte actuel (figure 7). Ce qui signifierait des salinités importantes, au delà des 100 g/l sur l’Imperial, évidemment beaucoup plus contraignantes sur le plan biologique.

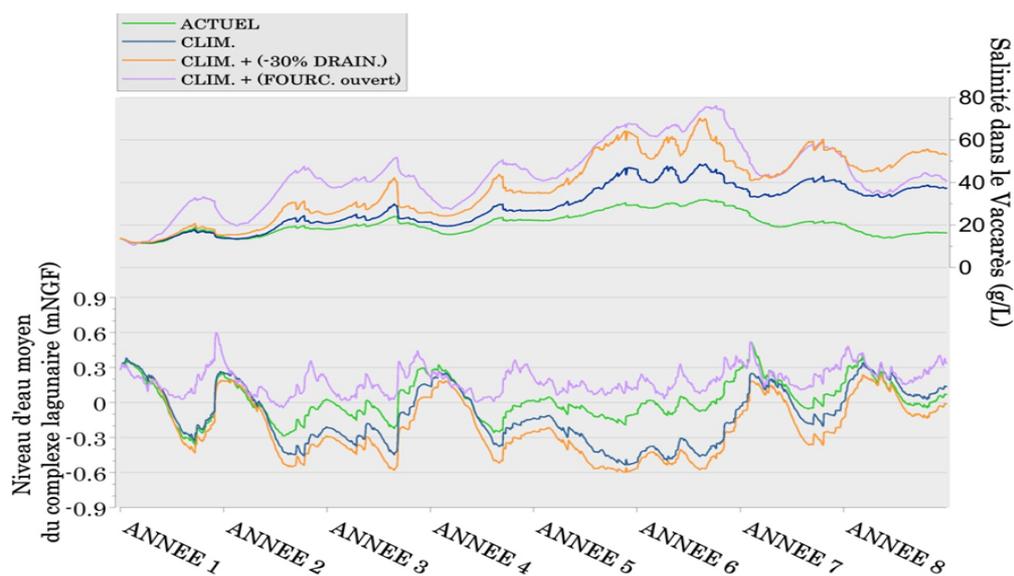


Figure 12 : Variations de niveau et salinité simulées dans le complexe lagunaire du Vaccarès avec agrandissement des pertuis vers la mer et anciens salins. Les conditions de forçage sont celles de 2003-2010, modifiées par augmentation de la température (horizon 2050, scénario B2 GIEC 2007) et du niveau

marin (+10 cm) (séries CLIM). Les options sont d'avoir une réduction de 30 % du drainage agricole et de maintenir le pertuis de la Fourcade ouvert pour une cote moyenne inférieure à 0.4 m NGF.

Ainsi, pour les périodes sèches, rendues plus déficitaires par augmentation de l'évaporation dans les scénarios projetés, le système tend inévitablement à se saliniser plus ou moins fortement (figure 12). Les simulations effectuées via le modèle montrent qu'il est possible de faire entrer gravitairement à partir de canaux existants (figure 10), le cas échéant re-calibrés, de l'eau du fleuve sans « compétition » avec l'agriculture, avant le mois de mai, pour prévenir une salinisation excessive (figure 13) des étangs et permettre des flux dans le sens étang-mer favorables aux échanges biologiques au printemps.

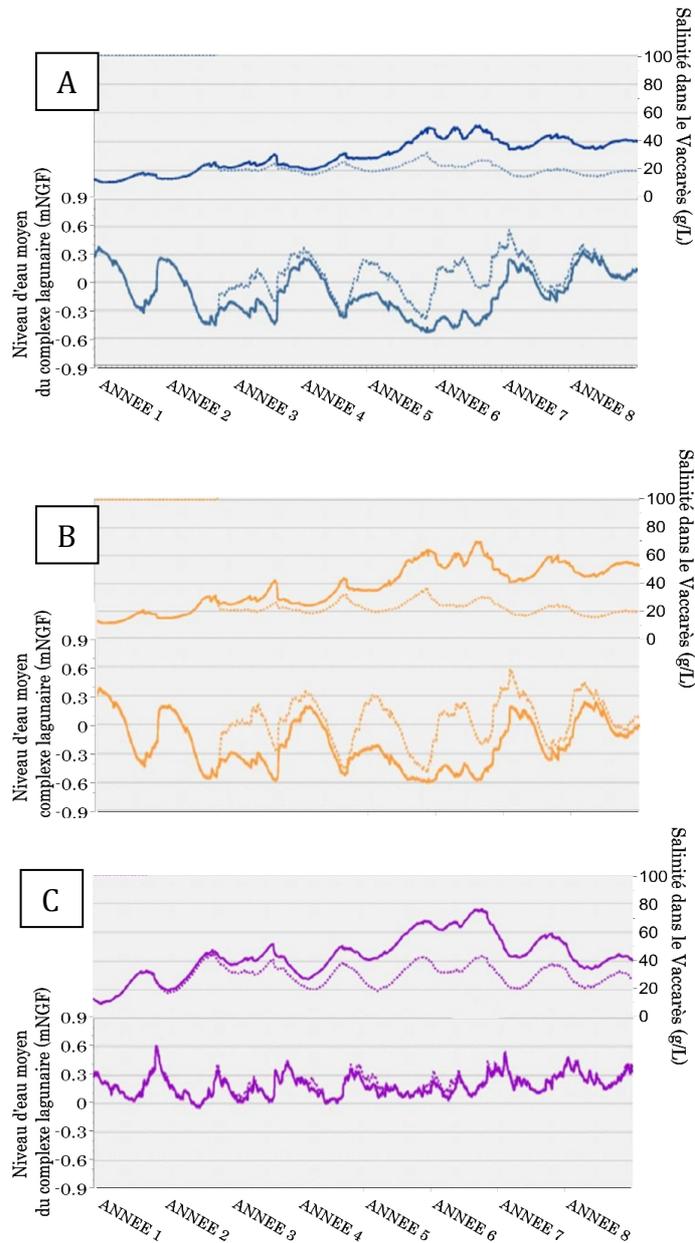


Figure 13 : Résultats de simulation en termes de niveau dans les étangs et de salinité du Vaccarès, avec apports (traits pointillés) ou sans apports d'eau gravitaire du fleuve (traits pleins). (A, changement climatique (CLIM) seul et gestion actuelle; B, CLIM et réduction 30% drainage ; C, CLIM avec ouverture quasi permanente vers la mer.

Utiliser des entrées d'eau gravitaire depuis le fleuve pour alimenter des zones basses du delta est une option qui reste possible de novembre à avril. Elle peut également l'être en dehors de cette période, mais nous avons choisi de nous mettre dans une perspective de non compétition pour la ressource avec l'irrigation. D'ailleurs en période d'irrigation et d'étiage, les volumes drainés par pompage vers le Rhône, en amont d'autres prises d'eau, font qu'un prélèvement d'irrigation peut être affecté significativement par la pollution liée aux pesticides déjà utilisés dans le delta ; une sorte de pré-concentration en quelques sortes. Evidemment, on ne peut se satisfaire de contribuer à envoyer vers le milieu marin plus de polluants par la contribution des activités agricole du delta, mais ils seront beaucoup plus rapidement dilués en mer que dans le système lagunaire!.. Les résultats de simulations permettant des entrées directes du fleuve montrent que la résilience du système en termes de dynamiques des niveaux d'eau et de salinité des étangs est nettement améliorée (figure 13), évitant la dérive vers une augmentation continue du stock de sel et donc des salinités. En effet la salinité du Vaccarès se situerait entre 15 et 40 g/l, tout en permettant des échanges bi-directionnels avec le milieu marin.

3.3 Extension de la modélisation et gestion adaptative

L'outil de simulation conceptuel, toujours évolutif, nécessite en particulier des améliorations pour la modélisation de la salinité sur des bases plus physiques. Les développements dans ce domaine seront liés à ceux du couplage du modèle hydrodynamique 2D (et 3D) avec la salinité qui sont en cours sur le système lagunaire du Vaccarès. Le modèle conceptuel en l'état peut cependant être utilisé pour l'aide à la décision dans la gestion courante et prospective saisonnière ou à plus long terme de l'hydro-système.

La présentation de l'outil et de ses principes de fonctionnement a été faite en réunion élargie à la « Commission gestion de l'eau, milieux aquatiques, chasse et pêche » du Parc Naturel Régional de Camargue en septembre 2013. Rappelons que les choix de gestion préconisés par la CEDE (Commission Exécutive de l'Eau de l'Ile de Camargue), sont mis à jour périodiquement en fonction de la situation générale hydro-saline (niveau et salinité dans les étangs) et des besoins de migration de la faune aquatique dans un sens ou l'autre, que les demandes soient formulées par les professionnels de la pêche ou les gestionnaires de la réserve de Camargue; la priorité restant la protection des biens et personnes vis-à-vis du risque d'inondation.

La limitation dans le caractère opérationnel de la gestion vis-à-vis des objectifs recherchés réside dans le fait que la décision d'ouverture/fermeture par le technicien visitant l'ouvrage se fait à partir des conditions de niveau instantanées au moment de cette visite de part et d'autre du pertuis, une à deux fois par jour maximum en situation courante. L'influence des conditions de vent et de marée font que les flux peuvent s'inverser rapidement et conduire notamment à un bilan net d'entrée d'eau alors que l'objectif est le plus souvent de faire baisser le niveau des étangs. Toutefois cette contrainte est jugée acceptable dans certaines limites, en raison de l'objectif corollaire de connectivité pour les flux biologiques. Une attention particulière doit être apportée à la définition des règles de gestion des ouvrages (Allouche et al., 2012) et sur quels indicateurs on se base pour décider d'intervenir. Il serait préférable de décider de l'ouverture des vannes non seulement à partir de niveaux d'eau mesurés localement à la Fourcade, mais aussi en se basant, comme dans les simulations, sur une donnée de niveau plus globale moyennée sur une partie du complexe lagunaire. En effet, un haut niveau d'eau en amont de la digue à la mer ne signifie pas pour autant que le niveau moyen des étangs soit nécessairement excessif ; mais peut résulter d'un basculement éolien à partir de cotes initiales du plan d'eau inférieures à 0.1 m NGF.

Pour une prise de décisions en quasi temps réel effectuée en fonction de paramètres supplémentaires à ceux obtenus en « instantané » aux pertuis, la nécessité d'un réseau de mesure télé-géré sur les étangs et les principaux canaux contributeurs, d'une automatisation des manipulations des vannes du pertuis de la Fourcade en fonction de consignes programmées, doivent être inscrites dans les prochaines opérations du Contrat de Delta. Ces préconisations ont été faites dans les rapports de recherche précédents (LITEAU 2 GIZCAM, (Chauvelon, 2009) ; Eaux et territoires CAMPLAN (Allouche et al., 2012) et proposées à nouveau dans les dernière études d'ingénierie sur l'amélioration de l'évacuation des eaux de crue de l'île de Camargue (BRL Ingénierie, 2013a ; BRL Ingénierie 2013b).

En parallèle à l'utilisation dans une optique de gestion hydraulique multi-critère négociée périodiquement par les usagers, la suite logique de la démarche de modélisation hydro-saline dans une perspective transdisciplinaire consistera à réaliser un couplage des modèles physique hydro-salins avec le fonctionnement de l'écosystème aquatique à différentes échelles spatio-temporelle. On peut citer notamment la modélisation des interactions hydrodynamisme - salinité - herbier - dynamique sédimentaire - transfert de polluants.

Des suivis plus ou moins réguliers de la qualité de l'eau du point de vue des pesticides ont été initiés dès 2006 (Comoretto et al., 2008) et ont permis une première approche de modélisation de la dégradation de certaines molécules dans l'hydrosystème Vaccarès (Höhener et al., 2010). La mise en place d'un suivi régulier (depuis 2011) de la qualité des eaux du point de vue de la pollution par les pesticides et autres polluants organiques et organo-métalliques (Réserve Nationale de Camargue, 2012 ; Collectif, 2013 ; Chérain, com. pers.) montrent que la situation est pour le moins préoccupante concernant les eaux de drainage agricole qui ont au moins potentiellement pour exutoire, des milieux à statut protégé (Réserve de Camargue, Site des étangs et marais des salins de Camargue (Conservatoire du Littoral)). Un niveau de pollution assez élevé des eaux de drainage agricole était pressenti suite aux résultats de travaux antérieurs ayant démontré les problèmes de contamination en particulier chez les poissons pêchés dans le Vaccarès (Roche et al., 2000 ; Roche et al., 2009 ; Réserve Nationale de Camargue, 2012).

En termes d'évaluation de l'impact de la gestion adaptative sur le plus long terme, via la modélisation conceptuelle de l'hydro-système, pourront être étudiées les conséquences sur les flux potentiels d'organismes aquatiques migrants, ou des conséquences en termes de disponibilité alimentaire pour les oiseaux d'eau. Plus généralement, pour la modélisation de l'écosystème sur le long terme, la démarche devra s'attacher à identifier, ce que pourraient être les seuils (sur une combinaison de plusieurs paramètres) dans les processus de transition d'un type d'habitat vers un autre.

3.4 La prise en compte des lagunes du site des étangs et marais des salins de Camargue

Le scénario de gestion des flux entre mer et lagunes exploré par simulation (Loubet, 2012) considère comme option d'adaptation de nouveaux aménagements de vannes au niveau de la connexion mer-lagunes au pertuis de la Fourcade et entre les lagunes et les anciens salins au niveau du complexe Etangs du Lion, (figures 6 et 10). Le rôle des vannes tel qu'il a été simulé, serait principalement d'améliorer le drainage des eaux lagunaires vers la mer et vers les anciens salins, tout en augmentant potentiellement les flux biologiques, notamment l'alevinage depuis le golfe de Beauduc via les étangs du site des anciens salins en reconversion. Les aménagements simulés (Loubet, 2012) correspondent à 10 vannes supplémentaires au pertuis de la Fourcade et 5 vannes entre l'étang de la Dame et les anciens

salins au niveau du pertuis de la comtesse. Ces ouvrages sont accompagnés d'un aménagement d'un système de 10 vannes identiques à celles du pertuis de La Fourcade entre les anciens salins et l'étang de Beauduc. L'étang de Beauduc (voir Figure 11) est considéré dorénavant comme une lagune en relation intermittente avec la mer, notamment depuis l'arase de la digue de Véran, dues aux assauts répétés de la houle, sur plusieurs dizaines de mètres.

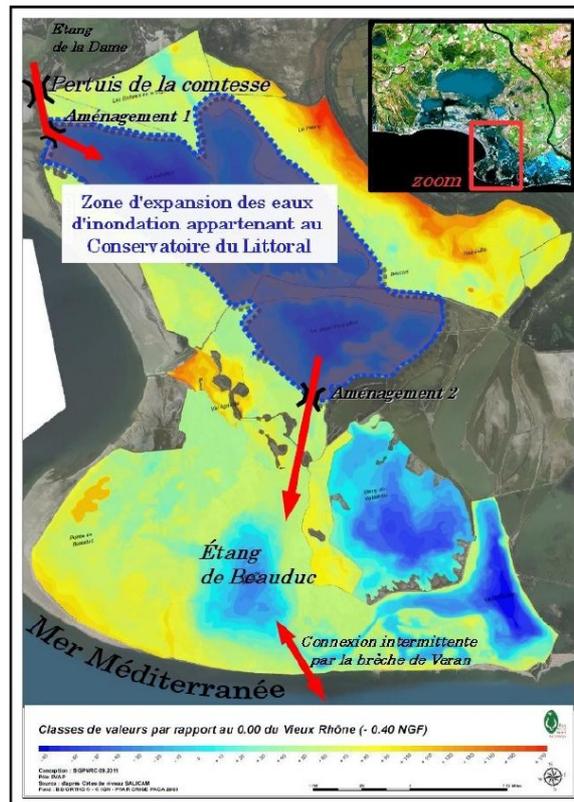


Figure 14 : Carte du site des « marais et étangs des salins de Camargue », propriété du Conservatoire du Littoral, et des options d'aménagements simplifiés simulés pour reconnecter ce système avec le complexe lagunaire du Vaccarès (D'après Loubet, 2012, source cartographique : SIG PNRG). (La partie entourée de pointillés en bleu est considérée décloisonnée dans le modèle conceptuel, gérée comme un seul compartiment)

La zone des anciens salins utilisée comme zone d'expansion est considérée dans le modèle actuel (Loubet, 2012) comme un réservoir unique (décloisonnement des différents bassins) (figure 14), sans basculement des plans d'eau lié au vent. Les données existantes (topobathymétrie et hydrométrie) en début de projet n'ont pas permis une modélisation plus réaliste. Ce qui signifie donc que les débits simulés entre étang du Lion/Dame et ce secteur sont sous-estimés, en période de Mistral, car le niveau d'eau au Nord des anciens salins est surestimé ; ainsi que la décote amont aval de l'ouvrage. Inversement, par vent de secteur sud, tous les niveaux d'eau au Nord des salins sont sous-estimés, et par conséquent les flux potentiels entre anciens salins et complexe lagunaire du Vaccarès.

La mise en place progressive de nouvelles orientations de gestion, pour ce secteur des « étangs et marais des salins de Camargue » s'effectue depuis 2009, au rythme des acquisitions réalisées par le Conservatoire du Littoral (Collectif, 2013). La définition d'objectifs de gestion déclinables en opérations hydrauliques, certaines nécessitant de nouvelles infrastructures ou modifications d'ouvrages existants, est cependant rendue difficile à plus d'un titre. D'abord

parce que l'historique de suivi de fonctionnement par bassin n'a pas été communiqué par l'ancien propriétaire (CSME, Compagnie des Salines du Midi et de l'Est), alors que la connaissance même grossière des décotes/surcotes par bassin en fonction du vent aurait fait gagner du temps au modélisateur, de même qu'une topo-bathymétrie qui a du être actualisée postérieurement à l'acquisition. Ensuite parce que le processus de vente sur certains casiers hydrauliques ou ouvrages est devenu incertain ; alors que ces secteurs ont un effet limitant sur les capacités de gestion gravitaire du site. Les co-gestionnaires entendent s'appuyer autant que possible sur des résultats de modélisation pour arbitrer des choix concernant des options de gestion hydraulique nécessitant des travaux (dont certains devront être réalisés pour la fin 2014, car leur financement est lié au calendrier d'un programme LIFE+ (Life+ MC SALT)). Mais il faut bien se limiter dans le nombre de simulations hydrodynamiques à réaliser et effectuer des choix à priori.

Hors, les contraintes hydrauliques liées aux objectifs de gestion des seules lagunes du site des « marais et étangs des salins de Camargue » sont complexes puisqu'il s'agit :

- d'utiliser sauf exception, une gestion exclusivement gravitaire pour les échanges entre compartiments.
- de maintenir une connectivité hydraulique régulière depuis le milieu marin jusqu'à la limite de la Réserve Nationale de Camargue, si possible de novembre jusqu'à mai,
- d'essayer d'assurer le maintien en eau des pourtours d'un îlot de reproduction pour la colonie de flamants roses d'avril à fin juin, (lequel est actuellement et encore pour une durée indéterminée, situé sur un bassin à la cote du fond assez haute pour rendre sa mise en eau difficile sans pompage depuis la mer ou dérivation d'eau des bassins agricoles adjacents) ;
- de limiter les niveaux d'eau maxima par bassin pour ne pas risquer la détérioration trop rapide des digues internes ni d'affaiblir la digue à la mer ou les digues de séparation avec le voisin ancien propriétaire (CSME).

La démarche de modélisation engagée depuis début 2013 pour la partie lagunaire du site des anciens salins comporte une approche hydrodynamique par bassin ou groupe de bassins, indispensable pour simuler précisément l'impact du vent sur la circulation des eaux pour des événements nécessitant une bonne résolution spatio-temporelle (Collectif, 2013). Nous avons ensuite pour objectif la création d'une modélisation conceptuelle dont la partie hydraulique sera, comme dans le système Vaccarès, dérivée de simulations hydrodynamiques. Ce modèle simulera au pas de temps journalier et sur plusieurs mois ou années, les échanges hydro-salins entre bassins et hydro-systèmes adjacents en fonction des variables hydrométéorologiques, du niveau marin et des options de gestion des ouvrages.

La volonté d'élaboration d'un plan de gestion par les co-gestionnaires (PNRC, SNPN-RNC, TDV) se trouve ainsi confrontée à la difficulté d'une transition rapide à partir d'un milieu artificiellement géré pendant 50 ans (CSME), avec un coût de la gestion hydraulique et de la protection artificielle du littoral qui était soutenable « économiquement », puisque lié à la production de sel. Dans le processus de re-conversion, on accepte et même désire une certaine variabilité (Allouche et al., 2011 ; Collectif, 2013), mais en conservant des objectifs sur la gestion de la biodiversité associée : nidification des flamants, migrations des poissons, (pour les sujets les plus directement concernés par la gestion hydraulique...). Force est de constater à ce stade, que les moyens sont insuffisants (nombre et capacité des ouvrages hydrauliques gravitaires), la maîtrise foncière insuffisante (quelques verrous hydrauliques n'ont pas été vendus par la CSME). S'annonce donc la difficulté de gérer désormais sans (ou peu de) moyens de pompage, un ensemble de lagunes cloisonnées artificiellement, avec des ouvrages hydrauliques gravitaires de capacité limitée (même après travaux pouvant être réalisés dans le cadre du projet LIFE +). Le site présente par ailleurs une dynamique géomorphologique

intense, car les diguettes de séparation entre bassins ou les portions de la digue à la mer traversant le site n'ont pas été prévues pour supporter l'érosion due à l'hydrodynamisme des étangs induite par le vent, sans effectuer des réparations régulières.

Des solutions alternatives permettant une alimentation « hydrauliquement » plus sécurisée de l'étang recevant le site de nidification des flamants, à partir d'un canal de drainage (celui du Versadou, drainant une partie du bassin du Japon) ont été expérimentées en 2011 et 2012. Mais on se trouve cette fois confronté à la mauvaise qualité de cette eau, essentiellement dues aux pesticides et leur métabolites, pendant la période culturale (RNC, 2012 ; Collectif, 2013). Notons que cette eau, pour arriver finalement à la mer, transite actuellement par un étang, au sud de la digue à la mer, et qui comme le système Vaccarès, fait partie intégrante de la Réserve Nationale de Camargue. Cette solution d'apports d'eau de drainage direct n'étant pas jugée acceptable, il est maintenant aussi envisagé d'alimenter le bassin de l'Îlot flamants à partir de l'eau d'irrigation disponible en fin de réseau du bassin du Japon.

4. Ces solutions alternatives d'un point de vue social

Comme vu précédemment, le ressuyage pourrait être rendu moins dépendant du seul exutoire de la Fourcade et les échanges biologiques se verraient favorisés et accrus par ces expériences de reconnexions. Ces dernières bénéficient d'un « désendiguement » naturel de la lagune de Beauduc, dans sa partie soumise à l'érosion marine, avec plusieurs brèches survenues dans la digue du front de mer. Un cantonnement de pêche dans le golfe de Beauduc a été mis en place avec la participation active des pêcheurs professionnels qui voient là la possibilité de protéger la ressource, notamment du chalutage. En revanche, les attendus du projet de reconnexion entre le Vaccarès, les étangs inférieurs situés à l'Est et la mer, en termes de recrutement biologique et notamment halieutique, ne rencontre pas l'adhésion de l'ensemble des pêcheurs. Le pertuis de la Comtesse, situé près du phare de la Gacholle est, de mémoire de pêcheurs, l'un des pertuis les mieux placés pour remplir ce rôle d'échange biologique avec le Vaccarès⁶ et devrait, selon eux, concentrer l'essentiel des efforts d'amélioration dans son fonctionnement alors que le cheminement plus long qu'emprunte par l'Est, le projet porté par la Réserve de Camargue et le Conservatoire du littoral leur apparaît moins adapté et plus hasardeux pour mener à bien cette reconnexion. C'est donc plutôt sur la reconnexion de la lagune de Beauduc que se portent les espoirs de ces derniers concernant les échanges biologiques.

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 ? 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

⁶Le creux que dessine le Golfe au droit de ce pertuis de la Comtesse serait également favorable, aux dires des pêcheurs, à la présence d'espèces marines venant frayer et à celles recherchant des zones pouvant remplir un rôle de « nursery »

systèmes déjà existants, sauf à en changer les principes de fonctionnement. C'est précisément à cela qu'appelle la reconnexion 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 au service des deux options, rendus ainsi complémentaires, à 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 l'adaptation.

Trois modes d'adaptation semblent alors privilégiés. Le premier consisterait en une régulation jouant directement au niveau de l'usage, chacun étant invité à réduire le faisceau d'interdépendances qu'il crée avec d'autres usages en aménageant son activité. Le cas le plus représentatif est évidemment celui de l'agriculteur qui en économisant l'eau qu'il utilise par des semis à sec par exemple, impactera moins l'étang central en quantité et en qualité⁷. Le deuxième mode d'adaptation intervient lorsque les forçages appellent des réponses très variées, impliquant alors des chaînes causales à plusieurs échelons et mobilisant des échelles géographiques très différentes. La capacité d'adaptation passe alors par l'organisation collective de l'action et l'affinement des actions au sein du système. Il en va ainsi de l'apprentissage constant des acteurs au sein de la CEDE. De là découle une troisième stratégie adaptative car cette adaptation directe qui s'opère en se situant dans les contraintes d'un système organisationnel et technique qu'elle ne met pas en cause, peut parfois montrer des limites, un essoufflement dont il n'est possible de sortir qu'en modifiant ce système organisationnel et technique lui-même. L'exemple de la reconnexion entre les étangs, la lagune et la mer augure de cette innovation. L'adaptation connaît ou suppose une sorte de méta-adaptation qui supplée à l'affinement des décisions et des actions, au niveau individuel ou au sein de la gestion concertée. Il s'agit alors d'une méta-adaptation, adapter le système et non plus s'adapter au système. Encore faut-il être capable d'imaginer un nouveau paradigme qui le matérialise, la renaturation peut éventuellement remplir ce rôle.

⁷ Un projet actuel porté par la Réserve et une société commerciale agricole de distribution dont l'objectif est la reconquête de la qualité des eaux de l'étang central du Vaccarès prévoit ce type de modification des usages culturels en riziculture.

Partie 2 : L'adaptation de la gestion des marais roseliers : entre artificialisation des milieux et écologisation des pratiques

Entre adaptations prospectives et adaptations passées s'étendent le champ des adaptations continues, au jour le jour et en contexte d'incertitude. Confrontées aux limites pratiques et aux urgences à gérer, elles mêlent ressources techniques, multiplicité des acteurs et choix politiques, sans nécessairement toujours thématiser, expliciter et débattre ceux-ci. Aussi, nous avons proposé d'étudier de façon complémentaire à l'étude des interrelations entre usages et décisions de gestion prises dans la gouvernance de l'hydrosystème de l'Île de Camargue, la gestion cynégétique (essentielle pour les zones humides du delta), le processus d'écologisation et la gestion de l'eau en Camargue gardoise.

1. Le contexte

Depuis des siècles, le territoire des marais fluvio-lacustres de Petite Camargue gardoise (Ouest de la réserve de Biosphère) a été géré dans le cadre d'une forme spécifique de propriété collective, liant l'accès et l'usage à la résidence⁸. Compte tenu des nombreuses interactions fonctionnelles et de l'importance de la propriété collective, ces usages ont été régulés très tôt par un code local, le Traité des Marais. Cependant, les territoires en propriété collective ont été l'objet des convoitises et des assauts des couches sociales dominantes pour les exploiter et les intégrer dans les patrimoines privés. Les historiens ont retracé cette régression de la propriété collective, dont les derniers territoires concernent aujourd'hui les marais. Des modifications importantes de l'environnement économique de certains produits (roseaux, anguilles) ainsi que des dynamiques régressives des ressources (comme l'anguille) liés soit à la surexploitation soit à des aménagements extérieurs à la zone, ont déstabilisé l'équilibre fragile des usages, et induit le développement de stratégies de cloisonnement du milieu par les différents usagers, afin de se préserver des effets d'une dégradation de la gestion collective de l'eau. Il en est résulté une fragmentation de l'écosystème initial, une destruction de certains habitats, et une apparition d'effets pervers comme des remontées locales de la nappe salée, détruisant la roselière, et des réactions des pêcheurs tendant à se protéger face à la diminution des pêches résultant de la fragmentation de l'écosystème. Pour faire face à des difficultés, plusieurs instances de négociations liées d'une part à la Loi sur l'eau (CLE du SAGE) et d'autre part aux diverses politiques européennes de protection de la nature (Mesures agri-environnementales, LIFE Butor) ont été mises en place au cours des deux dernières décennies. Cependant, bien que les diverses parties-prenantes se soient mises d'accord formellement sur un nouvel ensemble de règles de gestion, notamment de l'eau, dans le cadre du SAGE, des difficultés demeurent sur le terrain quant à la gestion de l'eau, traduisant la difficulté d'un compromis robuste au risque moral et au phénomène de passager clandestin.

Dans le contexte des changements globaux, on peut se demander si la propriété collective locale résistera à ces difficultés, et quelles seraient les conséquences écologiques et sociales d'une telle disparition. Bien plus, constatant une évolution de la chasse et de la demande en couverture en roseaux, mais aussi d'une diminution probable de la disponibilité en eau, la question que nous posons est la suivante : comment explorer avec les acteurs locaux d'une part, la résilience du système socio-écologique aux changements climatiques et leurs

⁸ Cette forme très ancienne de propriété collective, a survécu au Code Civil, et elle a été adaptée dans le cadre de la loi d'orientation agricole, qui définit la notion d'ayant-droit. Elle reste vigoureuse dans les régions de montagne et dans les zones humides.

conséquences locales, et d'autre part, les adaptations possibles à ces changements pour maintenir le système dans un état désiré.

Durant les programmes antérieurs nous avons développé un modèle multi-agents pour évaluer l'impact de différents scénarios sur la dynamique d'ensemble des marais. Une modification de la gestion de l'eau, se traduit par une réduction/augmentation de la roselière, et une réduction/augmentation corrélative des variables liées (biodiversité, salinité, récolte etc.). Dans le cadre du projet CAMADAPT nous avons effectué avec les écologues de la Tour du Valat une mise à jour complète du modèle et amélioré sa résolution spatiale. Enfin, nous avons construit certains indicateurs avec les usagers ainsi que des scénarios pour alimenter les discussions d'un groupe local de réflexion.

Si les hydro-systèmes du Vaccarès font depuis plusieurs années l'objet d'une modélisation hydrologique pour mieux comprendre et accompagner les décisions de gestion des étangs, les marais à herbiers submergés et à roseaux, qui couvrent plus de 22 000 ha en Camargue (Davranche et al. 2010), n'ont jamais fait l'objet d'études hydrologiques. Ces derniers reçoivent directement ou indirectement les eaux du Rhône afin de permettre la réalisation de nombreux usages parmi la chasse au gibier d'eau, la coupe du roseau (fabrication de toits de chaume), la pêche, le pâturage et l'écotourisme (Mathevet et al. 2007).

Ce volet du projet Camadapt vise à (1) déterminer jusqu'à quel niveau de changement du delta les usages et pratiques actuels pourront être maintenus dans ces marais, et (2) augmenter la réflexivité des acteurs pour s'adapter à ces changements. Les nombreuses activités socio-économiques réalisées dans les marais sont associées à différentes stratégies de gestion hydrologique avec une forte intervention de l'homme pour maintenir des niveaux d'eau favorables à l'attraction du gibier d'eau ou à la croissance du roseau (Poulin et al. 2010). Afin d'appréhender l'éventuel impact des changements climatiques et ses conséquence sur les besoins en eau douce pour le maintien des usages, il est d'abord nécessaire de distinguer quantitativement quelle est la part de l'hydrologie des marais imputable à la gestion anthropique de celle due aux conditions climatiques. Ainsi, l'objectif de la modélisation ici est de pouvoir quantifier quels seraient les apports en eau (m^3 /hectare) nécessaires à différentes périodes de l'année pour maintenir les usages actuels en minimisant les processus de salinisation des marais dans un contexte de variabilité climatique.

2. Les stratégies adaptatives mises en évidence par la modélisation des marais roseliers en Petite Camargue

2.1 Développement d'un modèle hydrologique des marais

La dissociation de l'impact de la gestion anthropique de celle du climat a été réalisée en analysant des données empiriques issues d'un suivi bi-mensuel de 10 ans des niveaux d'eau à l'aide de piézomètres enfoncés à 50 cm de profondeur dans le sol dans 37 parcelles de marais aux étangs Charnier-Scamandre (Fig. 15). Ainsi, les valeurs de niveaux d'eau des différents marais mesurés au cours de plusieurs années sont appréhendées comme une expérimentation répétée sous conditions non-contrôlées. Ce site, qui représente la plus grande roselière de Camargue, est constitué de 2300 ha de marais roseliers endigués. Les niveaux d'eau y sont gérés différemment aux seins des différentes unités hydrologiques afin de répondre aux besoins de plusieurs usages : pêche, chasse, pâturage, coupe du roseau (Poulin et al. 2005).

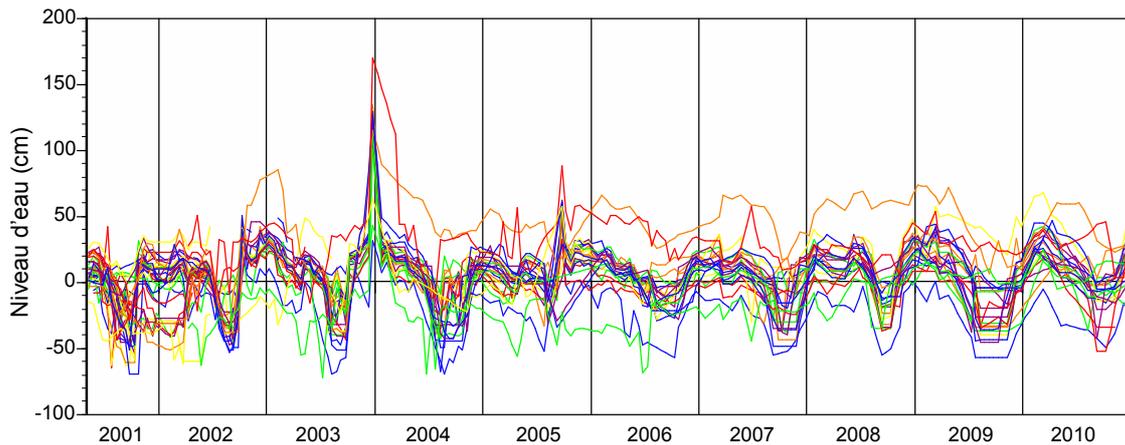


Figure 15 : *Variation des niveaux d'eau entre 2001 et 2010 dans les 37 parcelles de marais suivies sur les étangs Charnier-Scamandre.*

Ces marais peuvent être irrigués par des entrées d'eau du Petit Rhône via le canal des Capettes ou par pompage dans le canal du Rhône à Sète. Les volumes d'eau ajoutés par gravité ou pompage n'étant pas connus, le développement du modèle s'est appuyé sur les variations de précipitations issues de la station météorologique la plus proche à Saint-Gilles (Fig. 16).

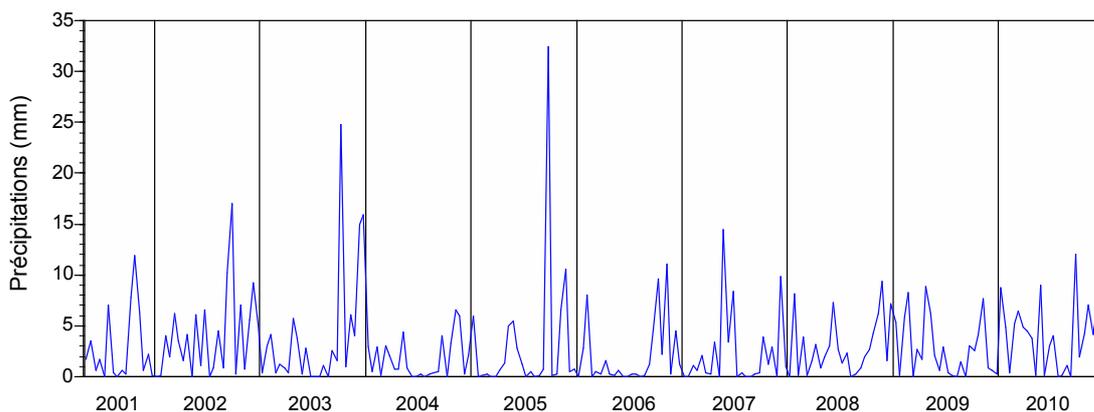


Figure 16 : *Variation des précipitations à proximité des étangs Charnier-Scamandre.*

En ne retenant que les marais ayant des variations de niveaux d'eau similaires, attribuées aux précipitations en cas d'augmentation et à l'évapotranspiration en cas de diminution, les paramètres d'évapotranspiration sur sol sec et inondé, de même que le coefficient en eau du sol, ont pu être calculés afin de créer un modèle hydrologique (Lefebvre & Poulin, en prép.). La figure 17 illustre les estimations mensuelles en évapotranspiration moyenne en période d'inondation extraites de ces données. Celles-ci varient de 3 cm en décembre à 20 cm en juin. Elles sont comparées aux valeurs tirées d'une relation de l'équation de Penman (Penman 1948) corrigée selon une expérimentation contrôlée avec roseaux, réalisée il y a quelques années en Camargue (Chauvelon 1996). Ces deux méthodes procurent des valeurs moyennes mensuelles d'évapotranspiration similaires ($R^2 = 0,939$, $df = 11$, $p = 0.0000002$), avec un déficit hydrique estimé -239 cm selon les données empiriques et à 202 cm selon les expérimentations en conditions contrôlées. Par comparaison, la méthode de Penman (Penman 1948), utilisée sans correction pour tenir compte de la transpiration des plantes, procure un déficit hydrique de 150cm. L'utilisation de données de niveaux d'eau empiriques est une approche originale pour

estimer l'évapotranspiration, paramètre difficile à mesurer en conditions réelles (Acreman et al., 2003). Elle permet d'intégrer le micro-climat associé au développement du roseau et à sa couverture hétérogène qui influent sur l'évapotranspiration (d'où les valeurs plus faibles en juillet et septembre en dépit de températures plus élevées qu'en juin) et peuvent être difficilement reproduits à l'échelle de mésocosms.

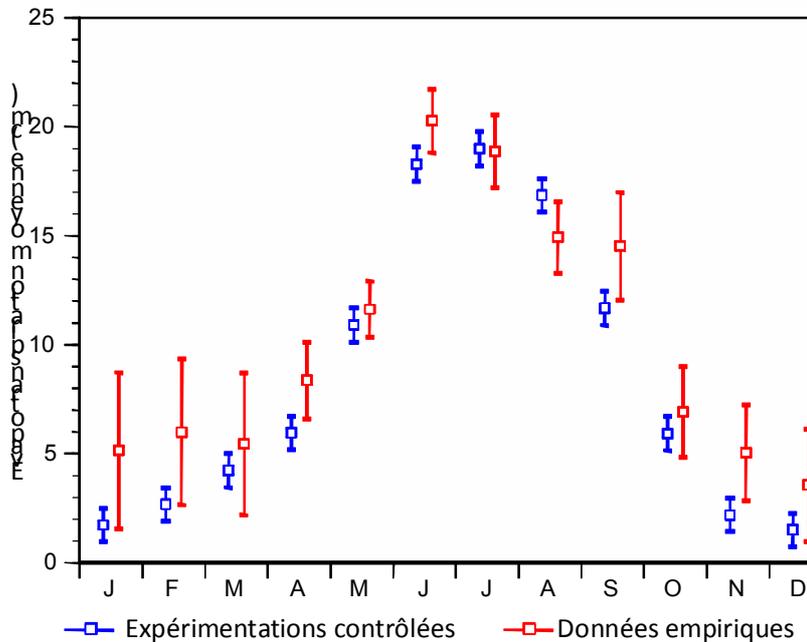


Figure 17 : Variations mensuelles moyennes des pertes en eau dues à l'évapotranspiration selon le modèle développé dans ce projet et celui issu d'expérimentations sous conditions contrôlées.

L'évapotranspiration, estimée en condition d'assèchement des marais, a pour sa part varié entre 1.4 et 8.0 cm selon les mois de l'année. Aucune expérimentation en conditions contrôlées n'est disponible pour valider ces résultats, mais ils sont parfaitement corrélés à ceux obtenus sous conditions d'inondation ($r = 0.983$, $df = 11$, $P = 0.0000002$), issus de données indépendantes. Par comparaison, les valeurs mensuelles minimales et maximales pour un sol nu limoneux furent estimées à 2.8 - 6.6 cm dans des mésocosms sous conditions contrôlées (Chauvelon, 1996).

Les quantités d'eau nécessaire pour saturer les sols sont typiquement mesurées lors d'expérimentations avec sols secs qui sont peu représentatifs des conditions naturelles où les sols des marais retiennent toujours une certaine quantité d'eau par rétention suite à la proximité de la nappe. Les augmentations de niveaux d'eau dans les marais asséchés causés par les précipitations ont permis de déterminer qu'un centimètre d'eau se traduisait par une augmentation de 5,17 cm d'eau dans le sol, procurant une porosité de 0,19 (1/5,17). Cette valeur est inférieure à celle déterminée en laboratoire (0,43 selon Chauvelon 1996), révélant que les sols des marais, même lorsque asséchés, maintiennent en moyenne 56% d'eau par rétention.

Grâce à l'estimation de ces paramètres, il devient possible de dissocier les apports d'eau provenant des précipitations de ceux résultant des interventions humaines et de simuler ainsi quelle aurait été l'hydrologie 'naturelle' des marais en fonction des précipitations observées au cours des dernières années (Fig. 18).

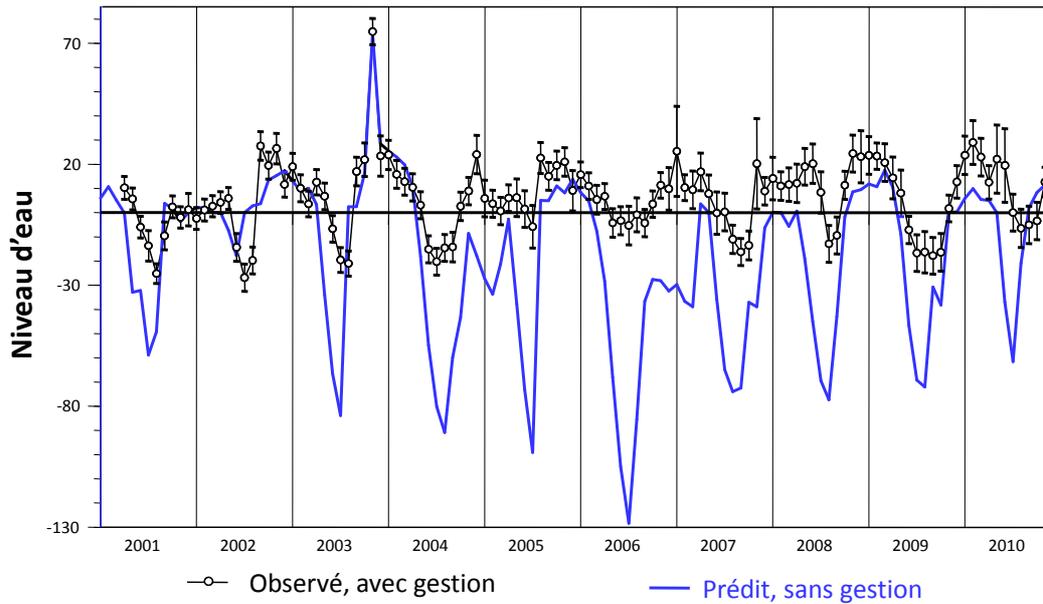


Figure 18 : Comparaison des niveaux d'eau moyens observés et de ceux prédits en l'absence d'apport d'eau par les usagers des roselières.

Il ressort qu'en l'absence d'interventions humaines sur la gestion des niveaux d'eau, les marais seraient asséchés sept mois par an en moyenne, plutôt que trois mois tel qu'observé depuis 2001 (Figs. 18-19). Les années caractérisées par de faibles précipitations ($\geq 25\%$ sous la moyenne de 694 mm), se traduisent par des épisodes d'assèchement prolongés de quinze mois lorsqu'elles se produisent de façon isolée, alors que des effets cumulatifs sont observés en cas de succession d'années sèches. Ainsi, les faibles précipitations de 2006 (498 mm) et 2007 (542 mm) se seraient traduites par un assèchement des marais pendant 30 des 32 mois entre avril 2006 et novembre 2008, s'il n'y avait pas eu d'interventions humaines pour augmenter les niveaux d'eau. A l'inverse, la vague de chaleur ayant frappé l'Europe à l'été 2003 a eu peu d'impact sur l'hydrologie des marais qui étaient déjà majoritairement asséchés à cette période.

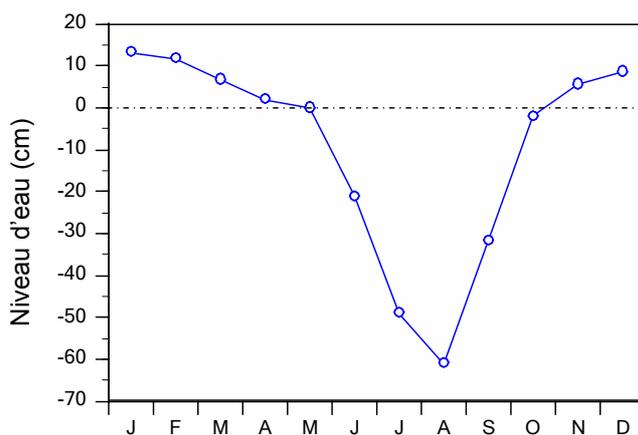


Figure 19 : Variations mensuelles moyennes des niveaux d'eau entre 2001 et 2010 lorsqu'il n'y a pas d'apport d'eau par les usagers selon la modélisation.

Les volumes d'eau nécessaires pour maintenir un niveau d'eau constant dans les marais, tel que calculé par l'outil de simulation sur la base des conditions météorologiques des 20 dernières années, varient entre 31 369 et 70 724 m³ par hectare selon les ans. La période juin-août, caractérisée par de faibles précipitations et des températures élevées, représente à elle seule 60% de ce volume en eau.

L'examen des variations temporelles dans les apports d'eau causés par les interventions humaines basé sur le suivi des marais et le modèle hydrologique, révèle des apports en volume d'eau particulièrement élevés en août et septembre (Fig. 20). Ce patron reflète principalement les modes de gestion associés à la coupe du roseau qui favorisent un assèchement estival des marais, contrairement à ceux associés à la chasse, qui ne sont pas dominants sur le site, mais préconisent généralement une inondation estivale.

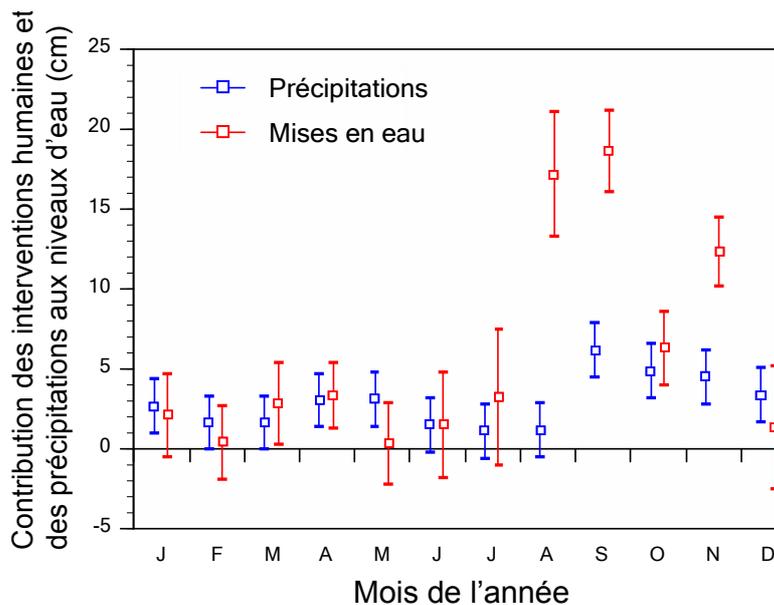


Figure 20 : Estimation de la contribution des précipitations et de la gestion anthropique aux variations de niveaux d'eau observés dans les marais.

2.2 Développement d'un modèle de salinité des marais

En zone littorale, l'eau et le sel sont les principaux facteurs abiotiques influençant les fonctions et services des marais temporaires et semi-permanents, avec d'importantes répercussions sur leur flore et faune et par ricochet sur les usages (Bolduc et Afton, 2004; Osland et al., 2011). Ces deux facteurs n'étant pas indépendants, il nous a paru nécessaire de développer un modèle de salinité qui puisse être couplé au modèle hydrologique. Ce modèle s'appuie sur le même jeu de données que précédemment, sachant que la salinité de l'eau souterraine sur le site offre des valeurs moyennes entre 3 et 27 g par litre selon les marais. Le modèle développé est constitué en fait de deux modèles permettant de prédire au temps $t + 1$ la salinité de l'eau souterraine et de l'eau de surface. Ces modèles s'appuient sur les paramètres suivants:

Salinité de l'eau souterraine: salinité de l'eau de surface au temps t , différence du niveau d'eau entre t et $t+1$, salinité moyenne du sol, estimation de l'apport d'eau selon le modèle hydrologique au temps $t+1$, précipitations annuelles totales.

Salinité de l'eau de surface: salinité de l'eau de souterraine au temps t , différence du niveau d'eau entre t et $t+1$, salinité moyenne du sol, estimation de l'apport d'eau selon le modèle hydrologique au temps $t+1$, précipitations annuelles totales.

La validation du modèle pour la salinité de l'eau de surface est illustrée à la figure 21, sur la base de la comparaison entre les valeurs prédites et observées ($r = 0,71$, $n = 1086$, $p < 0,000001$).

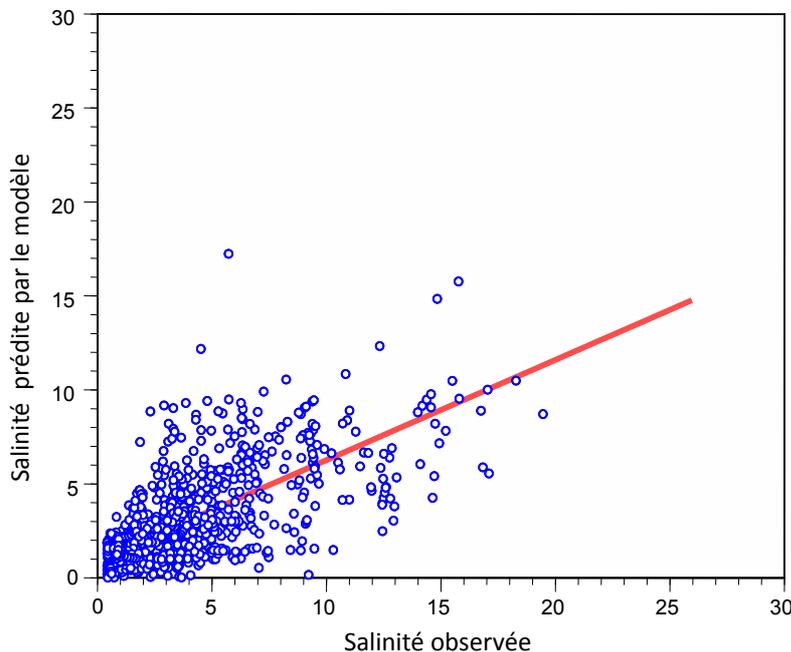


Figure 21 : Corrélation entre les valeurs observées et prédites par le modèle de salinité de l'eau de surface des marais.

Le modèle hydrologique, couplé aux modèles de salinités, ont été intégrés à la simulation multi-agents REEDSIM afin de permettre aux scientifiques et aux usagers de quantifier et visualiser l'impact de différents scénarios climatiques sur l'évolution des niveaux d'eau et de salinité des marais. Ainsi, grâce à l'intégration de ces modèles, l'impact de la variabilité climatique est maintenant combinée aux contraintes environnementales et économiques pour mieux éclairer les décisions d'exploitation et de gestion des marais roseliers en Camargue et améliorer la réflexivité des acteurs face aux changements.

3. Un simulateur multi-agent pour penser l'adaptation: ReedSim (Resilience and Ecological Economic Dynamics Simulator)

Au cours de ce travail le modèle ReedSim a été mis à jour sur la plate-forme de programmation CORMAS (Bousquet et al., 1998). Suite à la vérification de la fiabilité logicielle et de sa robustesse, nous avons effectué une phase de calibration en examinant le comportement du modèle. Les résultats de scénarios exploratoires ont fourni des résultats en adéquation avec les suivis réalisés sur le terrain, permettant ainsi de passer du calibrage à la validation.

3.1 Les niveaux spatiaux modélisés

La grille cellulaire retenue correspond à l'occupation du sol fournie par le traitement de l'image du satellite *Landsat* de juillet 1995. L'unité spatiale élémentaire (USE) couvre désormais une superficie de 1 ha au lieu de 10. L'ensemble de l'éco-complexe Charnier-Scamandre est représenté. Les USE disposent de plusieurs attributs dont on peut disposer d'un point de vue afin de visualiser la distribution spatiale de certains paramètres (cf. fig. 22. ex : occupation du sol, topographie, locataire, propriétaire, niveau d'eau, durée assec...). A ces USE deux autres niveaux spatiaux sont associés :

Agrégat N ₀	la zone hydraulique fonctionnelle (ZHF)
Agrégat N ₁	la roselière (massifs + clairs)
Agrégat N ₂	le massif de roseau
USE	l'unité spatiale élémentaire : la cellule de 10 ha

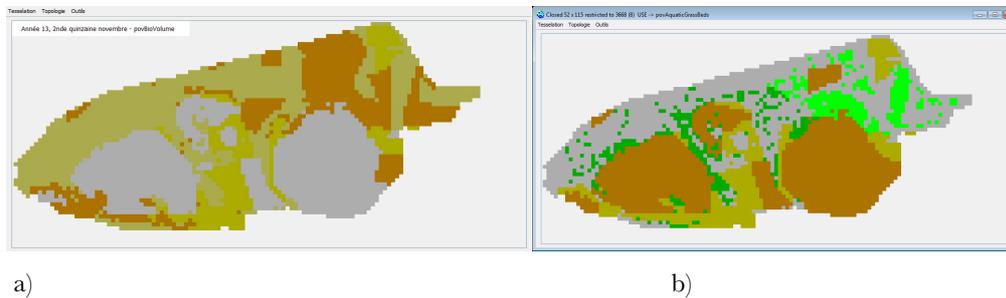


Figure 22 (a). Le point de vue occupation du sol de ReedSim. Les différentes couleurs correspondent à la valeur du biovolume, paramètre synthétisant l'état de santé du massif roselier (densité, hauteur, diamètre des tiges). **(b)** Le point de vue « herbier » de ReedSim. Le pourcentage de recouvrement des herbiers aquatiques est croissant du gris au vert.

3.2 Modèle hydro-écologique

Nous avons intégré le modèle hydro-salin développé par G. Lefebvre et B. Poulin de la Tour du Valat, vu à l'instant, ainsi que mis à jour l'ensemble des équations des sous-modules relatifs à la faune paludicole et à la végétation. Ce modèle biophysique permet de simuler la dynamique de la roselière, l'occurrence de cinq espèces de passereaux et deux espèces de hérons paludicoles (Poulin et al. 2010 ; Poulin et Lefebvre, 2002 ; Poulin et al., 2002 ; Barbraud et Mathevet, 2000, et données non publiées) ainsi que la capacité d'accueil pour les canards hivernants (Tamisier et Dehorter, 1999 ; Mathevet et al. 2003).

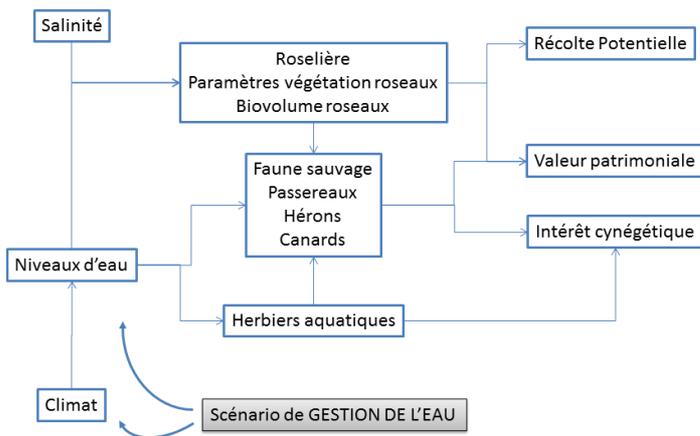


Figure 23 : Les interrelations parmi les principales variables du simulateur ReedSim

Le modèle hydrologique est basé sur le pas de temps de la quinzaine de jours. Les différentes modalités de gestion de l'eau retenues sont présentées dans la figure 24 ci-dessous.

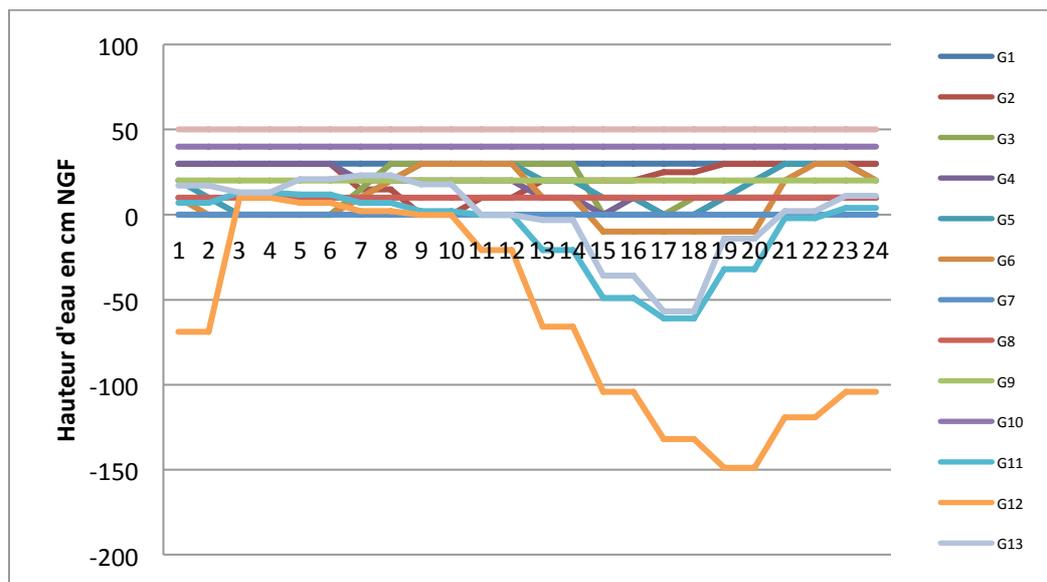


Figure 24 : Les différents profils de niveaux d'eau retenus pour les simulations dans ReedSim. (G1. Gestion constante 30 cm, G2. Léger assec estival, G3. Assec hivernal, G4. Brefs assecs estivaux, G6. Plan de gestion 2001, G7. Gestion constante 0 NGF, G8. Gestion constante 10 cm, G9. Gestion constante 20 cm, G10. Gestion constante 40 cm, G11. Variabilité année normale, G12. Variabilité année sèche, G13. Variabilité année humide, G14. Gestion constante 50 cm)

Les paramètres sont calculés à différentes échelles (cellule, ZHF, massif, paysages) afin de caractériser la biodiversité et la valeur patrimoniale des états issues de scénarios de gestion différents.

3.3 Principaux résultats

Rappelons que ce volet du projet a pour objectifs : (1) de déterminer jusqu'à quel niveau de changement du delta les usages et modes de gestion actuels pourront être maintenus dans ces marais, et (2) augmenter la réflexivité des acteurs pour s'adapter à ces changements.

Dans ce rapport, les variables retenues pour comparer les scénarios sont les suivantes :

- Etat de la roselière : le potentiel de récolte ;
- Etat de la « biodiversité »: notamment remarquable avec le nombre de butors étoilés
- Etat des ressources cynégétiques : nombre potentiel de canards hivernants ;

Gestion	Récolte roseau (nb de bottes)	Butor étoilé (nb mâle – moyenne 10 ans)	Canards hivernants (nb individus potentiels en gagnage)
G1	59411	0 - 99	76624
G2	21485	0 - 44	34704
G3	17756	0 - 19	25306
G4	20799	0 - 28	48404
G5	59411	0 - 99	95384
G6	7611	0 - 14	14474
G7	21402	0 - 15	22846
G8	36866	0 - 32	57596
G9	54436	0 - 69	85488
G10	59843	0 - 110	82820
G11	0	0 - 0	39506
G12	0	0 - 0	39506
G13	0	0 - 0	43486
G14	47547	0 - 40	37774
G1G3	112511	0 - 97	4398
G10G5	101275	8 - 111	24040
G10G5G6	220565	151 - 211	39244

Tableau 1. Evolution des principales variables selon les types de gestion globale de l'eau.

L'exploration des simulations réalisées sur une durée de 18 années (période de mesure du calage du modèle hydrologique) montre plusieurs points importants (cf. tableau 1). Le simulateur montre les effets du gradient de salinité décroissant de l'est vers l'ouest et du nord vers le sud. Ainsi les roselières du nord-ouest de la dépression sont généralement en meilleur

état et assurent une meilleure productivité en roseaux que le reste du massif. La salinité s'accroît fortement au fil des ans avec les gestions présentant des assèchements marqués l'été (cf. figure 25).

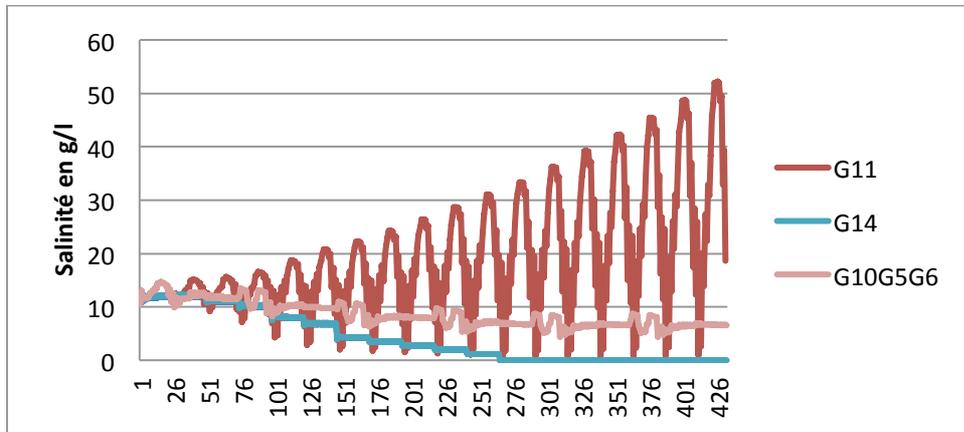


Figure 25 : Exemples d'évolution de la salinité de l'eau dans le sol selon une gestion favorisant le lessivage avec des apports permanents en eau (G14) ou une gestion alternée avec des assèchements marqués tous les 3 ans (G10G5G6) et une gestion avec des assèchements prolongés.

Les simulations des scénarios G11, 12 et 13 (variabilité naturelle) confirment nos travaux sur la dynamique écologique historique de la zone (Mathevet 2004 ; Mathevet et al. 2003 ; Mathevet et Couespel 2012) et les propos des acteurs locaux : le bassin des étangs du Charnier et du Scamandre s'assèche durablement en absence d'apports en eau anthropiques. La réduction drastique de cette vaste zone humide, l'établissement du canal du Rhône à Sète au XIXeme siècle et le développement des périmètres de drainage agricole du XXeme siècle sur son pourtour ont dépourvu la zone humide de son bassin versant et les eaux météoriques ne suffisent pas à maintenir une végétation dominée par le roseau commun et les marais d'eau douce. En absence d'apports, même dans le cas d'une succession d'années humides, le marais évolue progressivement vers la sansouire et les tamaris. Le changement climatique ne pourra qu'accentuer ce déficit hydrique en intensité, en fréquence et en durée.

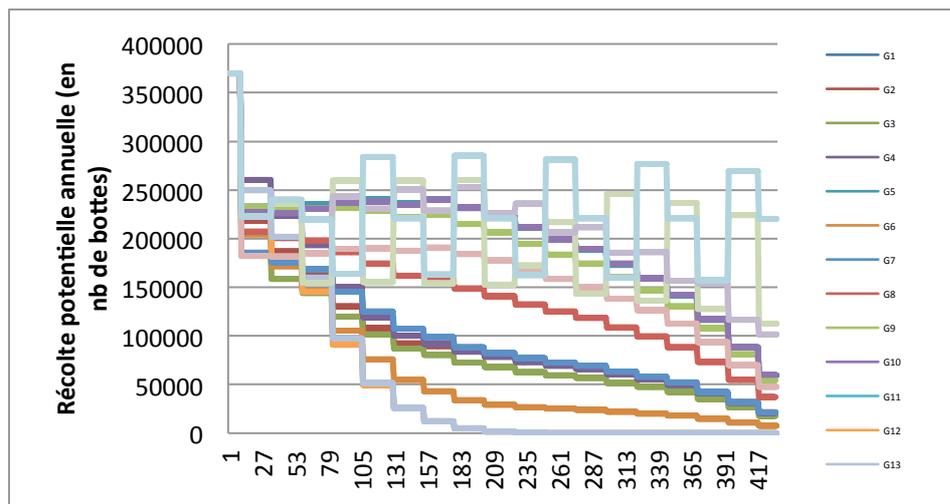


Figure 26 : Evolution de la récolte potentielle en roseau selon les scénarios de gestion.

La plupart des scénarios établis à partir des résultats d'enquête par entretiens semis-directifs, se traduisent par une régression de la roselière soit par excès d'eau soit par manque d'eau et accroissement de la salinité. Même les scénarios dits de « compromis social » à court terme (évitant les conflits entre principaux usagers) ne sont pas acceptables dans le cas de leur reproduction d'une année sur l'autre, y compris le scénario issu du plan de gestion 2001. Les apports sont dans ce dernier cas insuffisants pour éviter un accroissement de la salinité sur les terres hautes situées au nord de la dépression.

Le simulateur permet de rendre compte de la dégradation des roselières du sud quand on souhaite des massifs de belle venue au nord des étangs (principales zones exploitées). Cela met en exergue les causes des conflits des années 1970 et 1980 entre éleveurs localisés au sud et chasseurs et exploitants de roseaux au nord. Par ailleurs, cela explique aussi les processus de cloisonnement au sein même de la zone humide. Les constructions de digues sur les zones de roseaux au nord du Charnier et au nord-ouest du Scamandre permettent de maintenir des niveaux d'eau appropriés sans inonder par des lames d'eau trop importantes les parcelles du sud (Mathevet 2004). Ainsi on reproduit ici le paradoxe du pompage d'eau pour maintenir des roselières exploitées ou des marais de chasse en terre haute tandis qu'on limite l'eau dans les parties les plus basses et qui devraient logiquement être inondées plus longtemps et plus souvent. Cela questionne l'allocation des activités humaines et les possibilités de changement de localisation spatiale de ces activités.

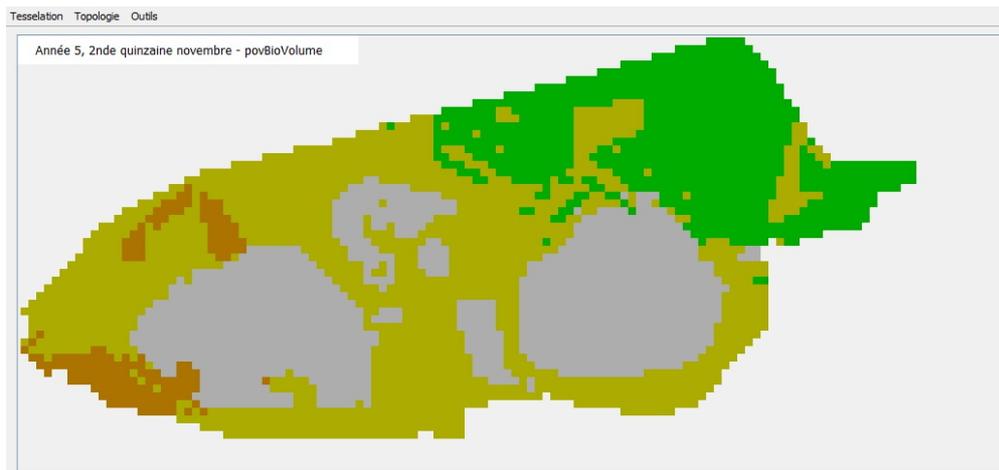


Figure 27 : Exemple d'évolution de la roselière faisant apparaître l'importance du gradient de salinité est-ouest et nord-sud sur la qualité du massif roselier (scénario G5).

La gestion alternée de façon annuelle, tour à tour très favorable aux activités cynégétiques, à la récolte de la sagne, au développement du patrimoine naturel, apparaît très favorable et possible malgré des évolutions sensibles de certains secteurs.



Figure 28 : Exemple d'évolution de la roselière selon une gestion alternée favorable tour à tour à l'exploitation du roseau, la chasse et les espèces emblématiques (butor, héron pourpré) mais entraînant la dégradation de certains secteurs au sud des étangs (zones de bas fond).

Si beaucoup reste encore à faire pour explorer dans le détail les résultats de ces premiers scénarios, la mise en œuvre du simulateur a permis d'améliorer encore notre compréhension du milieu et de sa dynamique face aux changements. En premier lieu il confirme que le marais ne serait pas dominé par le roseau commun sans les apports en eau liés aux usages. La zone humide serait donc une autre zone humide (saumâtre et dominée par les plantes halophiles) sans les usages de récolte du roseau et de chasse mais aussi la pêche dans les étangs. En second lieu, les conflits d'usage génèrent une variété de gestions tantôt propices tantôt défavorables au roseau. Et c'est bien quand une activité domine trop longtemps qu'un processus de dégradation du milieu palustre dulçaquicole se met en place. La roselière dépend donc fortement des hommes et des apports et retraits d'eau qu'ils sont capables de mettre en œuvre. Enfin, les discussions autour du simulateur révèlent que les scientifiques se sont principalement intéressés aux marais et peu aux étangs lors des réflexions de gestion intégrée. Remettre les étangs dans la réflexion, notamment via les herbiers et la qualité de l'eau,

apparaît comme une piste importante à explorer dans les années à venir. Ne plus séparer les étangs de leur marais bordeliers est une perspective qui pourrait permettre de mieux comprendre certaines postures d'acteurs et certains processus hydro-écologiques.

Enfin, dans l'hypothèse du changement climatique dont les conséquences prévisibles sont un déficit hydrique plus marqué en intensité et en durée et un étiage plus sévère du Rhône avec une remontée sensible du coin salé, l'enjeu est de continuer de préciser la capacité réelle de pompage ou d'irrigation gravitaire de la zone humide aux différentes saisons clés pour la dynamique du milieu et des ressources naturelles exploitées par les usagers.

Pour conclure tous les usagers rencontrés durant le projet s'accordent sur un point crucial : la nécessité d'un accord politique, d'un accord collectif entre les usagers de l'ensemble de la zone humide. Tous reconnaissent que ces travaux y contribuent sensiblement. Par ailleurs, pendant longtemps, le principal problème a été la capacité hydraulique amont/aval et interne au système. C'est encore aujourd'hui l'objet de discussion et cela devra être évidemment clarifié par une étude hydraulique spécifique permettant de préciser la possibilité de drainage gravitaire comme nous venons de le souligner plus haut, mais notre étude a surtout permis de faire évoluer l'hypothèse implicite de la gestion qui a prévalu jusqu'à présent : la disponibilité en eau douce dans le contexte du changement climatique. Aussi la question des volumes d'eau et des apports devient cruciale aujourd'hui alors que par le passé c'était principalement celle de sa période de distribution et de l'accès à l'eau douce. Les réflexions futures devraient contribuer à progresser sur ce changement déterminant de façon de penser les contraintes hydrologiques des marais en Camargue et l'adaptation des pratiques.

4. Perspectives

4.1 Poursuite de l'exploration collective des scénarios pour l'adaptation aux changements.

Les deux ateliers participatifs de juin et décembre 2013 (cf. annexes 1 et 2) seront poursuivis via la mise en place d'un atelier permanent avec le syndicat mixte de gestion de la Camargue gardoise. L'atelier devant se dérouler en février 2014 a été reporté après les élections municipales de mars. Une vingtaine de volontaires se sont engagés à participer à ces discussions et à mettre en œuvre avec les services de la mairie des pratiques de gestion adaptatives, facilitées par la mise en place du SAGE et l'installation de systèmes de mesures des hauteurs d'eau et de la salinité en temps réel. L'atout principal de ReedSim est sa spatialisation des dynamiques et l'intégration des effets de voisinage, il conviendra aussi à l'avenir de poursuivre l'exploration de scénarios avec des endiguements et des choix individuels de gestion afin de discuter des conséquences sur les différents paramètres dans le contexte d'une évolution climatique avec de fortes pluies, des inondations, des étés secs, une érosion littorale, des étiages printaniers et estivaux (évolution du coin salé dans le Petit Rhône ; évolution de la qualité de l'eau ; arbitrages pour l'allocation de la ressource en eau).

4.2 Généralisation du modèle au complexe deltaïque.

Nous avons construit les bases fonctionnelles d'un simulateur CAMADAPT, disponible dans 2 résolutions spatiales (10 et 1 ha), il permettra d'intégrer l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement des milieux agricoles et naturels et d'explorer des scénarios de gestion à

l'échelle du delta de façon complémentaire au jeu de rôles. Son développement sera néanmoins dépendant des financements futurs.

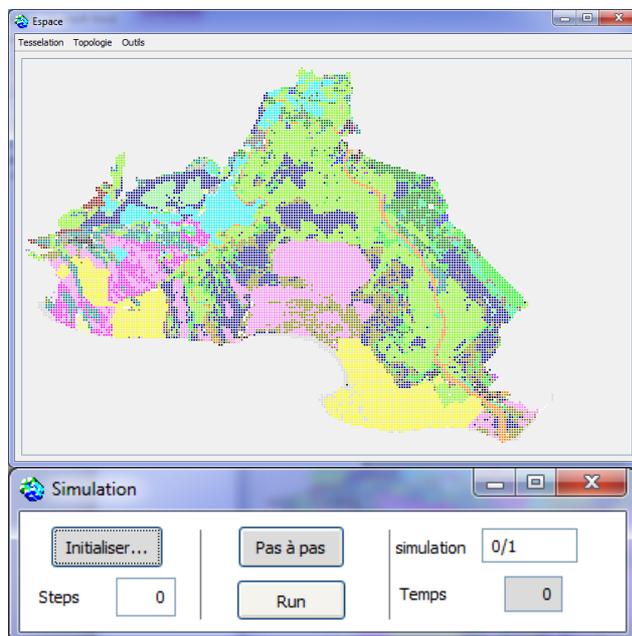


Figure 29 : Interface du simulateur CAMADAPT pour explorer les scénarios d'adaptation de la réserve de biosphère de Camargue.

4.3 Création d'une interface web interactive à l'intention des gestionnaires de marais méditerranéens.

Les scénarios climatiques pour la région Méditerranéenne prévoient une augmentation des températures et de la sécheresse estivales, avec une concentration des pluies en automne caractérisée par des épisodes pluvieux plus rares et de plus grande intensité. En zone littorale, ces modifications sont susceptibles d'entraîner une diminution de la ressource en eau en quantité et qualité (salinisation, plus forte utilisation des eaux de drainage), au moins à certaines périodes de l'année. Comment peut-on réduire les besoins d'apport en eau douce tout en maintenant les usages? Comment peut-on moduler les entrées d'eau en hiver pour éviter les entrées d'eau salée ou de moindre qualité à d'autres périodes de l'année? Les scénarios climatiques permettront-ils aux mares temporaires actuelles de se maintenir sans intervention sur leur gestion hydrologique? A quels volumes d'eau sont ou seront associés les différents modes de gestion et les divers usages?

Convaincus que les modèles sur le fonctionnement hydro-salins des marais développés dans le cadre du projet Camadapt étaient susceptibles d'apporter des éléments de réponse à ces questions permettant des choix éclairés de gestion bien au-delà de la Camargue, des financements obtenus auprès des Fondations Total, Provalat et MAVA nous ont permis de développer un outil interactif d'aide à la gestion s'appuyant sur ces modèles (Fig. 8). Cet outil permet de visualiser les variations mensuelles de niveaux d'eau et de salinité dans les marais littoraux en fonction des conditions météorologiques (moyennes, réelles ou simulées), et des différents mode de gestion (entrée/évacuation d'eau douce ou salée à divers mois de l'année), permettant de plus de quantifier les volumes d'eau nécessaires associés à ces modes de gestion.

Des travaux réalisés par la Tour du Valat sur l'écologie de la flore et de la faune des marais en Camargue (en partenariat avec l'ONCFS pour les marais de chasse) et sur le littoral Méditerranéen ont permis d'évaluer l'impact de la variation de la hauteur d'eau et du degré de salinité sur différentes composantes de l'écosystème. Traduites sous forme d'équations, ces relations ont été couplées au modèle hydro-salin. Elles concernent la flore et l'avifaune des marais: densité et hauteur du roseau, composition des herbiers à valeur patrimoniale élevée (espèces rares, représentatives de la spécificité méditerranéennes) et faible (espèces banales, typiquement associées aux milieux continentaux), probabilité de présence de la jussie (*Ludwigia* spp.) espèce exogène envahissante, abondance des passereaux paludicoles, et enfin, probabilités de présence de mâles chanteurs de butor étoilé, des colonies paludicoles de héron pourpré et de nidification du canard colvert. L'objectif global de cet outil est promouvoir une gestion raisonnée des marais méditerranéens, favorisant le maintien des usages tout en préservant leur valeur patrimoniale et ce, dans un contexte de nécessaire adaptation à la variabilité climatique.



TOUR DU VALAT

Mar-O-Sel

©2013-2014, Tour du Valat

Accueil
Mon compte
Modélisations
Style clair
Déconnexion
A propos...

Scénario : Défait

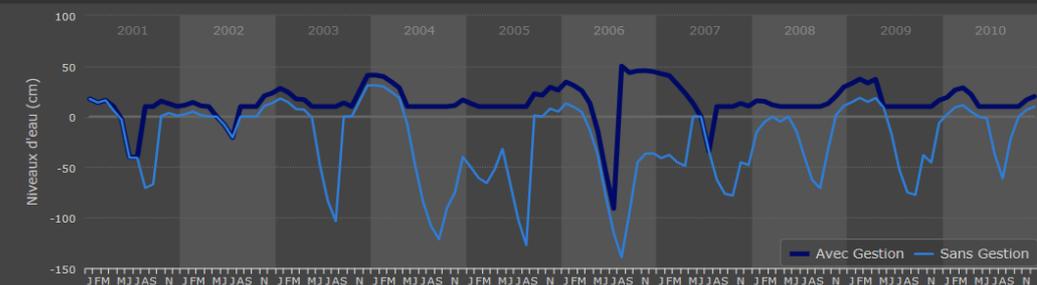
[Informations](#)
[Enregistrer sous...](#)

Paramètres du site	Hydrologie et Gestions	Options																						
Niveau d'eau initial (cm) : 10	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Conditions hydrologiques</th> <th>Modes de gestion</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Année 1 : 2001</td><td>Mode 1</td></tr> <tr><td>Année 2 : 2002</td><td>Mode 1</td></tr> <tr><td>Année 3 : 2003</td><td>Mode 3</td></tr> <tr><td>Année 4 : 2004</td><td>Mode 3</td></tr> <tr><td>Année 5 : 2005</td><td>Mode 3</td></tr> <tr><td>Année 6 : 2006</td><td>Mode 2</td></tr> <tr><td>Année 7 : 2007</td><td>Mode 1</td></tr> <tr><td>Année 8 : 2008</td><td>Mode 3</td></tr> <tr><td>Année 9 : 2009</td><td>Mode 3</td></tr> <tr><td>Année 10 : 2010</td><td>Mode 3</td></tr> </tbody> </table>	Conditions hydrologiques	Modes de gestion	Année 1 : 2001	Mode 1	Année 2 : 2002	Mode 1	Année 3 : 2003	Mode 3	Année 4 : 2004	Mode 3	Année 5 : 2005	Mode 3	Année 6 : 2006	Mode 2	Année 7 : 2007	Mode 1	Année 8 : 2008	Mode 3	Année 9 : 2009	Mode 3	Année 10 : 2010	Mode 3	Nombre d'années consécutives : 10
Conditions hydrologiques		Modes de gestion																						
Année 1 : 2001		Mode 1																						
Année 2 : 2002		Mode 1																						
Année 3 : 2003		Mode 3																						
Année 4 : 2004		Mode 3																						
Année 5 : 2005		Mode 3																						
Année 6 : 2006		Mode 2																						
Année 7 : 2007		Mode 1																						
Année 8 : 2008		Mode 3																						
Année 9 : 2009	Mode 3																							
Année 10 : 2010	Mode 3																							
Niveau de débordement (cm) : 100		Choix des années hydrologiques : chronologique																						
Étanchéité des digues (%) : 100																								
Coefficient bassin versant : 1																								
Coefficient en eau souterraine : 5.16932																								
Salinité eaux souterraines (g/l NaCl) : 15																								
Origine eau d'irrigation : Fleuve																								
Salinité eau d'irrigation : Faible																								
Paramétrage des Modes de Gestion...																								

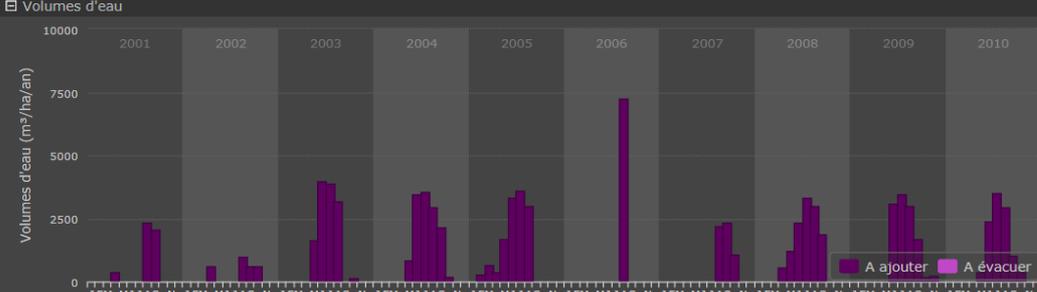
Résultats graphiques :

[Exporter les données...](#)

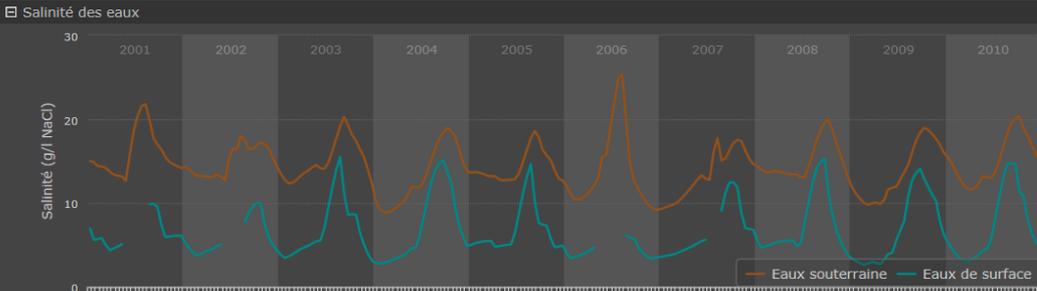
Niveaux d'eau



Volumes d'eau



Salinité des eaux



Hauteur du roseau

Densité du roseau

Avifaune - probabilités de présence / absence

Herbiers - taux de recouvrement et risque présence d'espèces invasives

©2013-2014, Tour du Valat - Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes

Figure 30 : Capture d'écran de l'interface web Mar-O-Sel, en cours de finalisation.

5. Les acteurs et usagers de la gestion de l'eau au-delà de la modélisation

5.1 Approche cognitive de la modélisation participative

Afin de poursuivre notre réflexion entamée dans le cadre du projet GIZCAM (LITEAU II) et de compléter l'approche sociologique, nous avons proposé en partenariat avec le Syndicat mixte de Camargue gardoise, d'étudier la cogestion adaptative des systèmes socio-écologiques à travers la CLE du SAGE. Plus précisément, il s'est agi de modéliser les systèmes hydrologiques mais également d'éliciter les modèles mentaux des acteurs concernés par la gestion de l'eau. Le but de cette modélisation était notamment de mesurer l'effet des nouvelles structures de gestion participative des ressources naturelles telles que la Commission Locale de l'Eau sur les représentations sociales ou modèles mentaux des acteurs qui les composent. La méthode adoptée fut la suivante :

- ✓ Des interviews associant free-listings et élicitation de modèles mentaux ont été réalisés auprès de 15 personnes issues de la CLE1 et de 15 personnes issues de la CLE2 n'ayant participé à aucune des réunions CLE précédentes.
- ✓ Analyse statistique des résultats des listings par analyse de consensus (logiciel UCinet).
- ✓ Analyse qualitative des résultats des listings selon la théorie des noyaux centraux (Abric, 1976).

Parmi les principaux résultats (Tableau ci-dessous) notons que les interviewés dans leur ensemble adhèrent à une représentation consensuelle du Système acteurs-ressources-processus en Camargue Gardoise. Nous pourrions alors conclure à une différence non notable entre les interviewés CLE1 et CLE2. Toutefois, cette représentation consensuelle repose uniquement sur un accord profond à propos des entités ressources. Elle peut donc être remise en question. Les acteurs de la CLE1, quant-à-eux, présentent une culture commune du système acteurs-ressources-processus. Cette adhésion à une représentation commune est renforcée par une vision consensuelle des acteurs et des ressources analysés individuellement. Nous pouvons donc conclure à une représentation consensuelle en construction parmi les interviewés CLE1 qui demande cependant à être consolidée (figure 31).

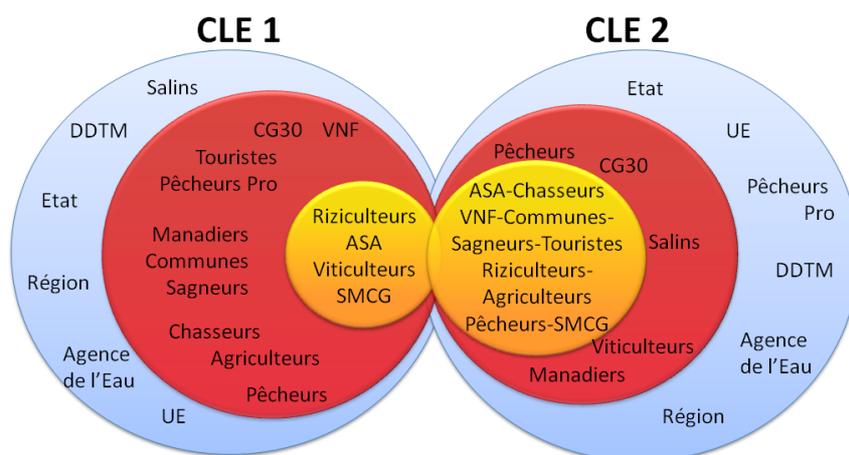


Figure 31 : Les acteurs de la gestion de l'eau en Camargue gardoise selon les membres de la CLE1 et de la CLE2. Des acteurs clés au centre en jaune aux acteurs secondaires ou périphériques en bleu

Les interviewés CLE2, malgré un accord global sur le système acteurs-communes-ressources, ne présentent qu'un consensus faible sur les ressources et n'adhèrent pas à une vision

commune des acteurs et des processus. Par conséquent, si consensus il y a, il reste extrêmement faible et s'étiole lors de concentration sur des thèmes plus précis.

Remarquons qu'aucun des groupes d'acteurs ne semblent parvenir à un accord sur la thématique des processus.

La distinction majeure concernant les représentations des acteurs entre les interviewés CLE1 et CLE2 vient de la hiérarchisation des acteurs essentiels et centraux. En effet, les interviewés CLE1 semblent accorder une importance plus grande aux acteurs manipulant l'eau sur le terrain et les financeurs /gestionnaires les plus locaux (SMCG). Ils définissent également un groupe d'acteurs essentiels plus réduit témoignant d'un phénomène de hiérarchisation et probablement d'une connaissance plus pragmatique de la gestion de l'eau en Camargue Gardoise. Notons, que dans les deux cas les administrations/financeurs agissant aux échelles régionales et supérieures ne sont classés qu'après les usagers et collectivités locales témoignant d'un rôle structurant reconnu mais en interaction plus diffuse avec le management de l'eau.

Catégories	CLE (CLE1+CLE2)	CLE1	CLE2
Acteurs	Pas de consensus	de Consensus	Pas de Consensus
Ressources	Consensus	Consensus	Consensus faible
Processus	Pas de consensus	de Pas de consensus	de Pas de consensus
Système	Consensus	Consensus	Consensus

Tableau 1. Les résultats de l'analyse comparative des modèles mentaux des membres de la CLE 1 et 2.

Par références aux ressources essentielles, nous pouvons constater une approche plus pragmatique et économique des interviewés CLE1 valorisant le riz, le vin et le tourisme. Les interviewés CLE2 en revanche, hormis une importance également considérable accordée au riz, semblent valoriser des ressources plus traditionnelles. Cela témoignerait-il d'une approche plus externe des interviewés CLE2 dont nombre d'entre eux sont arrivés plus récemment sur le territoire ?

Que ce soit pour les acteurs CLE1 et CLE2, le processus qui centralise toutes les préoccupations est celui des inondations et les enjeux qu'elles soulèvent. Toutefois, on observe que les interviewés CLE1 valorisent un nombre plus large de processus et d'enjeux. Il semblerait donc que les réunions de la CLE aient permis de sensibiliser les participants aux multiples problématiques présentes en Camargue Gardoise.

Nous pouvons d'ores et déjà conclure à la naissance d'une culture commune pour les membres de la CLE1 même si elle demande à être consolidée. Cependant, serait-ce le fruit de l'apprentissage social occasionné grâce aux réunions et échanges CLE ou dû à des tendances externes ? Seules les suites de l'étude (une seconde vague d'enquête en fin de mandat de la CLE2) nous permettra d'en savoir plus.

5.2 Le processus de territorialisation de la biodiversité et écologisation des pratiques de gestion du bassin du Scamandre en Camargue gardoise.

Basée sur l'étude des archives départementales et communales, ainsi qu'une analyse des travaux en écologie, en géographie, économie et histoire, réalisés au cours des vingt dernières

années aux marais du Scamandre situés dans la partie gardoise de la réserve de biosphère de Camargue, nos résultats montrent comment les actions de protection d'espèces emblématiques interagissent avec la construction sociale de la nature par les différentes parties prenantes. Cette étude donne à voir comment les conflits contemporains entre les acteurs locaux (chasseurs, pêcheurs, récoltants de roseaux, éleveurs), les environnementalistes et les propriétaires fonciers constituent une itération d'un processus de transformation sociale relatif à l'accès à l'espace et au contrôle des flux et des niveaux saisonniers d'eau et de sel afin de faciliter l'exploitation de différentes ressources naturelles (fourrage, poisson, gibier, matériaux). Les conflits d'hier et d'aujourd'hui sont écologisés avec les changements de politiques d'aménagement et de conservation de la biodiversité. Nous montrons comment les crises environnementales et leurs perceptions au cours de l'histoire sont à relier aux changements des connaissances mais aussi des modèles dominants dans les divers champs scientifiques, les éthiques environnementales et les postures des institutions en charge de l'aménagement et la gestion de l'environnement. Nous soulignons également comment ces changements ont contribué au développement de politiques contractuelles de conservation de la biodiversité aux échelles locale, nationale et européenne (MAE, CTE, CAD, MAET, Natura 2000). Ce travail permet de discuter des enjeux de la mise en œuvre d'une cogestion adaptative des paysages culturels qui légitime les normes et les usages sociaux de l'espace et qui conduit à une gestion locale des espèces et territoires emblématiques.

L'analyse du cheminement historique permet de distinguer certaines dynamiques du bassin de Scamandre, de comprendre et expliquer le paysage actuel et les tensions qui le traversent (Mathevet et Couespel 2012). L'origine principale des conflits actuels, liés à l'accès à l'eau dans le marais, date des années 1960. Dans le cadre d'une politique nationale, il avait été choisi de favoriser la riziculture amont au détriment du marais aval. L'enclosure hydraulique et l'autonomisation de la gestion de l'eau des parcelles privées au sein de ce dernier s'inscrit en réponse à cette contrainte extérieure. Ainsi, le possible espace d'entente entre les acteurs, gage de la multifonctionnalité du marais, était corseté. Cette trajectoire de l'environnement paludicole et des rapports sociaux nous révèle cinq enseignements principaux.

Tout d'abord, depuis le XVI^e siècle, l'origine de la déstabilisation du régime de gestion du système socio-écologique s'est produite systématiquement suite à l'intervention d'un intérêt extérieur marginalisant soudainement le marais et ses usagers. Les actions qui en sont issues ne concernent pas directement le marais, mais elles le perturbent grandement en modifiant les exutoires et la temporalité des accès à l'eau douce. Dans les trois principaux conflits identifiés, le bassin du Scamandre apparaît, en quelque sorte, comme un territoire subissant les dommages collatéraux des intérêts économiques exogènes (unification du Royaume, développement économique des vignobles des Costières par la création d'infrastructures de transport, développement rizicole dans les marais périphériques conduisant à un changement de priorité pour l'allocation de la ressource en eau douce). Ces contextes se différencient de ceux de la dernière crise environnementale (qui débute à la fin des années 1980) où l'intervenant extérieur (le syndicat mixte) souhaite, au contraire, valoriser le marais plutôt que le marginaliser. Cette étude permet également de constater que les tensions actuelles, qui caractérisent la crise environnementale du marais, trouvent leur origine dans le cycle précédent. Les étangs du Charnier et du Crey d'une surface non négligeable par rapport à la superficie totale du marais, sont vraisemblablement apparus dans la seconde moitié du XIX^e siècle suite à des niveaux d'eau inadaptés. Cette dynamique d'ouverture du milieu n'est probablement pas que le fruit de la gestion de ces deux ou trois dernières décennies. La nouvelle intervention extérieure est le choix du développement rizicole de la seconde moitié du XX^e siècle. Elle a conditionné fortement l'accès à l'eau des acteurs du marais et a engendré une réponse partielle et instable. La domination politique et hydraulique du secteur

agricole en amont, limite l'accès à la ressource en eau ce marais au printemps et en été. Cette réponse a produit une période d'instabilité où la moindre intervention extérieure ou interne fait vaciller la dynamique du système socio-écologique. Les conflits d'aujourd'hui sont une réponse à ceux d'hier.

Le second enseignement est tiré de la mise en perspective historique de la dynamique socio-écologique du bassin du Scamandre. Cette dynamique traduit une inadéquation de l'espace de gestion actuel avec les dynamiques hydro-écologiques en cours. Aujourd'hui, la gestion de l'eau du bassin du Scamandre se fait *in situ*. Cela signifie qu'elle se réalise à sa seule échelle, sans réellement tenir compte des dynamiques en amont. En effet, le plan de gestion ne se réfère qu'à ce seul espace. Pourtant, le fonctionnement des différents canaux présents aujourd'hui dans le marais s'inscrivait dans un espace de gestion plus important. Il intégrait notamment les marais supérieurs de la Souteyranne, situés au sud de l'étang du Charnier, transformés en terres agricoles. Notre étude invite les acteurs du système socio-écologique à revoir l'espace de gestion et son périmètre. Elle les incite aussi à se réinscrire pleinement dans une réflexion plus globale au sein du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (Sage) élaboré par le syndicat mixte de la Camargue gardoise.

Le troisième enseignement est la mise en évidence d'un modèle général d'évolution. Dans ce modèle, le passage de la propriété commune à la propriété privée se traduit par des changements d'usages et de gestion, la création de digues et de canaux et l'atomisation de la gestion de l'eau. Le but est d'accroître et de réguler la production des ressources naturelles exploitées, face à la variabilité naturelle. La modification des structures foncières et hydrauliques – issue du passage de la « propriété-jouissance » à la « propriété-exploitation » puis à la « propriété-spéculation » – entraîne des changements de la distribution spatiale des usages et des pratiques de gestion. Cette nouvelle territorialisation des usages privés de l'espace, mais aussi de la conservation de la biodiversité via des achats fonciers par les autorités publiques (que nous avons appelée par ailleurs « recollectivisation de l'espace » in Mathevet, 2004) favorise un processus d'enclosure de l'espace par une spécialisation de sa gestion à grand renfort de nouveaux aménagements hydrauliques. Les conséquences sont une fragmentation de l'écosystème, ainsi qu'une gestion de l'eau individuelle qui compromet l'efficacité de la régulation sociale dans l'espace collectif public. Devant le constat que la gestion collective de l'eau se heurte à son atomisation, on peut se questionner sur la pertinence du maintien de la gestion concertée dans les années avenir. Malgré l'intérêt écologique majeur de cet espace, on peut se demander si la poursuite de l'artificialisation de ce marais, via l'enclosure et les pompes hydrauliques, ne peut pas finalement préserver la roselière et permettre ainsi aux oiseaux nicheurs, tels que les butors étoilés ou les hérons pourprés, de se maintenir et même de se multiplier. Cela soulève le paradoxe d'artificialiser pour naturaliser le marais. L'artificialisation du marais questionne également l'acceptabilité sociale de la perte de naturalité au profit d'une roselière désormais largement cultivée par l'homme afin de favoriser la nidification de l'avifaune, à l'instar des nids artificiels de cigognes qui se multiplient dans leur aire de reproduction. Doit-on poursuivre ce processus d'artificialisation de la gestion de l'eau et de la spécialisation de l'espace, dès lors qu'il peut être profitable à la roselière et à la biodiversité emblématique ?

Le quatrième enseignement porte sur l'intégration du temps long dans la réflexion sur les processus d'adaptation et de transformation via l'étude de la dynamique sociale du bassin du Scamandre. À travers l'analyse de ce territoire de quelques milliers d'hectares, se reflètent les grandes phases de l'histoire de la France. Le XVII^e siècle de l'avènement de l'analyse scientifique et des projets d'assèchement du marais, ainsi que le XVIII^e siècle des Lumières et la construction du canal de Beaucaire précédant la période révolutionnaire se traduisent localement par l'ouverture de brèches dans ce canal. Au XIX^e siècle, l'émergence d'un

capitalisme actionnarial teinté de progrès technique s'impose en tant qu'acteur majeur sur le marais. Puis le XX^e siècle de l'avènement de la technique et de la planification, avec l'assèchement des marais supérieurs de la Souteyranne, qui avaient résisté aux savoirs du siècle précédent. Cette période est également le siècle de la prise de conscience des enjeux environnementaux.

À ce territoire, théâtre de ces grandes phases historiques d'ampleur nationale et internationale, s'ajoute une dimension locale. Ce façonnage successif du marais – en s'enchaînant et en se « transmettant » – a produit le marais tel qu'il apparaît aujourd'hui. Les recompositions, réaménagements et reconfigurations n'ont eu de cesse de changer les fonctionnalités du marais et modifier les composantes du système socio-écologique et leurs rôles. Ainsi, le canal de Beaucaire, construit pour favoriser l'échange marchand sur l'arc languedocien, est aujourd'hui utilisé par des péniches de tourisme. De même, le marais, hier marginalisé, devient aujourd'hui un haut lieu du patrimoine naturel en raison de la nidification d'espèces de hérons emblématiques. Le marais fut ainsi voué à une valorisation par le dessèchement, puis à une valorisation contre le dessèchement après l'échec de la première option. Nos travaux démontrent l'existence d'un rythme d'enchaînement de séquences brèves dans la trajectoire socio-écologique du marais. Ces séquences conditionnent le devenir du marais sur un pas de temps beaucoup plus long. La mutation lente et pluriséculaire, liant intimement les activités humaines et les dynamiques écosystémiques, a permis l'émergence de ce territoire dans sa configuration actuelle. C'est-à-dire un marais avec trois étangs, une roselière, des activités humaines, un accès à la ressource d'eau conflictuel et un intérêt écologique majeur qui, d'ailleurs, n'incombe pas *sensu stricto* à ce territoire, mais s'inscrit aussi dans le contexte d'une régression mondiale des zones humides. Dans ces zones, les marais relictuels suscitent un intérêt accru du fait leur nouvelle rareté.

Enfin, le cinquième et dernier enseignement concerne l'intérêt d'intégrer la *Political ecology* dans les sciences de l'environnement. En négligeant les apports des sciences écologiques, l'approche *Political ecology* a pu conduire à relativiser les perturbations anthropiques et la gravité de la fragilisation de la résilience du système socio-écologique. Or, en objectivant l'existence des problèmes environnementaux, la *Political ecology* peut être le moyen d'assembler efficacement les deux faces d'une même médaille, dont l'une ou l'autre continue souvent d'être occultée ou négligée malgré les injonctions à l'interdisciplinarité. Les sciences de la conservation gagnent encore du pouvoir et en influence avec la montée en puissance du souci environnemental et de l'écologie globale. Ces sciences doivent davantage mobiliser une approche historique et de *Political ecology*, aux dépens des déconstructions sociales ou de l'arrogance de certaines écologies, dans l'édifice interdisciplinaire autour des objets environnementaux. La *Political ecology* permet de traiter le processus d'écologisation comme un changement des rapports de force. Combinée avec l'approche historique, la *Political ecology* souligne l'inertie territoriale issue des modèles mis en place à une autre échelle : « l'engrenage de production » dont il est difficile de se défaire. La *Political ecology* montre qu'écologiser les politiques publiques demande la prise en considération du fonctionnement du système socio-écologique. L'écologisation peut être vue comme un processus d'hybridation pour dépasser la seule intégration des enjeux d'environnement et incorporer aussi les inégalités écologiques et sociales. Cette approche de *Political Ecology* permet de montrer comment la modernisation écologique des territoires a suffisamment de connaissance des dynamiques socio-écologiques pour participer de la métamorphose sociale vers la modernité réflexive ou la *creative self-destruction of industrial société* (Mathevet et Couespel 2012).

5.3 L'évolution du système cynégétique camarguais et son adaptation aux changements socio-environnementaux.

Les chasseurs qui sont les principaux gestionnaires de l'eau et des milieux dans les zones humides situées en dehors des stricts espaces naturels protégés camarguais constituent un groupe d'acteurs important dont il est important de connaître les intérêts et représentations à l'échelle de la réserve de biosphère. Aussi, il s'est agi d'analyser comment les changements, en particulier l'écologisation des politiques publiques, la patrimonialisation de l'espace rural et la territorialisation de la biodiversité participent d'une remise en cause du système de valeurs, de représentations et de la légitimité de la chasse en Camargue et comment les chasseurs s'adaptent à ce nouveau contexte.

La chasse en Camargue est une activité qui participe à la structuration du territoire (Mathevet et Mesléard 2003). Elle génère à la fois des paysages, une économie et un ensemble d'interactions avec les autres activités camarguais. Pourtant, contrainte par de nombreux règlements et voyant ses territoires potentiels se réduire, la chasse se trouvait dans les années 2000, dans une période charnière. Ce contexte peu favorable pouvait laisser penser à une possible recomposition de cette dernière dans le territoire camarguais. Cela non seulement dans une dimension renvoyant à la pratique cynégétique, mais également en termes d'acceptation et de représentations sociales. Aux termes de cette étude basée sur des entretiens semi-directifs auprès de 55 chasseurs, nos résultats montrent qu'il y a une forte représentation sociale sur le thème de la Camargue. On retiendra que la notion de la nature sauvage, au sens propre, est encore très présente dans l'imagerie des chasseurs camarguais. Le fait de la maintenir dans un territoire qu'ils conçoivent eux même, comme aménagé, n'apparaît pas forcément contradictoire mais comme une stratégie collective pour maintenir une image idéalisée de la nature, traduisant une forme de quête permanente du sauvage, source de justification d'une « vraie » pratique cynégétique.

S'agissant des autres thèmes étudiés (chasse, chasseur, protection de la nature), la relative faiblesse de la stabilité des noyaux centraux des représentations sociales pourraient s'expliquer, en partie, par la diversité des profils socioculturels des chasseurs camarguais. En effet, dans les marais de chasse camarguais, on croise aussi bien des chasseurs d'origine ouvrière que des PDG de grands groupes industriels. Il est donc légitime, de penser que malgré une pratique commune (la chasse), le fait de l'exercer dans des contextes sociaux-culturels si hétérogène génère des visions de la chasse riche en contrastes. Ces divergences ne sont, en rien, incompatibles avec une vision commune de la Camargue, bien au-delà de la simple pratique cynégétique et du secteur géographique considéré. Pour se rendre compte des évolutions et des adaptations de la chasse au cours de cette dernière décennie, nous nous sommes également intéressés à l'étude des pratiques cynégétiques. Nos résultats montrent que cette activité a su se maintenir en se réadaptant ou en intensifiant des stratégies qu'elle avait auparavant mises en place. Les grandes chasses, celles qui bénéficient à la fois de plus de moyens et de vastes domaines apparaissent plus aptes à s'adapter aux changements globaux. *A contrario*, les domaines de chasse communaux ou privés de plus petites tailles sont les plus mis en tension. L'activité cynégétique pourrait ne plus engendrer la rentabilité économique et/ou la passion nécessaire à son maintien. En effet, l'investissement réalisé dans la gestion cynégétique augmente en quelque sorte la vulnérabilité du système, face aux changements globaux. Plus le système est construit, aménagé et onéreux, tel qu'il l'est aujourd'hui de façon croissante, moins il dispose des capacités de faire face aux aléas naturels ou humains. Face à cela, les territoires cynégétiques se trouvent alors confrontés à un changement d'affectation. Ces exploitations cynégétiques pourraient en effet, devenir des « parcs de loisirs cynégétiques » où tout serait factice y compris les canards colvert massivement lâchés. Cela est envisageable

et existe déjà dans quelques propriétés, notamment des chasses à la journée, mais il semble que le modèle ne soit pas généralisable à l'ensemble de la Camargue. L'attrait cynégétique résidant dans le caractère sauvage de son gibier. Les chasseurs, recherchant le simple acte de chasse, sont tentés par des destinations de tourisme cynégétique. Le Kazakhstan ou bien l'Argentine deviennent aujourd'hui des « Hot spot » cynégétiques garantissant des tableaux à la mesure de l'âge d'or camarguais. On pourrait également tendre vers une généralisation spatiale marginale du modèle agricole, tel qu'il est répandu en Camargue. Cela dépendra, cependant, principalement de l'évolution de ce secteur soumis aux marchés internationaux, mais également à l'avenir de la politique agricole commune (PAC). L'autre possibilité discutée pour ces territoires est de tendre vers un modèle éco-touristique. Les grands domaines camarguais, bénéficient de nombreux atouts. A côté de la chasse, ils possèdent un potentiel d'espaces « nature » et pourraient le valoriser autrement que par la chasse. Les individus qui s'y rendent déjà ne cherchent plus le simple acte cynégétique mais également un ensemble, composé à la fois d'un paysage grandiose et d'un effet de club, un entre soi. La convivialité et les fameux repas d'après chasse, tant vantés par leurs pairs, associés à des paysages auront, en quelque sorte, relégué en activité annexe la chasse. Ainsi, le prix d'une action de chasse devient de plus en plus un billet d'entrée dans « un club » jouissant d'un domaine grandiose. Ce devenir probable pour nombre de propriétés peut être mis en parallèle avec ce que l'on observe dans certains pays de l'hémisphère sud, où l'accès aux grands espaces de nature est réservé à une élite financière mondialisée. Le cas camarguais amène néanmoins à nuancer ces propos. En effet, la collectivité par le biais du conservatoire du littoral achète de grandes surfaces, qui tôt ou tard, et tout ou partie, seront ouvertes au public.

Pour conclure ces travaux sur les modèles mentaux des membres (entrant et sortant) de la CLE du SAGE Camargue gardoise, l'histoire environnementale des marais du Scamandre et les représentations et pratiques des chasseurs de Camargue, révèlent que les conflits anciens sont aujourd'hui écoligés par les politiques publiques de conservation de la biodiversité. Cela signifie que les différentes politiques préexistantes aux conflits actuels sont devenues écologiques. Les conflits anciens de pouvoir sont reformulés et s'expriment dans les conflits entre les environnementalistes, les chasseurs et exploitants de roseaux. La gestion environnementale de l'eau et du territoire traverse et requalifie ce dernier. Elle souligne à la fois l'enjeu de la réflexion sur les représentations de son fonctionnement écologique et l'enjeu d'un compromis social pour relier les composantes garantes de ce fonctionnement.

Nous avons montré que le processus de réingénierie publique de l'eau conduit à des régimes économiques stables dans les terres privées et permet l'accumulation de ressources. De nouvelles articulations de l'économie locale avec la demande extérieure en commodités et aménités environnementales accroissent les besoins en eau dans le système et peuvent conduire à des crises sociales. Chaque crise engendre une redistribution de l'eau, reléguant à plus tard la source même des conflits (secteur privé contre secteur public, l'amont contre l'aval) en se concentrant sur l'allocation spatiale de la ressource en eau à l'intérieur du système local. Ce qui signifie que les conflits entre les chasseurs, les récoltants de roseau et les pêcheurs ne viennent pas d'une rareté chronique de la disponibilité de l'eau, mais des contradictions et choix hydrauliques réalisés par le pouvoir central. La question du temps est donc posée dans l'analyse de la résilience du système socio-écologique et des processus d'adaptation. Par exemple, le dialogue social, qui prit place durant l'élaboration du dernier plan de gestion des marais du Scamandre, s'est concentré sur une période d'analyse très courte (30 ans) et un périmètre très limité (le bassin du Scamandre). Le choix de ces paramètres ont conduit à « boîte noirciser » les variables exogènes qui contraignent fortement le système socio-écologique. Cela a amené les scientifiques et acteurs locaux à certainement sous-évaluer

l'ampleur des enjeux et à ne pas remettre en cause leur « désir de gestion collective », malgré les contraintes issues des anciens choix politiques d'aménagement régional. Ce processus relève de l'excès de présentisme dénoncé par l'historien François Hartog et questionne le contour même de la crise environnementale du bassin du Scamandre. En effet, ignorer les relations de pouvoir sur le long terme conduit à une science de la conservation borgne et à une gestion borgne. On aboutit alors à un aveuglement déterminant des principaux intervenants en charge de l'animation et la co-construction de solutions collectives. Il s'agit bien, à l'avenir, d'une part, de reconnecter les faits, les valeurs et les actions en explicitant les solidarités écologiques, ces interdépendances avec les humains et la nature (Mathevet 2012), et d'autre part, d'intégrer l'histoire environnementale des lieux, car aucun paysage culturel n'est local.

L'approche simultanée des jeux d'acteurs et des représentations sociales participe grandement à l'identification des rationalités situées et aide à mieux appréhender le rôle des relations de pouvoir, et des relations économiques et politiques entre les acteurs et les processus. C'est ainsi que dans la poursuite de notre exploration de la résilience d'un système socio-écologique, nous pouvons dire, comme Héraclite, que décidément la nature aime à se cacher, rien n'est permanent si ce n'est le changement. La volonté de rompre avec l'ordre passé est bien tributaire de ce dernier, les choses changent d'autant moins que l'on tente de les séparer de ce qui les a précédées. Les zones humides n'échappent pas à l'adage du guépard : il faut que tout change pour que rien ne change.

Partie 3 : La difficile inscription des risques littoraux dans l'action publique locale : perceptions sociales, espace public, et intégration juridique des contraintes géomorphologiques

I. Entre perceptions, publicisation et stratégies d'acteurs, la difficile inscription des risques littoraux dans l'action publique

Le littoral du delta du Rhône est l'objet d'une attention publique particulière, car soumis à un fort risque d'érosion et de submersion marine. Totalement endigué depuis le milieu du XIX^e siècle, privé des apports sédimentaires du fleuve et soumis à l'élévation du niveau marin, il est de plus en plus violemment soumis aux assauts des tempêtes marines. Deux politiques de gestion coexistent sur ce littoral : aux Saintes-Maries-de-la-Mer, les travaux d'entretien des digues mobilisent d'importants et incessants investissements, tandis qu'à l'autre bout du littoral, la déprise industrielle de l'exploitation salinière permet aujourd'hui au Conservatoire du littoral, nouveau propriétaire, de réintroduire sur ce delta une part de variabilité naturelle dans le trait de côte en abandonnant sur ses espaces l'entretien coûteux des digues frontales à la mer. Une partie de l'enjeu de préservation de ce littoral face à l'élévation du niveau de la mer et au problème d'érosion semble résider dans la complémentarité de ces différentes politiques de gestion. Les résistances sociales qui leur sont opposées résultent-elles d'une différence de perception des risques, d'une pluralité des modes de construction de ces perceptions ou encore de l'inadéquation perçue de ces mesures ?

1. Comment perçoit-on les risques littoraux et notre vulnérabilité à ceux-ci ?

1.1 La mémoire s'inscrit dans des traces

La perception des risques y est cependant ancienne, elle s'inscrit notamment dans les paysages via les différents aménagements qui se sont succédés. Les acteurs publics assèment cependant souvent que les « gens » n'ont pas conscience de la hausse du niveau marin, du risque de submersion et d'érosion. Pourtant une brève analyse de l'espace public (presse, réunions publiques, forums, etc.) montre au contraire une réelle présence de ces problématiques. Il serait surprenant qu'un constat différent s'impose compte tenu de l'ancrage historique de cette problématique. En effet, la perception des risques littoraux est très ancienne sur l'espace camarguais. La protection contre les invasions marines est un des projets les importants de l'aménagement de la Camargue au cours du XIX^e siècle. En 1850 est décidé son achèvement :

« Il n'existe aucune défense semblable [à celle du Rhône] du côté de la mer qui peut, dans ses intumescences, envahir 40 000 hectares de terres inférieures à la cote de la haute mer. A la vérité, la plage est bordée par un cordon littoral qui forme une sorte de digue naturelle en sable, mais outre qu'elle ne s'élève guère qu'à un mètre au-dessus du zéro, tandis que la mer monte jusqu'à la cote de 1 m. 42 c, elle est encore percée par diverses ouvertures nommées graus ou trabas [...] Il faut, avant tout, défendre l'île contre les invasions de la mer, et, pour cela, établir une digue sur son littoral [...]. Le littoral de la Camargue est déjà, aujourd'hui, fermé, en partie, à l'est et à l'ouest, par des

digues, sur un développement de 19 200 mètres environ. Il ne reste qu'une lacune de 15 000 mètres. »⁹

Plus spécifiquement, et en dépit des enrochements érigés en front de mer dès le milieu du XIX^e siècle, le problème de l'érosion marine et le risque, redouté entre tous, de voir disparaître le village de Saintes-Maries-de-la-Mer demeure, voire se fait plus prégnant. En effet, comme le rappelle Louis Borel (2012), le conseil municipal du 30 octobre 1898 décide d'engager des actions à la hauteur des événements et s'en remet aux services des Ponts et Chaussées en arguant que : « Considérant que, depuis 28 ans [la mer] s'est avancée de plus de cinq cents mètres [...], que le danger est imminent en face de cet avancement régulier de la mer, et qu'on peut fixer la date rapprochée où les derniers obstacles seront emportés et où la mer pénétrera dans l'île détruisant notre antique cité et ruinant le pays tout entier, qu'il y a un intérêt général à prémunir et à éviter si possible un tel désastre ».¹⁰

De nouveau, à la fin des années 1920, la protection de la côte inquiète et les mesures s'accroissent sous la pression des événements critiques, comme le rapporte le service technique des Ponts et Chaussées lors d'une délibération du Conseil Général du département des Bouches du Rhône :

« A l'ouest du cimetière de la ville des Saintes Maries, les ouvrages de défense contre l'invasion des eaux de la mer, traversent une ancienne lône actuellement comblée par des sables; la digue en béton construite en 1922 est protégée dans cette partie par des enrochements reposant sur une mince couche d'argile. Le raz de marée qui s'est produit en janvier et la grosse mer qui a régné du 15 janvier au 10 février 1926, ont occasionné des avaries à la digue en béton, notamment dans la partie construite au-dessus de l'ancienne lône, sur une longueur de 15 mètres. La mince couche d'argile entamée par la mer a cédé sous le poids des enrochements qui se sont enfoncés profondément dans la vase, la semelle des blocs artificiels en béton s'est détachée, laissant un vide de 0 m. 60 à 0 m. 70 entre cette semelle affaissée et le dessous des blocs en béton. C'est par ce vide que l'eau de la mer, sous l'influence des vents profondément du Sud pénètre sur la chaussée du chemin contiguë et la digue, et par ses corrosions incessantes menace la solidité complète de l'ouvrage de défense, si des travaux de consolidation ne sont pas exécutés le plus tôt possible »¹¹.

L'inefficacité des protections à enrayer définitivement le processus apparaît cependant rapidement aux acteurs publics associée au financement récurrent de leur entretien (financement assuré par la municipalité, le conseil général et l'Etat français). A titre d'exemple, après plusieurs grands travaux de protection en 1928 et 1929, il est décidé par le Conseil Général¹² en 1931 la subvention d'un projet de « protection de la digue de défense contre la mer par un revêtement en blocs naturels et artificiels » associés au prolongement de la digue en béton à l'Est du village des Saintes qui l'oblige à contracter un emprunt sur 28 ans à taux de 5,05 %, mais auquel il consent « en raison de l'urgence qu'il y a à exécuter lesdits travaux ». Si on peut ne pas être surpris par la connaissance déjà ancienne du risque de submersion, il est également notable que la connaissance de l'érosion et de l'accrétion du littoral camarguais était également disponible à la fin du XIX^e siècle, ainsi Charles Lenthéric¹³ observe-t-il le phénomène de l'érosion sur le littoral du grand delta du Rhône :

⁹Bouches-du-Rhône. Conseil général. Rapports et délibérations - Conseil général du département des Bouches-du-Rhône. 1850.

¹⁰ Borel L. (2012), *Histoire des Saintes-Maries-de-la-Mer*, Ed. Errance, Paris, p.200

¹¹Bouches-du-Rhône. Conseil général. Rapports et délibérations - Conseil général du département des Bouches-du-Rhône. 1926.

¹²Bouches-du-Rhône. Conseil général. Rapports et délibérations - Conseil général du département des Bouches-du-Rhône, 1931

¹³*Les villes mortes du golfe du Lyon*, Jean de Bonnot éditeur, (pp257-259), 1876, réédition de 1989

« La plage des Saintes-Maries suit donc depuis plusieurs siècles une marche rétrograde assez prononcée. Plus loin, les mêmes phénomènes se reproduisent, et la pointe de l'Espiguette [...] s'avance d'une dizaine de mètres par an. Par contre le golfe d'Aigues-Mortes a une tendance à se creuser tout comme celui des Saintes Maries ; affouillement lent, mais continu, et qui commence à menacer sérieusement le petit hameau de grau du Roi »

Dans les années 1930 sont installés les premiers épis en bois pour expérimenter d'autres types de protection comme cela a été réalisé sur la côte de Sangatte dans le Pas de Calais (Borel, 2012). La mémoire de ces épis se retrouve encore parmi les anciens Saintois comme ce pêcheur qui évoque leur efficacité supérieure selon lui à celle des épis en enrochements : « Quand ils avaient fait les épis en bois - en 1933, j'étais grand déjà en 33 [le pêcheur était alors âgé de 12 ans] que l'eau passait à travers. Ça avait fait la plage, mais avec les épis en pierre le coup de mer tape dans la pierre, il bouge le sable qui est au fond et les courants du Levant [vent de sud-est] le prenne et l'emmènent ». Malheureusement, cette expérimentation se solde par un échec. Ces épis en bois sont peu à peu détruits par les tarets, mollusques bivalves, qui s'attaquent aux bois immergés dans l'eau de mer. Mais les effets trompeurs de la protection lourde qui va succéder à ces premiers épis en bois sont rapidement observés, notamment par ceux qui pratiquent quotidiennement le littoral comme nous l'explique ce pêcheur professionnel à pied¹⁴ :

« Quand ils ont mis les rochers, la plage est revenue au début parce que les grands bancs de sable au large ont bougé et avec les courants ce sable est rentré en bord de plage et s'est mis de part et d'autre de ces épis. Mais avec les années qu'est-ce qu'elle a fait la mer ? Elle a continué à évoluer, à venir chercher ce sable en bord de plage, elle a commencé à créer des haut-fond et ce sable il est parti au large, dans les fosses, il n'est plus revenu, y'a plus d'échange. S'ils avaient arrêté de mettre des cailloux, la mer aurait continué à grignoter je dis pas qu'elle se serait arrêtée, parce que ça monte, il faut pas se leurrer la mer monte, mais j'ai l'impression que le phénomène s'est accéléré avec ces épis qu'ils ont créés. »

On voit par ce bref descriptif les traces matérielles sur lesquelles s'appuie une mémoire partagée de la présence du risque. La succession des actions visant à s'en prémunir au cours du temps agit comme autant de marques pour rappeler la présence de ces risques. L'affirmation, à la suite d'une catastrophe, par des acteurs-clefs d'une non-perception des risques par « les gens », paraît donc ne pas suffire à rendre compte de ce qui est en jeu. Il semble que la perception ne s'identifie pas à l'attention portée aux risques. Nous pouvons percevoir l'existence (passée ou présente) d'un risque sans nécessairement se sentir immédiatement en danger ou sans prolonger cette représentation dans l'ensemble des sphères de la vie quotidienne. Si ce n'est la perception qui joue quels sont alors les facteurs intervenant dans la sensibilité à ces risques ?

¹⁴ Les bancs de sables bordant le littoral camarguais recèlent un gisement de tellines (*Donax trunculus*), petits coquillages bivalves, dont l'exploitation à pied emploie plus de 75 pêcheurs professionnels

1.2 Sensibilité à l'évènementiel de la mémoire et de l'attention portée aux risques

Le degré d'attention apportée à ces risques, qui doit être distingué de la perception, est très fortement dépendant de la proximité d'événements critiques. Les tempêtes de sud-est, surtout celle de novembre 1982, mais aussi celle de 1985 et 1997, restent également des marqueurs très nets des risques littoraux dans la perception et la mémoire des habitants.

Les tempêtes de novembre et décembre 1997 ont ainsi été un événement important pour la sensibilisation à ces risques et pour le renforcement d'une demande sociale d'action. Une association locale diffusa une pétition pour la mise en place d'actions contre l'érosion du littoral. La pétition reçut 1200 signatures, dont près de 1000 sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer, ce qui représente près du tiers de la population que comptait alors le village.

Si ces événements commencent à s'éloigner dans la mémoire, ils laissent derrière eux l'inscription dans les esprits (l'ancrage) de l'essentiel des raisonnements et des arguments dont hérite aujourd'hui la Camargue dans sa gestion du littoral. Mais si l'attention au risque s'étiolle avec le temps, chaque événement marque néanmoins une avancée dans les débats et permet l'affirmation de positions plus radicalisées.

Sept mois après la tempête de décembre 1997, Olivier Hertel, pour *Le Point*, était dépêché en Camargue. Dans l'article qu'il produit, les éléments les plus saillants du débat public y sont déjà formulés, ils nourriront jusqu'à ce jour les principaux cadres du problème public, à commencer par la hausse du niveau marin, parfaitement connue et mesurée et largement réaffirmée devant le grand public : 1,3 mm/an. Se faisant l'écho des arènes publiques locales, le journaliste donne la parole au maire des Saintes-Maries-de-la-Mer, alors dans la troisième année de son premier mandat, qui dénonce l'immobilisme du mandat précédent et affirme la nécessité d'un vrai plan de construction et de rénovation d'épis et de brise-lame. Face à quoi la géomorphologue, Mireille Provensal, pointe les limites de ces aménagements : les réensablages partiels mais trompeurs qu'ils produisent, avant de s'avérer inefficaces à stopper l'érosion. Cette critique, nous l'avons vu plus haut, était déjà formulée en particulier par les professionnels de la mer. Le journaliste complète par la propension des enrochements à l'affouillement, au déchaussement et finalement à l'effondrement des épis sous la répétition des coups de mer. Deux éléments supplémentaires préfigurent ce qui fera l'actualité la plus récente et les prolongements d'un proche avenir. D'une part, le géographe Roland Paskoff propose « d'indemniser les propriétaires lésés par la réduction de leur domaine grignoté par la mer [...] ces indemnisations revenant moins cher à la collectivité que la défense obstinée du trait de côte actuel ». Proposition qui préfigure celle du repli stratégique alors que sa présentation brutale et imprécise, suivant immédiatement la déqualification par le journaliste des propos de l'élu des Saintes-Maries-de-la-Mer, augure pour sa part du mode de cadrage et d'opposition entre ces deux catégories d'acteurs auquel contribueront les médias, ainsi que la polémisation des débats publics qui en naîtront par la suite. D'autre part, devant les coûts d'entretien de ces digues marines, la Compagnie des Salins menaçait de ne pouvoir longtemps soutenir seule cette décharge, et le risque d'une vente de l'entreprise au plus offrant se faisait jour, laissant poindre la crainte d'imposants complexes touristiques sur les anciennes terres des Salins. Aujourd'hui les Salins ont effectivement vendu, de 2009 à aujourd'hui 6000 ha et il se pourrait paradoxalement qu'il s'y trouve non pas un complexe hôtelier, mais des éléments d'adaptations aux changements globaux du littoral.

Même ancrage du risque dans les mémoires en Camargue gardoise sous l'effet de submersions marines d'importances dues aux mêmes tempêtes. En revanche, il semble que dans cette zone

l'idée de l'expérimentation d'un repli stratégique ait été présentée de manière plus concertée. Il faut souligner ici le travail remarquable mené par le Syndicat Mixte de la Camargue Gardoise qui a réalisé des enquêtes de perceptions auprès de l'ensemble des riverains, organisé des réunions de concertation autour de la réhabilitation du massif dunaire de l'Espiguette dont le repli stratégique est l'un des aspects. Exposée lors de réunions à l'aide de logiciels 3D, cette perspective nouvelle de protection du littoral y est ici judicieusement distinguée d'un « laisser faire »¹⁵ qui conduirait à de réelles menaces pour les enjeux socio-économiques existants (agricoles, touristiques et résidentiels) au profit de l'action proactive (ayant recours au génie écologique) durable et « naturelle » du repli stratégique.

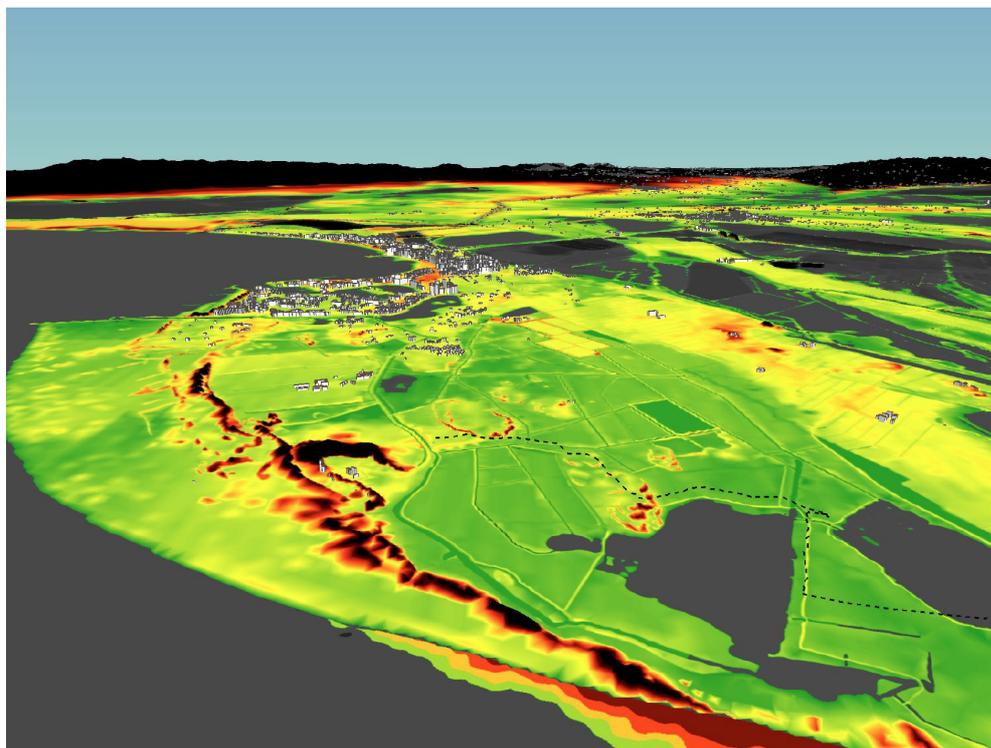


Figure 32 : vue en 3D du littoral de l'Espiguette, on aperçoit au creux de l'anse la ville du Grau du Roi

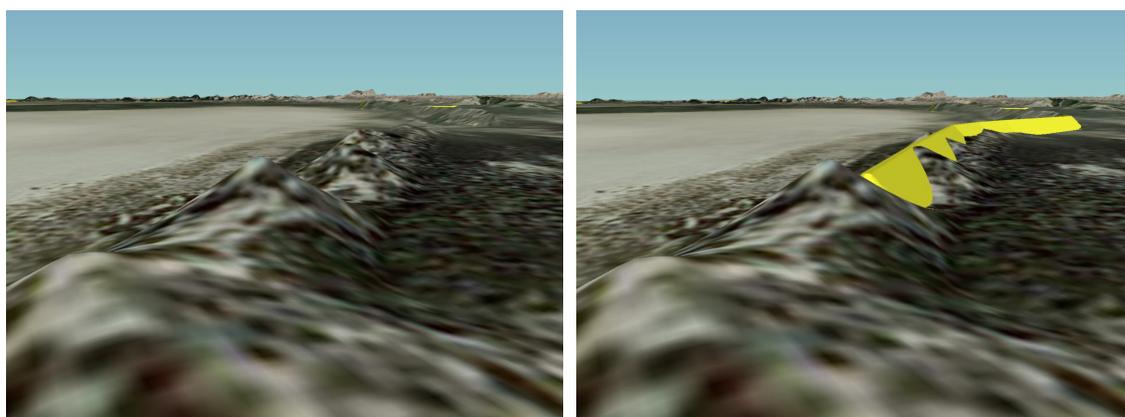


Figure 33 : on peut voir sur ces figures en 3D comment l'idée du repli stratégique prend appui sur un cordon dunaire existant (source : Restauration du massif dunaire de l'Espiguette, CPER 2007-2013, rapport SMCG, 2010)

¹⁵ Cette notion de « laisser faire » est souvent confondue avec l'idée de repli stratégique dans l'île de Camargue et à l'origine de son rejet social.

Cela explique sans doute en partie que cette idée semble faire progressivement son chemin dans les esprits, même si les aménagements de type « protection lourde » remportent encore la faveur des propriétaires riverains du littoral de la Camargue gardoise et de leurs élus. La mise en place progressive des 113 épis sur cette portion de littoral entre 1975 et 1997, avait abouti dans un premier temps à des rechargements en sable du littoral conférant un sentiment de protection tenace chez les riverains.

Il convient de noter enfin que la mémoire construite par ancrage évènementiel rencontre pour principale limite celle de la stabilité de la population potentiellement exposée. Ainsi pour les Saintes-Maries-de-la-Mer les résidences secondaires et logements occasionnels représentaient 60,2% des logements (au recensement de l'INSEE RGP 2007) contre 26,7% pour la moyenne nationale. Il apparaît ainsi pertinent de questionner la propension des ouvrages de protection à créer et à manifester une perception des aléas d'érosion et de submersion marines, et plus largement à la possibilité d'une lecture spatiale de ces aléas.

1.3 Du visuel à la perception : marcher sur les traces du risque

Une limite importante au partage d'un consensus large sur la hausse du niveau marin et sur l'érosion et les dynamiques qui y sont liées réside dans la « descriptibilité » (*accountability*) de ces phénomènes, c'est-à-dire dans l'accès à des marqueurs matériels permettant tout à la fois d'attester de ces phénomènes et de se saisir d'éléments simples pour communiquer sur ceux-ci. L'accès différencié à ces éléments explique en partie qu'une dissension existe quant à l'étendue des changements littoraux, et crée également une divergence possible de la perception de ces changements en fonction des pratiques du territoire et des catégories de population.

L'inscription paysagère des ouvrages de protection paradoxalement ne rend pas nécessairement plus présent à l'esprit les risques littoraux, ni l'évolution du trait de côte. Elle entretient une mémoire, mais ne rend pas celle-ci plus impérieuse, ne lui offre pas l'urgente nécessité de renouer avec l'impératif qui prévalut à l'édification de ces protections. Cela dépend essentiellement de la place que prend l'ouvrage dans une phénoménologie de l'espace et un mode de parcours et d'appropriation de celui-ci.

L'exemple le plus notable sur le territoire Camarguais est la « digue à la mer » (fig. 34), dont la végétalisation et la faible hauteur en font un espace de fréquentation prisé, laissant penser davantage à un parcours naturel plutôt qu'à cheminement sur un ouvrage de protection



Figure 34 : promeneurs et cyclistes sur la digue à la mer

En revanche, la digue de front de mer qui protège le village des Saintes-Maries-de-la-Mer s'aborde explicitement comme un ouvrage de protection. Dans quelle mesure les modes d'accès au lieu rendent-ils de ce fait plus présent ou non un lien plus direct à la mer et aux risques qu'elles soulèvent ?

En premier lieu, la digue frontale conduit à l'absence de vue sur la mer depuis la chaussée (voir fig. 35). Cette privation de visibilité sur la mer – laquelle est faiblement ressentie comme une gêne en raison de l'appel en direction inverse vers le village et ses monuments qui orientent la fréquentation – pousse le visiteur à emprunter une allée, sorte de promenade (ou *passaggiata*), aménagée le long de la digue, la soustrayant ainsi partiellement de sa vue en même temps qu'elle le place hors de la circulation urbaine.



Figure 35 : digue de front de mer du village des Saintes Maries de la Mer



Figure 36 : promenade aménagée le long de la digue de front de mer

C'est alors l'entrée dans un second espace public dont les modes d'appropriation et de fréquentation tendent à marquer une rupture nette avec le village. L'espace n'est plus celui d'une ville butant contre une digue qui la soustrait partiellement de la vue sur la mer, mais celui d'une perspective, support d'un temps et d'un mode de fréquentation particuliers. La digue est plus faiblement perçue, car immédiatement longée et se situant à une hauteur inférieure à celle du regard. Les modes d'usages de la digue elle-même, son inscription dans des modes d'accès à un espace public que chacun tente d'habiter, estompent dans les esprits sa nature d'ouvrage de protection – donc d'indicateur d'un risque naturel – pour en faire une sorte de mobilier urbain, d'autant plus aisé à confondre avec un aménagement de cette sorte qu'elle prend place dans un espace urbanisé. Nous avons ainsi recensé différents usages spontanés des digues qui tendent précisément à faire oublier ce statut d'ouvrage de protection.



Figure 37 : usages spontanés sur la digue

Les photos ci-dessus (fig. 37) en montrent quelques uns auxquels s'ajoutent ceux décrits par un professionnel du tourisme dans les propos suivants :

« C'est familial, c'est très écolo les digues parce que ça amène plein de choses : on vient pêcher, ça amène des poulpes, les pêcheurs viennent, les enfants qui viennent chercher les moules, les crabes, c'est super les digues, ça a beaucoup d'attrait les digues pour les pêcheurs, les familles... »

L'effet relativisant du risque marin provoqué par cette appropriation spontanée des ouvrages de protection est d'une importance notable au point qu'elle est régulièrement relevée par des acteurs de la gestion du littoral, ainsi que le rappelle le témoignage d'un chargé de mission du PNRC :

« les gens confondent souvent les outils qui permettent de lutter contre l'érosion et ceux contre la submersion. C'est ça en fait aussi qui - souvent les gens croient que les rochers même parfois c'est un usage de loisir, quoi ! Combien de fois j'ai - les gens parlent de promenade pour la digue ! la mer, même la partie enrochée, c'est comme un aménagement pour la promenade ou la pêche ! »

Cette propriété sociale du déplacement dans un lieu de fréquentation du littoral est également utilisée pour des fins de cantonnement de la fréquentation, comme en témoigne la chargée de mission du SMCG qui a su développer l'utilisation des ganivelles à des fins d'orientation de flux de fréquentation, soustrayant des espaces protégés aux déambulations des usagers. De la même façon, la perception du recul du trait de côte est souvent inscrite dans une pratique du territoire de même qu'elle est dépendante de la reconnaissance de repères fixes, qui accrochent le regard. Ce témoignage d'un habitant saintois l'illustre parfaitement :

« Nous [c.-à-d. aux Saintes-Maries-de-la-Mer] la mer elle gagne, y aurait pas les épis, ça fait longtemps qu'on serait dans l'eau. Je vois devant Crin-Blanc, je vois, il y a un gros blockhaus. Quand j'étais petit la mer elle était à 30-40 mètres du blockhaus. Maintenant la mer elle est devant le blockhaus, faut aller dans l'eau pour aller au blockhaus. »

L'inscription de l'identification d'éléments matériels dans le temps et dans une histoire de vie, associée à l'identification d'un repère fixe est un support essentiel à la perception du recul du trait de côte. La commune des Saintes-Maries-de-la-Mer a annoncé en novembre 2011 qu'elle procéderait, pour des raisons de sécurité, à l'enlèvement de ce blockhaus, laissé par l'occupation allemande, et devenu avec son immersion l'objet d'explorations en apnée plus ou moins maîtrisés. Indépendamment de la disparition de ce rare point fixe, on saisit bien par cet exemple comment l'inscription de la perception des changements littoraux est dépendante d'éléments partagés, de « descriptibilité » et de pratiques du territoire, marquant par là une perception nécessairement divergente selon l'ancienneté de la fréquentation de ces espaces. La configuration du territoire côtier associée à des modes de fréquentation et de jouissance de cet espace peut conduire à des perceptions socialement clivées. L'engraissement entre épis peut amener à une perception partielle qui peut être pris pour l'ensemble, en fonction des modes de fréquentation de cet espace, cette situation pouvant parfaitement exister de manière conjointe, juxtaposée, à la situation inverse. L'exemple pris de l'accès visuel au blockhaus est dans ce cas particulièrement révélateur.



Figure 38 : campagne photo IGN 2000-2005 (source : geoportail)



Figure 39 : campagne photo IGN 2011 (source geoportail)

La partie encadrée en rouge constitue le camping du clos du Rhône. Un entretien avec un responsable de l'établissement confirme que les touristes vont prioritairement à la plage constituée par l'accumulation de sable entre les protections littorales, les brise-lames donnant l'impression d'une crique privée et protégée (fig. 39).

« Côté Clos du Rhône c'est résolu, c'est nickel avec les digues qu'ils ont faites, ils ont fait une digue en amont, en aval ils ont fait un épi, ça fait des criques, c'est joli hein ? Les clients ils apprécient vraiment la sécurité en plus. »



Figure 40 : plage abritée par un brise-lame, à l'ouest, le camping est visible, de même que le parking au centre de la photo

Un parking fermé, quasiment accolé à la plage, renforce cette impression (fig. 40). Les usagers de cette plage, qui reviendront régulièrement ou par intervalle, si leur fréquentation se limite à cet espace, auront l'impression très nette d'une situation stable du littoral, voire en nette amélioration.

A l'inverse, la fréquentation de la partie est de cette plage aucunement protégée par des brise-lame accuse une érosion très visible sur les photographies aériennes (fig. 41). Cette plage est fréquentée par une population élargie qui vient bénéficier d'importants parkings à proximité. Les usagers tendent alors à fréquenter les bords de plage les plus contigus aux parkings et dans une limite marquée par la concession de plage encadrée en rouge sur la photo (fig. 41). Le blockhaus apparaît extérieur et éloigné de cet espace, loin du parking et soustrait du regard par la concession.



Figure 41 : vue sur la plage ouest des Saintes Maries de la Mer, encadré en rouge une concession de plage, cerclé en rouge le blockhaus disparu depuis

2. Etablir publiquement le risque. Les processus de publicisation.

2.1 Faire reconnaître un risque à partir de perceptions partagées

Les enquêtes menées sur le terrain laissent entrevoir que les perceptions des acteurs, habitants, élus, administratifs, techniciens ou *a fortiori* gestionnaires de nature, sont loin d'être simplistes. En effet, sont avancées le plus souvent des hypothèses soumises à de nombreux paramètres, soulignant ainsi complexité et incertitudes liées au changement global. À l'échelle locale aussi, les variations climatiques sont saisies dans leurs dimensions multiples. En revanche, les moyens mobilisés pour saisir cette complexité sont largement puisés dans le registre des sensations et des impressions. Aux mesures scientifiques aboutissant aux bases de données, aux analyses et à la modélisation s'oppose ainsi un cortège de sensations provoquant différentes impressions dont toutes ne concluent pas forcément au risque ou plus simplement au changement. Ainsi en va-t-il du niveau de la mer que l'on ne voit pas monter. L'importante redondance de cette observation dans la population indique peut-être là une des pistes à suivre pour comprendre le non-partage du constat d'élévation du niveau marin. Sa progression lente et continue ne permet pas à l'œil humain de saisir directement le phénomène et d'y croire pleinement. Surtout lorsque ce dernier fait l'objet de variations régulières (mini-marées appelées localement *empleins*, très sensibles sur ces littoraux plats) qui viennent troubler une observation continue au profit d'une vision cyclique ponctuée de va-et-vient sur des plages disposant de peu de repères fixes. L'érosion côtière semble en revanche pouvoir être mieux saisie par les capacités oculaires humaines en ce qu'elle est souvent reliée aux coups de mer, aux tempêtes, aux *empleins*, mais comment conclure à une montée de la mer lorsqu'à l'inverse la plage s'engraisse et éloigne le rivage comme sur la Pointe de Beauduc ou celle de l'Espiguette ? La « prise » par laquelle pourrait s'effectuer une attention au risque de submersion marine ne peut à l'évidence passer par le constat visuel de l'élévation marine.

Lorsqu'en revanche l'œil dispose d'un repère fixe, comme en ce qui concerne l'exemple de blockhaus dans le secteur du Grand Radeau à l'ouest du Petit Rhône, l'érosion, mais aussi l'élévation du niveau marin fait évidence, provoquant des réactions chargées d'affect d'un ancien pêcheur des Saintes qui se souvient de périodes d'attente lors de pêches nocturnes au bourgin¹⁶ dans ce secteur à la fin des années 1950 :

« Moi je suis meurtri quand je vois ce que je vois, au Grand Radeau lorsqu'on allait travailler de ce côté-là, on faisait le bourgin l'été et je me souviens que des nuits ça marchait pas trop bien, le poisson était pas là quoi, on attendait. Les vieux se mettaient à blaguer et les quelques jeunes que nous étions on partait, on se mettait sur le blockhaus et on dormait. Plus tard en travaillant j'ai été amené à y poser mes filets dessus, je veux dire que c'est quelque chose d'atroce ! J'ai dormi là et je ne suis pas un vieillard nom de Dieu ! »

Mais sur l'ensemble du littoral cependant, cette hausse du niveau marin ne se saisit pas aussi aisément que lorsqu'elle peut disposer d'un point fixe et visible tels ces blockhaus peu à peu engloutis. Dans la zone de la Pointe de Beauduc par exemple, partie du littoral camarguais en accrétion, la sensibilité à l'évolution du niveau marin est fortement contrecarrée par un éloignement de la mer par rapport aux installations humaines que représentent les cabanes de Beauduc (Nicolas, 2008). En effet, le littoral dans cette zone s'est éloigné des cabanes depuis leur période d'édification à la faveur de cet engraissement de la Pointe.

La conscience de la vulnérabilité face à un risque naturel se décompose en trois étapes¹⁷ : la première consiste à accéder à une connaissance objective, scientifique du risque en tant que phénomène naturel, la seconde vise à mesurer et prendre conscience des conséquences ou menaces effectives corrélées à ce risque et enfin la troisième à consentir à un sacrifice face à ce risque ou à s'adapter à celui-ci en acceptant de vivre avec.

Un élément apparaît comme devant être abordé plus en détail : la difficulté d'établir la preuve objective de l'ampleur des risques littoraux et de la tendance qu'ils accusent. Le contexte local des Saintes-Maries-de-la-Mer est marqué par une vive défiance ouvertement affichée par certains acteurs locaux envers les scientifiques. L'évaluation scientifique de l'érosion est jugée fantasque. Une polémique naît également lorsque des études scientifiques questionnent les possibles effets induits des protections lourdes (digues, épis, brise-lames). Les scientifiques sont accusés de prendre parti pour le repli stratégique. Le défaut de confiance et d'autorité épistémiques accordée aux champs de la recherche et de l'expertise (nous renvoyons à la partie suivante, relative à la publicisation des problématiques littorales) conduit à placer la constitution d'un consensus social dans l'espace de la perception visuelle et du témoignage. L'induction du phénomène d'érosion se fait alors sur des bases subjectives, dépendant grandement d'observations partielles et localisées qui prennent le statut d'évidence pour ceux qui s'y réfèrent. C'est ainsi que l'équipe municipale des Saintes-Maries-de-la-Mer a pu défendre auprès de ses administrés une définition « optimiste » du phénomène d'érosion par un couple diachronique de photographies aériennes affichées en mairie et reproduites dans le courrier municipal :

¹⁶ La pêche au bourgin correspond à une technique de senne de plage qui se pratiquait alors sur le littoral

¹⁷Selon Lucien Sféz et Anne Cauquelin (2006). Ces derniers, après avoir réalisé une enquête sur les attitudes et les perceptions face au changement climatique dans les Alpes de Haute Provence Lucien Sféz commandité par l'ADEME se livre à une enquête similaire en Camargue

Hier

Année 1930 : la mer frappe aux portes du village...



80 ans de lutte inces

70

Aujourd'hui

Année 2009 : une protection assurée, des plages retrouvées



sante contre la mer

Figure 42 : courrier municipal des Saintes-Maries-la-mer, mars2009, pp70-71

Mais certains acteurs locaux, notamment associatifs, s'inscrivent en faux contre cette position qu'ils qualifient de déni. S'entérine alors un jeu d'épreuves perceptives où illustration semble valoir pour démonstration. Ainsi une association part-elle d'un point de vue similaire pour aboutir à une conclusion inverse :



Figure 43 : l'association Renaissance Saintoise faisant la (dé)monstration visuelle de l'érosion à partir d'un dessin de Van Gogh

L'autorité épistémique des « scientifiques » (nous faisons ici référence à cette catégorie vague – actant sémiotique – qu'emploient différents acteurs dans l'espace public) n'est pas reconnue par l'ensemble des acteurs. Or, lorsqu'il est question de donnée technique et d'interprétation scientifique, pouvoir se remettre à un tiers acteur, qui n'est pas partie-prenante de l'action et dont l'autorité (le crédit) est reconnue par tous, une dimension cruciale du débat social dans la mesure où toute controverse appelle un élément extérieur, référent, reconnu par chacun et auquel il est possible de se remettre pour arbitrer un conflit d'interprétations¹⁸. Le témoignage social vient alors remplir cette fonction dans l'espace public, suppléant aux « scientifiques ». En voici quelques exemples parmi d'autres :

¹⁸ Cette dimension est très largement attestée par une abondante littérature – transparadigmatique – depuis la sociologie cognitive et sociologie de l'argumentation développée par A. Bouvier jusqu'à la *social epistemology* initiée par A Goldman (avec J. Hardwig sur la question particulière de l'autorité épistémique) jusqu'à des paradigmes parfois très éloignés tels que la sociologie des sciences du type ANT (actor network theory), aux sociologies pragmatistes françaises (du courant incarné par Boltanski & Thévenot à celui porté par Francis Chateauraynaud)

« *Le doyen des Saintes, Mr Louis Ayme, est né en 1910, au Poste de Douane du Grau d'Orgon, situé à l'embouchure du Petit Rhône. Côté Ouest, ce lieu à l'abri des mauvais temps à cette époque, est maintenant à des centaines de mètres du rivage, dans la mer* » (*L'Espero*, bulletin de l'Association de Défense du Patrimoine Culturel et Naturel Camarguais, n° 10, 1999)

Ou encore plus loin:

« *Je ne suis pas alarmiste, mais ayant toujours fréquenté le rivage Camarguais, j'ai pu constater les ravages de la mer. L'Eglise est restée 1000 ans à quelques centaines de mètres du rivage, par contre, sans la construction d'une digue depuis les années 30, le village n'existerait plus.* »

Le vu et le personnellement connu font office de preuve sociale du phénomène d'érosion mais la principale limite à la viabilité des épis tient dans une érosion sous-marine de ces ouvrages qui conduit à leur effondrement à moyen terme. Cette limite, en raison de son caractère sous-marin, est difficilement attestable par leur visibilité auprès du commun des mortels qui ne porte pas d'attention spécifique à cette question et la place dans un débat, sinon de spécialistes, du moins de personnes intéressées et habituées à ces problématiques. D'où une réelle dépendance des perceptions aux effets de cadrages de l'espace public abordés dans la partie suivante. Il ne faut pas en déduire pour autant que le problème en serait rendu absent de l'espace public. Certaines associations le rappellent et l'objet est discuté en conseil municipal :

« *L'abrasion des anciens deltas sous l'influence des courants marins, provoque un creusement des profils de la plage avec risque de déchaussement de la digue à la mer, notamment dans la zone urbanisée des Saintes Maries de la Mer, dans le secteur situé entre le Petit Rhône et le Grau de la Fourcade vers l'Est.* » (Conseil municipal des Saintes-Maries-de-la-Mer du 27 janvier 2009)

C'est de plus un élément qui a jalonné l'histoire de l'aménagement des ouvrages de protection marine (voir plus haut) et peut, de ce fait, connaître quelques réminiscences culturelles.

Si la connaissance scientifique du risque repose bien évidemment sur des études disciplinaires différentes (géomorphologie, hydrologie, sociologie, anthropologie...) en revanche l'accès et la lisibilité de cette connaissance n'est pas acquise à tout un chacun. Bien plus souvent sa diffusion et sa communication repose sur des qualités pédagogiques et didactiques qui doivent composer avec des « susceptibilités » locales et se confronter aux savoirs vernaculaires. Ce sont souvent des ratages qui semblent ponctuer ces opérations de diffusion du savoir scientifique (en dépit de leur louables intentions) interprétées parfois comme des « lubies scientifiques » ou des « propos alarmistes » et la plupart du temps vécues comme une stigmatisation des habitants et de leur territoire. En dépit de cette inévitable inégalité sociale face au savoir scientifique que seule une communication plus appropriée pourrait compenser, il est toutefois des constats objectifs de plus en plus partagés. Ainsi par exemple en ce qui concerne le fleuve, ceux touchant au rôle impactant des aménagements effectués par l'homme sur le déficit de sédiments aggravant l'érosion marine. Cela peut laisser augurer de la possibilité de futures bases de travail en commun à partir de ces constats partagés entre savoirs savant et populaire sur la connaissance scientifique du risque, qu'il soit lié au fleuve ou à la mer. Une catégorie d'acteurs plus sensibles aux changements de régime marin et côtier concerne les pêcheurs, ces observateurs au quotidien du milieu marin livrent des informations précises sur les zones d'érosion, les imputant souvent aux aménagements de protection réalisés sur le rivage, et constatent aussi les variations de saison, de fréquence et d'intensité des tempêtes. Concernant par exemple les effets des aménagements de protection (ici des épis) effectués sur la partie est

du littoral par la Compagnie des Salins, un pêcheur professionnel en mer nous décrit les modifications qu'il observe peu après leur mise en place :

« Dès qu'il y a un coup de mer de Sud-Est, Sud-Ouest la plage passe sous l'eau complètement, elle disparaît, elle est rongée, tandis qu'avant ça n'existait pas, il y avait des gros coups, des grosses tempêtes et la plage disparaissait mais doucement. Tandis que là une simple tempête d'une nuit et la mer est tout le long contre la digue, les dégâts sont beaucoup plus puissants. Ça nous arrange pas ces épis¹⁹, c'est pas un cadeau, les courants sont cent fois plus forts »

2.2 Effet de cadrage et réactance

Nous avons visé à identifier parmi les principaux processus jouant dans l'appréhension du littoral par l'espace public ceux qui tendent à rétrécir, à simplifier, à bi-polariser le débat sur la protection du littoral et l'adaptation aux risques littoraux (principalement submersion et érosion).

Nous avons de ce point de vue identifié plusieurs « effets de cadrage » (Benford & Snow 2000) qui tendent soit à faire sortir de l'attention publique la problématique de l'adaptation aux changements littoraux, notamment en provoquant une démobilisation, voire une réactance, du public face à ces problèmes, soit à performer un état bipolarisé du débat par la création artificielle d'une opposition binaire, voire caricaturale, entre les différents points de vue ou par la mobilisation de données et de raisonnements incohérents, hyperboliques, approximatifs. Le catastrophisme et la dramatisation sont très présents dans l'information écrite et télévisuelle lorsqu'il s'agit des changements littoraux, ainsi qu'en témoigne avec agacement un saintois :

« J'ai entendu oui dans 50-60 ans il n'y aura plus les Saintes Maries mais une fois qu'on a dit ça qu'est ce qu'on a dit ? Est-ce qu'on a résolu quelque chose ? C'est absurde ça ! Nicolas Hulot vient ici avec Drucker et après ? Qu'est-ce qu'ils proposent ? Pourquoi prendre en point de mire les Saintes ? Il y a d'autres lieux ! »

C'est ainsi que ces cadrages communicationnels peuvent parfois conduire à l'effet rigoureusement inverse à celui recherché. Pour une partie de la population, loin de provoquer une sensibilisation et une mobilisation accrues, ce mode de communication conduit à une résignation et à une démobilisation. Pourquoi chercher à agir lorsqu'il est dit que le phénomène est inévitable et d'une ampleur telle que l'action humaine semble dérisoire ? Exemple parmi d'autres, l'extrait de cet échange issu du site d'un journal local (la Provence) à la suite d'un article titré « la mer avance et la Camargue disparaît » (septembre 2010) :

*« - internaute 1, le 03/09/10, à 08h 01 : L'érosion est un phénomène naturel. Et on sait ce que ça fait ... quand on va contre les phénomènes naturels.
- internaute 2, le 03/09/10, à 08h 03 : la mer reprend ce que l'homme lui a prit, c'est normal...
- internaute 3, le 03/09/10, à 08h 09 : Il ne faut pas oublier que St Louis a embarqué à Aigues Mortes pour les croisades et qu'il serait bien en peine de le faire aujourd'hui. Alors la mer avance, la mer recule, comment voulez qu'on y fasse quelque chose
- internaute 4, le 03/09/10, à 08h 29 : c'est donc une bonne nouvelle pour les maisons d'a cote!! d'ici peu elles seront les pieds dans l'eau..... »*

Raisonnement plus pernicieux, l'inéluctabilité des risques liés à une dynamique deltaïque conduit parfois à une perte générale de sens quant à la préservation du territoire : pourquoi chercher à protéger la Camargue, à réguler la sur-fréquentation des plages (cas des campements illégaux sur Piémanson) si tout ce territoire disparaîtra dans quelques années ?

¹⁹ Notons ici pour information que l'implantation des épis a également abouti à une réduction des territoires de pêche en particulier suite à l'incidence sur la courantologie occasionnée par ces ouvrages qui ne permet plus de caler les filets là où ils risqueraient d'être emportés par un trop fort courant.

Nous pensons qu'il y a là un élément important sur lequel attirer l'attention du PNRC du point de vue de sa communication (laquelle ne tend aucunement à ce catastrophisme), celui-ci doit pouvoir maintenir dans l'attention publique la plus large possible l'idée qu'une adaptation est possible sans que cela ne signifie la disparition de la Camargue.

Or ce dernier point se heurte à la diffusion de données erronées à travers la presse écrite et audiovisuelle. Lors d'un entretien collectif réalisé dans une classe de 4^{ème} d'un collège arlésien, plus des 2/3 des enfants nous affirmait qu'en 2020 la mer arriverait au centre ville d'Arles (environ 45 km du rivage) et que les flamants roses n'auraient d'autres recours que d'investir les piscines des particuliers. Par delà le caractère attendrissant d'une perception encore en maturation, le caractère massif de cette réaction pointait un mode de diffusion particulier de cette croyance. Il apparut que ces élèves avaient été très marqués par un « docu-fiction » diffusé sur le service public et qui fit, effectivement grand bruit en Camargue, où précisément se déroulait ladite docu-fiction : « 2025 le futur en face », produit par Jean-Luc Delarue. Le scénario de la fiction, programmée en première partie de soirée, connu une diffusion nettement plus large que ne peuvent en escompter les communications scientifiques. Mêlant submersion marine et inondation par le Rhône, c'était toute la Camargue qui se retrouvait sous l'eau, puis sous une tempête qui finit par arracher le dernier arbre restant dans le mas d'une famille d'agriculteurs. Le spectateur est pris dans un récit à l'intensification émotionnelle²⁰ ininterrompue et se présentant sous l'apparence d'un discours factuel et objectif. Si le téléspectateur peut demeurer conscient des logiques d'audimat devant cette fiction qui ne dit pas son nom, il n'est pas certain que son sens critique soit à ce même niveau, lorsque la presse diffuse des captures de cartes mises en ligne par le site « firetree.net » et reposant sur un module utilisant Googlemaps (Fig. 44). On pourrait facilement en conclure à la submersion générale de la Camargue et la facilité d'utilisation de l'application a permis la diffusion de ces informations sur les forums internet.



Figure 44 : carte de submersion marine pour une élévation de 1 m diffusée par le site firetree.net et reprise dans l'espace public

²⁰ Suivant un processus sémiotique de pathémisation, i.e. de création de charges affectives et émotionnelles dans une narration

Sans préciser aucunement la méthodologie d'établissement de la carte ni le cadre épistémique de son utilisation, la presse (notamment l'article de « 20 minutes » daté du 1^{er} oct. 2009) donne à voir un territoire entièrement sous l'eau. De fait, l'application Googlemap se contente de calculer les pixels qui se situent à une altitude inférieure à la valeur du niveau de la mer choisi par l'internaute qui peut faire afficher pour une hausse d'un mètre ou plus. La topographie réelle, les ouvrages de protection, les différents effets de rétention des différents milieux, tout cela n'est pas intégré, mais l'internaute moyennement informé ne peut que difficilement l'intégrer, et les journalistes apparemment non plus.

Le cadrage « environnementaliste » du repli stratégique et des solutions dites-douces conduit à un blocage très net du débat. En réaction à cette interprétation refuser le repli stratégique devient un enjeu, celui de défendre la conception d'une nature aménagée pour l'homme et pour le maintien d'un territoire dans son fonctionnement et sa configuration traditionnelle. Cet effet du cadrage environnementaliste conduit à ce que le niveau strictement technique des propositions de défenses douces ne soit pas pris en compte pour lui-même - ou en termes plus précis, les valeurs illocutoire et perlocutoires imputées à la communication sur le repli stratégique prennent le pas sur le contenu propositionnel et surdéterminent l'interprétation du message.

Un effet similaire s'observe lorsque les locuteurs font de la hausse du niveau marin, dans le cadre d'une discussion portant sur la protection littorale, un enjeu de reconnaissance du réchauffement climatique. Ici s'ajoute parfois un effet Boudon-Simmel, i.e. l'effet dans le raisonnement d'une proposition implicite qui amène à une conclusion imprévisible au regard des seules propositions explicites. En effet la hausse du niveau marin est connue par la partie la plus informée du public comme continue depuis plusieurs siècles, là où le réchauffement climatique accuse une augmentation brutale. L'incompatibilité apparente de ces données conduit certains individus à y voir l'effet d'une exagération et d'une mauvaise foi de locuteurs catastrophistes enclins à exagérer les impacts du réchauffement climatique. Ce raisonnement conduit alors à relativiser l'impact de la hausse du niveau marin. A cet égard le titrage par l'AFP, largement relayé par la presse locale, faisant des habitants des Saintes-Maries-de-la-Mer les futurs premiers « réfugiés climatiques » de France a déclenché des réactions de cet ordre considérant un rapprochement excessif de phénomènes d'ampleurs et de logiques différents de celui des actuels réfugiés climatiques, accompagné du sentiment que les journalistes voulaient faire dire « autre chose » au fait et porter la bonne parole environnementale

Plusieurs acteurs publics se sont étonnés auprès de nous qu'il y ait une croyance généralisée suivant laquelle le repli stratégique avait été envisagé sérieusement sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer. Une rumeur circulait que le Parc Naturel Régional de Camargue fourbissait ce projet dans sa charte. Pourtant, les différents acteurs du PNRC se sont toujours défendus de pareille volonté et les versions successives de la charte du PNRC ont toujours soutenu la défense lourde du littoral de la commune.

Comment s'est diffusée cette rumeur, source d'une défiance toujours sensible ? Il est certain qu'il est difficile de répondre complètement à cette question. On peut toutefois, parmi les nombreux facteurs possiblement agissant, montrer un effet communicationnel directement à l'œuvre dans la presse. Plusieurs articles s'inscrivent dans une variation sur ce thème. Nous prenons ici pour exemple l'analyse resserrée de l'article du 5 juillet 2009 paru dans le journal *La Croix* « Face à la Mer, la Camargue organise son repli stratégique » (fig. 45), typique de l'effet de cadrage opéré par la presse.

Actualité > France

Face à la mer, la Camargue organise son repli stratégique

Fini le temps des digues pour lutter contre la mer. Le parc naturel régional de Camargue expérimente une gestion douce du littoral pour accompagner le recul des côtes

Des flamands roses aux Saintes-Antoine-de-la-Mer, en Camargue, en avril (Photo Julien/AFP).

Delphine Marobin s'est perchée sur la butte de l'ancien poste de douanes des Quatre Maries. « Perchée » est un bien grand mot, en Camargue les points culminants ne dépassant guère les quatre mètres.



Ce léger surplomb suffit cependant à embrasser du regard le panorama sur 360°. La responsable « risques côtiers » du parc naturel régional de Camargue fixe le rivage avec une pointe de dépit. Il y a moins de trente ans, après la tempête de 1982, les hommes ont déployé les grands moyens pour fixer le trait de côte et lutter contre les assauts de la mer dans ce milieu de pleine nature du domaine de Brasinvers, dans la partie ouest de la Camargue, entre le petit Rhône et le Rhône vif (un ancien bras du fleuve transformé en canal). Résultat : une digue de blocs rocheux longe la mince plage, tandis que des épis de roches strient le rivage et abiment le paysage.

Avec cet article

Depuis 1993, la Camargue s'est mise à fabriquer du Rhône

Liens complémentaires

Les différents scénarios de la montée du niveau de l'eau

Nice veut acheter des galets pour ses plages

Jade Isidore : "Certains terrains sont appelés à être en permanence inondés"

Au total, plus de 140 ouvrages de défense contre la mer - épis, brise-lames et brise-vents - et près de 70 km de digues ont été érigés au fil des décennies le long du littoral camarguais, selon le recensement réalisé par Christian Perennou, de la Tour du Valat, fondation de recherche sur les zones humides, implantée en Camargue. La moitié du littoral a ainsi été « artificialisé » avec des infrastructures lourdes. La Camargue est en effet l'un des territoires les plus menacés par le risque de submersion. En raison de sa forte exposition à l'érosion, elle a été classée 3 sur une échelle de 4 par le programme européen Eurosion.

LE « DUR N'EST PAS DURABLE »

Pourtant le « dur n'est pas durable », pour reprendre l'expression de Mireille Provansal, spécialiste du littoral, professeur émérite de géographie à l'université d'Aix-en-Provence. Car la mer fait fi de ces enrochements.

À Brasinvers, un épi s'est écroulé. Un autre semble larguer les amarres et prêt à prendre le large. « Il faut conforter ces épis en permanence et les rallonger pour qu'ils restent accrochés à la côte, car la mer, ici, avance de 5 à 8 mètres par an », explique Delphine Marobin. En certains endroits, la plage n'est plus qu'un filet de sable et la mer butte sur la digue. En arpentant le littoral, partout des signes de la conquête de la mer sont perceptibles : des brèches ont été creusées dans le cordon dunaire, et la végétation, mise en péril par les dépôts de sel, se meurt.

C'est sur cette portion du littoral que le parc compte expérimenter sa politique de « repli stratégique » et négocie avec les différents propriétaires des terres jouxtant le domaine public maritime.

La problématique du repli n'est pas tout à fait nouvelle. N'a-t-il pas fallu, il y a un demi-siècle, reconstruire dans les terres le phare de Faraman qui avait été englouti en 1905 ? « Aujourd'hui, il s'agit d'organiser la survie des habitants du littoral, de faire en sorte que ces milieux se redessinent en arrière-plan. Ce n'est pas un abandon des terres pour les rendre à la mer mais un recul contrôlé », précise Delphine Marobin. Une sorte de programme d'assistance à la nature.

ERIGER DES PROTECTIONS DOUCES

Déjà les pins, morts à la suite des dernières tempêtes, ont été alignés au sol afin de piéger le sable qui finit par recouvrir les troncs devenus l'ossature d'une nouvelle dune. Ailleurs, des ganivelles, de grands casiers de lattes de bois de 1,20 m de haut, ont été plantées dans le sol. Elles ont la même vocation : agglomérer le sable pour éviter sa dispersion et créer ainsi un rempart « naturel ».

Le futur repli vise à modeler, à une centaine de mètres en retrait dans les terres, les bases d'une digue de terre. Le terme de radeau a d'ailleurs été préféré pour évoquer un surplomb plus large que haut appelé à devenir le socle de futures ganivelles qui favoriseront dans dix ou quinze ans l'implantation de nouvelles dunes.

Telle est la nouvelle philosophie : ériger des protections douces en jouant des ressorts de la nature plutôt que de s'opposer frontalement à la mer. Il n'y a de toute façon guère le choix. « Dans ce secteur entre le phare de l'Espiguette et les Saintes-Maries-de-la-Mer, tous les enrochements n'ont servi à rien. Si l'on n'avait rien construit, les rivages seraient aujourd'hui au même endroit », justifie François Sabatier, spécialiste de l'érosion côtière au Centre européen de recherche et d'enseignement sur les géosciences de l'environnement (Cerege, laboratoire CNRS-université d'Aix-en-Provence).

LES EFFETS PERVERS DE L'ENROCHEMENT SE FONT SENTIR

Ailleurs, les ouvrages ont permis de gagner du temps en ralentissant le recul du rivage, comme dans la zone des salins de Salin-de-Giraud ou de manière plus spectaculaire aux Saintes-Maries-de-la-Mer. Le village est ceinturé d'un épais corset de digues et d'épis rocheux, et sa plage de sable a même été renflouée sur 250 mètres en galets. « En raison d'une érosion qui atteint jusqu'à 14 mètres par an, la moitié du village aurait, sans protection, disparu en 2000 », reconnaît Claude Vella, géographe et géomorphologue au Cerege.

Ce succès rend son maire, Roland Chassain, optimiste. « Il faut arrêter de faire peur aux habitants. Nostradamus déjà pronostiquait que Les Saintes-Maries seraient sous les eaux. Nous venons d'inaugurer deux nouveaux épis, deux autres seront encore construits pour une protection totale du village », fait valoir Roland Chassain, chargé d'une mission sur la gestion du trait de côte en Camargue par le ministère de l'écologie. Ce à quoi Mireille Provansal répond qu'est venu « le temps de la pédagogie courageuse ».

« Il faut déjà commencer par arrêter de construire, puis organiser le repli stratégique, sinon cela finira en "sauve-qui-peut", estime le géographe. Avec les ouvrages de défense, on renforce le sentiment de sécurité. Or, en construisant, on accroît à terme la vulnérabilité du site. »

Au bout de trente ans de politique d'enrochement, les effets pervers se font sentir. « L'érosion se poursuit, mais elle se poursuit sous l'eau et sape les ouvrages à la base », explique François Sabatier. « Les épis ne sont efficaces que sur une longueur limitée de côte. Ils () ont pour effet d'aggraver l'érosion en aval qui appelle la construction d'autres épis, déclenchant un effet de domino », précisait Hugues Heurtefeux, l'un des spécialistes de la question, dans la revue en sciences de l'environnement VertigO (1).

LES SAINTES-MARIES DEVIENDRONT UNE PRESQU'ÎLE

Il est ainsi écrit que, l'érosion s'accroissant des deux côtés du village, les Saintes-Maries deviendront une presqu'île. Les Saintois, eux, pourraient bien devenir les premiers réfugiés climatiques de l'Hexagone avant la fin du siècle. « Lors de la tempête de 1997, il y a eu 60 cm d'eau aux Saintes-Maries et la mer est entrée sur plusieurs kilomètres en Camargue. La précédente tempête avait eu lieu en 1982. Ne devrait-on pas anticiper le fait que l'eau pourrait atteindre ces niveaux plus ou moins tous les ans dans quelques décennies ? » interroge François Sabatier.

En quinze années de recherche intensive, les scientifiques ont bien compris que la Camargue devait se préparer à la montée du niveau de la mer, mais ils ont surtout démontré à quel point elle pâtit déjà lourdement de la gestion humaine du delta. Cela fait 6 000 ans que la mer monte au rythme moyen de 2 mm par an.

Le delta s'est construit dans ce contexte grâce à un apport massif de sédiments charriés par le fleuve. Avec le déclin des apports naturels, l'endiguement du fleuve, la multiplication des barrages et l'extraction massive de granulats, sable et galets dans le lit des rivières jusqu'en 2000 ont largement contribué à tarir la source. Des 30 millions de tonnes d'apports annuels de sédiments, il ne reste que 8 millions environ. Cette chute des apports sédimentaires peut expliquer jusqu'à 75 % du recul du rivage.

Elle est aussi responsable de l'enfoncement constaté du sol de la Camargue. « Seule la mobilité du fleuve permet à un delta de grandir. Le fleuve dépose les sédiments à son embouchure et ce n'est que lorsque son bras change de lit à l'occasion d'une grande crue que le volumineux tas de sable accumulé à l'ancienne embouchure est alors dispersé au gré des courants le long des plages. C'est ce mouvement de balancier qui permet d'engraisser le delta en différents endroits », explique Claude Vella. Les embouchures aujourd'hui figées ne peuvent définitivement plus alimenter les plages, à la seule exception des pointes de Beauduc et de l'Espiguette qui gagnent sur la mer.

Conclusion unanime des scientifiques : il faut redonner de la mobilité et de la liberté au littoral et à la plaine fluviale. De futurs travaux doivent être entrepris pour, selon la formule retenue, « décorseter » le Rhône, réhabiliter des bras anciens du fleuve, desserrer l'étau des digues fluviales et redynamiser les flux sédimentaires.

Marie VERDIER, Les Saintes-MarieS-de-la-mer (Bouches-du-Rhône)

(1) Avril 2008.

Figure 45 : article du 5 juillet 2009 paru dans le journal *La Croix*

« Face à la mer, la Camargue organise son repli stratégique. Fini le temps des digues pour lutter contre la mer. Le parc naturel régional de Camargue expérimente une gestion douce du littoral pour accompagner le recul des côtes ».

La décision semble déjà actée et l'action mise en œuvre, et ce sur l'ensemble du littoral (la Camargue). L'opposition est nettement établie entre digue et repli stratégique, alors que l'on verra que tout un panel d'actions et de singularités existe entre ces deux alternatives dont on apprend dès le titre qu'elles ne peuvent pas être conjointement menées mais seulement exclusivement l'une de l'autre. La journaliste explicite très rapidement son parti-pris par un jugement esthétique et normatif :

*« Une digue de blocs rocheux longe la mince plage, tandis que des épis de roches **strient** le rivage et **abîment le paysage.** »*

L'article développe dès son commencement une perspective portant sur l'ensemble du littoral. A partir d'une vue la chargée de mission du PNRG, perchée sur une butte pour déplorer à Brasinvert l'effondrement d'un épi et présenter des actions de restauration de dunes sur cette

zone dont on nous dit que c'est cela le repli stratégique, la focale s'élargit pour présenter un littoral aux 140 ouvrages de protection et au 70 km de digues. Et l'on suit assez logiquement cet élargissement qui conclue à la nécessité de « protections douces » pour finalement conclure à l'inutilité des enrochements sur une portion du littoral : du phare de l'Espiguette aux Saintes-Maries-de-la-Mer utilisant pour ce faire la parole du scientifique :

« Dans ce secteur entre le phare de l'Espiguette et les Saintes-Maries- de-la-Mer, tous les enrochements n'ont servi à rien. Si l'on n'avait rien construit, les rivages seraient aujourd'hui au même endroit »,

Or c'est à ce point du texte qu'un renversement subtil va s'accomplir : des assertions formulées sur le littoral pris dans son ensemble ou bien encore portant sur une portion de ce littoral vont se voir appliquées à la commune des Saintes. Car dans la citation précédente, il fallait comprendre « les Saintes-Maries-de-la-Mer exclues », ce que confirme Claude Vella reconnaissant que « la moitié du village aurait, sans protection disparu en 2000 », ce qui est confirmé ailleurs dans la presse. Or après les propos du maire des Saintes défendant les épis, la journaliste enchaîne immédiatement par ceux de Mireille Provansal :

« Ce à quoi Mireille Provansal répond qu'est venu « le temps de la pédagogie courageuse » : « Il faut déjà commencer par arrêter de construire, puis organiser le repli stratégique, sinon cela finira en "sauve-qui-peut", estime la géographe. Avec les ouvrages de défense, on renforce le sentiment de sécurité. Or, en construisant, on accroît à terme la vulnérabilité du site. » »

Cette remarque produit un effet immédiat. D'une part elle invalide en quelque sorte l'étayage de Claude Vella dont la citation étaye la posture de l'élue des Saintes. Mais par ce jeu de successions de propos, le journaliste amène à faire porter des propos s'appliquant à la situation générale sur la situation très précise des Saintes-Maries-de-la-Mer. Si nous prenons comme cadre normatif celui posé et reconnu par les instances légitimes, en l'occurrence la charte du PNRC, l'application d'un repli stratégique sur la commune des Saintes n'a jamais été conçue comme souhaitable, ni envisageable, ni légitime. Or l'immédiate succession des propos de Mireille Provansal fait apparaître le repli stratégique comme une solution nécessaire, indispensable et bonne pour les Saintes-Maries-de-la-Mer, alors même que son propos n'est étayé que par une considération portant sur l'ensemble du littoral camarguais – propos contradictoire avec ceux de Claude Vella pour la question des Saintes Maries de la Mer. « Arrêter de construire » dans les propos de Mireille Provansal répond directement à ceux de l'élue de Saintes qui stipule : « deux autres seront encore construits pour une protection totale du village ». L'expression de Mireille Provansal : « le temps de la pédagogie courageuse » constitue un dispositif énonciatif particulièrement exclusif et qui disqualifie les propos du maire, les annulent d'une certaine façon. En effet l'évocation du terme de pédagogie – qui s'est d'ailleurs largement répandu dans le monde scientifique et gestionnaire – suppose et désigne une relation entre une personne possesseur d'un savoir ou d'une compétence et une autre ne possédant pas ce savoir et dont le rôle doit être précisément d'écouter. La pédagogie renvoie également à un discours où celui qui peut parler et qui doit rester maître du discours est précisément celui qui sait et se dote ainsi d'une légitimité et d'un pouvoir sur celui qui apprend et écoute. La succession des propos établie par la journaliste place le scientifique dans le rôle du pédagogue qui sait et parle (ce que celui-ci revendique explicitement) et dans le rôle de l'élève qui écoute et apprend, l'élue des Saintes-Maries-de-la-Mer, supposé lui-même être le porte-parole d'une population. Mais il y a plus encore dans cette phrase : l'association de l'adjectif « courageux » au mot « pédagogique » fait aller de concert le « courage » et le « savoir », le pédagogue est celui qui est courageux, à la façon du mythe de la caverne. Et si le pédagogue est celui qui est courageux, on conclue implicitement que l'apprenant est celui qui ne l'est pas. L'évocation de la connaissance se retrouve ici mobilisée pour disqualifier une qualité morale et éthique, « le courage ».

La pédagogie tourne court dans les propos qui suivent, fortement normatifs et dont les fondements éthiques et politiques ne sont pas explicités, pas plus que la légitimité de son locuteur à porter la préconisation « il faut » dont le contenu n'est accepté et repris par aucun des acteurs légitimes du territoire.

L'assertion selon laquelle on augmente la vulnérabilité par la construction d'ouvrages n'est pas argumentée et semble reposer sur des domaines de compétences extérieurs à celui de son locuteur (en l'occurrence la psychologie sociale). Les propos suivant de François Sabatier et de H. Heurtefeux reviennent à une dimension plus globale et plus nuancée sur les effets locaux des ouvrages mais ne sont pas mis en perspective avec les propos précédents. De ce fait ils apparaissent davantage comme un étayage contre la mise en place des enrochements et contre le seul acteur cité les soutenant, le représentant de la population des Saintes-Maries-de-la-Mer. Le journaliste renforce l'ensemble en titrant la partie « les effets pervers de l'enrochement se font sentir ». Ainsi deux processus sont conjugués pour fournir un texte qui a pu légitimement passer pour une attaque en charge de l'administration de la Commune des Saintes et contribuer localement – accompagné de raisonnements analogues - à accroître des tensions entre la Commune et le PNRC et amener – nous pouvons en faire l'hypothèse – à une tension des élus de cette commune quant à l'utilisation des travaux scientifiques. D'une part, l'utilisation des références scientifiques opère par un constat global sur le littoral pour invalider une politique locale de gestion. D'autre part, l'évocation de la connaissance scientifique procède par une dé-légitimation des acteurs non scientifiques dépossédés de toute modalité de savoir, de réflexion et de « courage » et partant de capacité de décision courageuse et éclairée. Ensuite, l'implication immédiatement normative que certains des scientifiques cités tirent de constats relatifs à leurs disciplines et d'intuitions ou d'apriori sociaux relatifs à la société les conduisent à préconiser des actions (il faut ...) en l'absence de toute considération politique, éthique, morale et économique. Le débat aboutit par ailleurs à une opposition enrochement/repli stratégique, faisant oublier in fine le panel de solutions possibles, par ailleurs évoquées « comme en passant » (ou en termes plus scientifiques, rhématisées et non thématiques). De plus, le flou complet qui entoure la notion de repli stratégique lorsque évoquée par les scientifiques accroît la polarisation du débat et les « crispations » locales. Ces modalités de réalisation ne sont pas évoquées, laissant croire qu'il pourrait concerner directement le village des Saintes. Ce faisant, la conception qui ressort du repli est ou bien une solution intégrale, i.e. supposant le retrait sur tout le littoral érodé, ou bien uniquement locale, au droit des Saintes. Cela est d'autant plus préjudiciable que l'appréhension du repli stratégique par le PNRC est d'avantage une perspective globale (i.e. ni intégrale, ni locale), visant lorsque possible à utiliser les zones en accrétion ou sans enjeu pour tamponner le stress littoral.

2. Les risques littoraux dans la culture publique de l'action. De la difficulté de ne pas aménager

3.1 Jeux d'acteurs et adaptation

Les travaux de Jean Piaget (1965) puis d'Edgard Morin (1985) ont montré plusieurs caractéristiques du processus d'adaptation dont nous retiendrons essentiellement les deux modalités de l'adaptation de soi ou à soi, l'articulation entre adaptation et connaissance, et enfin le rôle majeur du tiers dans ce processus. L'adaptation de soi requiert l'adaptabilité de l'individu au milieu, c'est l'exemple de l'ours qui hiberne, des oiseaux qui migrent, ou encore la capacité de l'homme à vivre dans un milieu répulsif ou extrême, en s'accommodant et en intégrant l'aléa. L'édification des mas sur les points hauts du delta du Rhône peut ainsi être

considérée comme une adaptation de soi. En revanche, l'adaptation à soi implique « l'asservissement » du territoire au moyen d'actions transformatrices qui le façonnent et là encore des images telles que le nid pour les oiseaux ou les barrages de castors ou encore les digues protectrices érigées par les hommes illustrent cette autre modalité de l'adaptation.

Concernant le passage de la connaissance à l'adaptation effective, nous avons vu plus haut comment des données objectives pouvaient être traitées par les acteurs lorsque la réception était brouillée par le sentiment de stigmatisation que pouvait provoquer l'information sur l'aléa. Ainsi le déni du risque pourrait partiellement être lu comme le déni de l'image du territoire que véhicule ce risque. C'est donc précisément ici qu'intervient le rôle du tiers dans l'adaptation. « L'adaptation est un processus toujours retravaillé, toujours transformé, déformé, reconstitué dans lequel la place de l'Autre est primordiale » (Taché, 2003)²¹. En effet, la focalisation médiatique via des émissions à forte audience a, en quelque sorte, crispé la perception du risque auprès des populations. L'attention portée par l'Autre, médias, scientifiques, sociologue comme géomorphologue, aux problèmes d'érosion et de risque de submersion marine pourrait ainsi aboutir à un blocage du processus d'adaptation en son exact opposé : la dénégation. Cette attention assimilée à une « stigmatisation » vient troubler la perception de l'image locale, comme celle de l'image stéréotypée et idyllique de la Camargue remplacée par l'évocation d'une terre sinistrée, vouée à la catastrophe voire la disparition (« *Saintes-Maries-sous-la-Mer* »). Plus que du déni du risque ne s'agit-il pas du refus de ce regard perçu comme négatif et porté sur un territoire plus volontiers objet de fierté et de vif attachement de la part de ses habitants ?

Qu'elles soient provoquées par les médias ou les scientifiques, ces sollicitations externes peuvent également devenir des ressources de l'adaptation, en dépit des perturbations ou des problèmes qu'elles génèrent par exemple une image publicitaire peu attractive pour les touristes. En 2009, une « mission littoral » a été confiée au maire des Saintes-Maries-de-la-Mer par le ministère de l'Environnement. Cette habile sollicitation externe au système local est en train d'opérer une assimilation/accommodation des données objectives relatives au risque d'érosion et à l'aléa de submersion marine, provoquant peu à peu la modification du système vers plus d'adaptation. Une zone située à l'est du Petit Rhône est ainsi désormais considérée comme une partie du littoral où les protections lourdes ne constituent plus la solution au bénéfice du repli stratégique.

3.2 L'aménagement lourd, démonstration de force ?

L'analyse suggère que le niveau strictement technique et matériel du débat portant sur les options de gestion de l'érosion et du risque de submersion est surdéterminé par un contexte d'énonciation, plus large, renvoyant à une succession de problèmes publics constitués sur des dossiers environnementaux. Le jeu d'acteurs conduit en sus à ce que la controverse publique ne permette pas l'explicitation des raisonnements qui nourrissent les prises de position des différents acteurs et qui de fait ne peuvent que difficilement être partagés ou modifiés.

Plusieurs conflits liés à la préservation de l'environnement interfèrent sur les conditions d'expression des représentants actuels de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer. Plus exactement, on observe un effet de halo entre problèmes publics, installant la prise de parole des représentants de cette commune dans une posture de défiance, voire dans une posture offensive, en se prémunissant d'« attaques », émanant d'acteurs se réclamant de la défense de

²¹ Taché, 2003, p133.

l'environnement, rencontrées sur d'autres problèmes. On le perçoit très nettement dès l'introduction du rapport de mission confiée au premier magistrat de la ville²²:

« Résidant aux Saintes-Maries-de-la-Mer depuis plus de 40 ans, Conseiller Général depuis 1994, Maire depuis 1995 et Député de 2002 à 2007, j'ai pu moi-même observer l'évolution du trait de côte, qui est indiscutable et certainement cyclique. Néanmoins, je ne peux pas être aussi pessimiste que certains écologistes intégristes, relayés par une presse à sensation, qui évoquent la disparition de la Camargue dans les années à venir, se basant sur des études multiples et sans cohérence qui remplissent des placards. »

L'opposition à d'autres acteurs publics à propos de « dossiers » environnementaux et littoraux a un passé certain. L'Association de Défense du Patrimoine Culturel et Naturel Camarguais s'opposait très ouvertement à la municipalité suite à l'opération d'écrêtage de la dune centrale de la plage Ouest, le PNRC ayant exprimé son désaccord sur ce point. Plus récemment ce fut les associations locales NACICCA et Renaissance Saintoise qui déposèrent une plainte contre le remblaiement d'une zone humide à l'entrée du village des Saintes Maries de la Mer en bordure de l'étang de l'Impérial. Plus spécifiquement Renaissance Saintoise saisit comme angle d'attaque le littoral dans ses dimensions plurielles pour s'opposer aux politiques d'aménagement et de développement de la municipalité :

« Les projets structurants et potentiellement néfastes pour notre commune ne manquent pas. Ainsi, l'extension du port de 500 anneaux amputera une bonne partie de la plage des Arènes alors que cet endroit constitue un des points les plus vulnérables du trait de côte sur le littoral camarguais. Comment peut-on imaginer qu'un simple épi longitudinal pourrait résister aux plus violentes tempêtes telle que celle de 1982. Tout à côté, la construction d'un parking sur l'étang des Launes, où les flamants roses devront bientôt laisser la place aux voitures, défigurera à tout jamais le paysage le plus emblématique de notre village. Ajoutons, en vrac : le futur PLU (en gestation depuis huit ans) qui prévoit un certain nombre d'objectifs destructeurs pour l'environnement, l'abandon du littoral de la Plage Est aux camping-cars, le remblaiement sauvage de zones humides ou encore l'absence de plan de circulation pour éviter l'engorgement du village pendant la période estivale. »²³

Les différentes positions occupées au sein de ces débats ne sont pas l'objet de notre propos, lequel s'interdit tout jugement de valeur. Il s'agit simplement de noter que l'expression des représentants des Saintes-Maries-de-la-Mer tend à se charger de ce contexte de jeu d'acteurs de sorte que dans les débats relatifs à la gestion du trait de cote, **le débat strictement technique et matériel des options de gestion est surdéterminé par ce contexte d'énonciation.** Un dialogue de sourds peut alors parfaitement s'installer, chacun pouvant s'indigner de ne pas être compris. La publicisation opérée par la presse est à ce titre symptomatique.

Il est certain que d'autres éléments peuvent intervenir, notamment le conflit interne au syndicat mixte du Parc qui a conduit la municipalité des Saintes-Maries-de-la-Mer à s'adresser au Président de la République française et de refuser pendant un temps certain de valider la nouvelle charte du PNRC. Ces différents facteurs, qu'ils empruntent à des oppositions politiques ou à des déterminations stratégiques, s'ajoutent à ceux que nous mettons en avant, sans les résumer ou s'y substituer. Du reste, les facteurs les plus conjoncturels (oppositions politiques, conflits interpersonnels, analyses stratégiques) n'expliquent aucunement pourquoi la question de la protection du littoral, spécifiquement, est si vive ; à quoi s'ajoute le fait que tous ceux qui adhèrent à la défense lourde et inconditionnelle du trait de cote ne partagent pas nécessairement les mêmes dispositions quant à ces éléments conjoncturels.

²² « Pour un plan de gestion du littoral camarguais » p 5, août 2010

²³ <http://www.renaissance-sainoise.org/comments.asp?id=14>

Il n'est pas exagéré de parler d'une « culture publique » construite autour de la protection lourde du littoral sur les Saintes-Maries-de-la-Mer. Par delà la mise en avant d'un paradigme techniciste et l'opposition technocentrés *vs.* biocentrés, l'aménagement lourd du littoral peut être mobilisé comme une figure démonstrative d'une action publique et volontariste. Elle rend cette action visible, matérialisable, impressionnante et permet de dresser un bilan fait d'une succession de chantiers d'aménagement, de kilomètres de linéaires, de millions d'euros investis, etc. (fig. 46)

Travaux

Aide des collectivités



Figure 46 : mise en page démonstrative de travaux de protection dans un courrier municipal

L'effet clivant des grands travaux contribue à constituer ces politiques d'aménagement en véritables leviers de contrôle de l'espace public pour celui qui les défend, voire les entreprend. Une stratégie de communication évidente s'impose à ce dernier : s'inscrire dans une stratégie de narrativisation de son action (communication de type « *story telling* »), apparaissant non plus simplement comme défendant le territoire, mais comme le défendant aussi contre ceux qui voudraient le passer en pertes et profits au nom d'idéologies environnementalistes. La mise en image dualisée qui en résulte amène une adhésion du public d'autant plus forte qu'il n'apparaît pas de position de compromis entre les deux thèses en présence (protection dure *vs.* protection douce).

D'autre part, la mise en équivalence dans l'espace public des méthodes « douces » de protection, avec un « laisser-faire » accordé à la nature, a très fortement orienté le débat collectif, et ce, tout spécialement avec l'acquisition récente des territoires de la Compagnie des Salins par le Conservatoire du littoral, qui a agi comme un véritable centre de gravité de l'attention publique. Cette problématique assimile de manière très critique la question de la protection du littoral et celle de l'avenir économique de certaines portions du littoral camarguais et entre pleinement dans un jeu d'acteurs très localisé. Une association locale de Salin-de-Giraud connue pour être porteuse d'un mouvement de revendication pour la constitution du hameau en une commune indépendante d'Arles, se saisit systématiquement de la question de l'érosion marine en faisant de « l'abandon du trait de côte » l'abandon de Salin-de-Giraud à son triste déclin économique et social, aujourd'hui que l'activité salicole se retire. Ainsi du président de l'association qui, en réunion publique de la mission « littoral », agite le

risque de voir le hameau transformé en une île par défaut de protection suffisante contre le Rhône et contre la mer, et en l'absence d'un pont reliant Salin-de-Giraud à Port-Saint-Louis. L'association développa son argumentaire lors de l'enquête publique relative à l'adoption de la charte 2011-2022 du PNRC :

« Le projet de charte évoque aussi tout au long du texte le recul inéluctable du cordon littoral camarguais doit être géré en fonction des enjeux humains économiques et environnementaux. En clair pour les non initiés à la dialectique du PNRC, on parle de l'abandon du cordon littoral au sud de l'étang de Beauduc sur le territoire de Salin de Giraud. Nous soutenons que cet abandon volontaire du cordon littoral pose d'immenses risques d'invasion par l'eau de mer des surfaces encore utilisées pour la production de sel de mer et posera à terme la question du maintien de l'activité salinière sur Salin de Giraud. Cet abandon volontaire du trait de côte constitue une perte immense de territoire national qui condamne sans appel tous les projets en cours de maturation pour une réutilisation industrielle à des fins conchylicoles et halieutiques des étangs salés laissés en friche par la compagnie des Salins du Midi depuis 2006 ».

Le jeu d'acteurs se complexifie quand la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer porte par ailleurs son soutien plein et entier à cette association lorsqu'elle s'oppose (avec véhémence) à la municipalité d'Arles pour porter sa revendication principale. L'élu des Saintes-Maries-de-la-Mer, alors député, essaya de relayer à l'Assemblée nationale la revendication de l'association, dressant pour ce faire un réquisitoire contre la commune d'Arles :

« La commune d'Arles, hautement endettée, ne parvient pas à gérer son territoire. Une consultation populaire locale a démontré que 70 % de la population était favorable à l'érection d'une commune indépendante. Enfin, l'enquêteur public, ancien président de section honoraire de la chambre régionale des comptes de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, a rendu un avis favorable à la création de la commune, précisant que cette décision serait sans conséquence pour Arles. Il lui demande donc s'il compte répondre positivement à cette demande d'érection en commune indépendante. » (Question publiée au JO le 21/11/2006, p.12044).

Mais c'est davantage avec l'entremise du groupe de la Compagnie des Salins que le jeu d'acteurs prend une efficacité notable. Celui-ci argumente offensivement contre le PNRC lors de l'enquête publique relative à l'adoption de la charte 2011-2022.

« Nous regrettons que l'ensemble du littoral des salins ne soit pas concerné par l'organisation de la défense et que la seule solution préconisée sur ce littoral envisage la restauration d'un fonctionnement prétendument naturel ou le repli stratégique dans des secteurs affectés par l'érosion. Sur l'ensemble de nos terrains, nous n'avons pas l'intention de laisser faire la nature et de réaliser des expérimentations de renaturation ou de repli stratégique. [...] Pour le maintien de l'activité salinière et de la biodiversité exceptionnelle qui lui est associée, il est absolument nécessaire de conserver la position de défense du trait de côte actuel et qu'en complément des aménagements déjà existants, des solutions techniques de type rechargement en sable [...] peuvent et doivent être envisagées pour renforcer les ouvrages de protection existants (épis et digues) »

De fait, la Compagnie des Salins adopte le statut de propriétaire pour diffuser l'idée de l'impossibilité radicale d'une expérimentation de renaturation sur ses terrains. Moins d'un mois après la clôture du cahier d'enquête publique (le 15 octobre 2009) où l'industriel consigne ces propos, il est annoncé par voie de presse que celui-ci vient de vendre, pour 45 millions d'euros, 4 500 hectares de zone humide au Conservatoire du Littoral (La *Provence*, 2 novembre 2009). C'est la deuxième phase d'un processus de vente lancé par la Compagnie (2300 ha avaient déjà été vendus en 2008) et toujours en cours. L'attitude propositionnelle et prescriptive qu'adopte la Compagnie des Salins sur un territoire qu'elle sait engagé dans un processus de vente peut donc surprendre à propos d'un espace dont le groupe industriel sait qu'il ne sera plus le gestionnaire à court terme.

Le groupe avait de longue date annoncé un tassement de son activité, constitué et animé des groupes de travail et de réflexion pour la valorisation économique du lieu et l'avenir du hameau de Salin-de-Giraud. Il était donc inscrit dans une démarche locale et sociale visant à infléchir un développement territorial. C'est de cette posture qu'il nourrit ses interventions, telle que ci-dessous :

« Le management environnemental est un principe recommandable ou même une technique appréciable, mais il ne dispense pas de se préoccuper d'abord du contenu d'un projet et de son impact réel sur l'économie et l'amélioration de la fréquentation touristique. Pour le cas précis de Salin de Giraud, qui n'est pas cité ici une seule fois, ce n'est pas une expérience certifiée et lourdement subventionnée comme les marais du Vigueirat, qui peut constituer une solution au problème posé. Si la préoccupation environnementale et la logique de tourisme durable doivent incontestablement prévaloir, il ne faut pas perdre de vue qu'un vrai tourisme durable doit pouvoir créer les richesses nécessaires à sa pérennité. » (*ibidem*)

Ce faisant, le locuteur renforce l'idée d'une opposition entre gestion environnementale et valorisation économique du territoire. Il cadre également la perception des populations de saliniers qui expriment régulièrement un sentiment d'abandon de la part des pouvoirs publics, renforçant l'impression d'une discrimination sociale en affirmant une discrimination (argumentée par aucun critère éthique ni factuel, par ailleurs) : « Nous regrettons de constater qu'aucune action ne soit prévue pour soutenir la saliculture qui contribue fortement à l'activité économique locale. Il y a là une incohérence ou une discrimination difficiles à comprendre. » (*ibid.*)

3.3 Acteurs publics pouvant intervenir dans un processus d'adaptation et acceptabilité d'une mesure juridique de retrait du littoral

On a pu voir précédemment combien la présence d'un tiers acteur pouvait être cruciale dans le processus d'adaptation et, en conséquence, dans l'abandon de l'occupation du littoral au sein de ce processus. La situation camarguaise illustre ainsi parfaitement l'interaction entre les différents niveaux d'administration du territoire et ses effets sur la diversification des modes de gestion du linéaire côtier. Les avatars de la mise en application de la loi littorale avaient déjà montré un net dysfonctionnement dans l'application de l'orientation nationale au niveau de l'échelon local en l'espèce de prises d'initiatives de nombres d'élus municipaux visant non pas tant à contourner la loi qu'à répondre à son caractère jugé trop décontextualisé. De même, les politiques de protection lourde (enrochements) contre l'érosion sont connues pour faire le plus souvent l'objet d'un « fort soutien politique local » (Marini, 1998), répondant à une demande

sociale plus « directement » formulée.

La question de savoir qui devrait prendre sous sa responsabilité la mise en application d'un dispositif d'expropriation peut se traiter « facilement » d'un point de vue législatif. Mais du point de vue de l'acceptation sociale, cette question paraît se complexifier. Aussi, face à un tel contexte décisionnel, est née une attente réelle à l'adresse du Conservatoire des Espaces Littoraux et des Rivages Lacustres pour que cet organisme se fasse le porteur et l'expérimentateur de solutions de gestion par repli stratégique ou par l'usage de techniques dites douces. Ainsi le Grenelle de la mer PACA a-t-il conclu :

« Les stratégies de gestion du DPM doivent intégrer la notion de « recul stratégique » et prendre en compte le changement climatique. La diffusion de pratiques de gestion qui peuvent être différentes de celles du passé doit être encouragée. **Les nouvelles compétences du Conservatoire du littoral vont permettre d'aller plus loin dans ce sens** »,²⁴

La délégation PACA du Conservatoire du Littoral développe une réflexion sur le fait d'assumer un rôle de courroie pour accompagner le repli stratégique. Ainsi se poursuit la réflexion du Conservatoire quant à ce rôle d'« aiguillon » de diffusion de modes de gestion alternative aux protections lourdes là où les enjeux le permettent, que Bernard Gérard, Directeur adjoint du Conservatoire du Littoral, exprimait en 2006 dans les termes suivants : « On nous dit aujourd'hui, vous devez être des acteurs privilégiés sur ces questions. Grâce à votre savoir-faire appuyé sur la négociation de terrain, vous ne devez pas vous limiter à être un acteur foncier. Ouvrez votre savoir-faire à la gouvernance générale au sein de territoires plus vastes. Faites évoluer votre métier. Devons-nous aller vers ce nouveau rôle plus ambitieux, au risque de nous perdre... ou de gagner...? » (ANEL, 2006)

S'il est vrai que le Conservatoire voit son action limitée aux terrains dont il est propriétaire – 12% du linéaire côtier national (cf. Basilico *et al.* 2011) - il est, inversement, déjà engagé dans une stratégie d'acquisitions visant à intégrer les scénarios d'évolution du niveau de la mer à partir d'un diagnostic prospectif global de vulnérabilité. Il est donc amené à devenir un acteur de poids croissant alors même que l'élévation du niveau marin pourrait à terme conduire à la disparition de plus de 20% de son territoire à horizon 2100 (Clus-Auby *et al.*, 2006).

Le Conservatoire du Littoral se retrouve donc dans la position d'un acteur privilégié pour la diffusion de ferments d'adaptabilité au sein de la population civile autant que de la sphère gestionnaire. Les conditions de gestion de ses sites lui permettent de développer des expériences avec une assez grande liberté. De plus, les actions de gestion qu'entreprend le Conservatoire l'amènent à communiquer à destination d'un public assez large et parfois à destination de populations qui ont longtemps pratiqué les lieux, bien avant l'arrivée du Conservatoire et qui peuvent exprimer une certaine réticence devant de nouveaux modes de gestion.

L'importance de la communication au sein de l'adaptation est également de permettre l'expression de conflits en vue de leur éventuel dépassement. Le Conservatoire de ce point de vue peut affronter les conflits sans subir une pression aussi forte que celle rencontrée par les collectivités territoriales. Le Conservatoire n'est pas pour autant complètement « immunisé » aux conflits, et certaines opérations d'expropriation, fortement médiatisées, telles celles nécessitées par l'acquisition des anciens salins d'Hyères ont laissé des traces dans la mémoire des acteurs impliqués. Aujourd'hui, le Conservatoire du Littoral, nouveau propriétaire à Salin de Giraud d'espaces autrefois affectés à la production de sel, se confronte à population qui accepte mal l'abandon de l'entretien des digues par le nouveau propriétaire. Au cours d'une

²⁴ Grenelle de la mer Régional, tenu à Marseille le 16 juin 2009

réunion publique, le délégué régional tente une explication de ces choix de gestion face à une assemblée inquiète de voir mise en péril l'intégrité de son territoire :

« Si je bloque l'érosion au niveau de Beauduc, au niveau de l'ensemble de nos terrains, ce sable va être cherché ailleurs, il va y avoir une érosion plus forte et on va se retrouver avec une gravité supplémentaire au droit des villages et de la commune des Saintes. [...] Ce n'est pas laisser faire, c'est au contraire donner ces espaces de respiration nécessaire à la nature permettant de pouvoir les durcir ailleurs pour un enjeu qui préservera des biens et des personnes. Prenons un peu de hauteur par rapport à ça, regardons ce qui est primordial. [...] Je suis persuadé que dans cinquante ans ces espaces de marais et d'étangs, y compris le Vaccarès, vont être des espaces qui vont permettre d'atténuer le risque au niveau des lieux habités que ce soit les crues du Rhône ou que ce soit les submersions marines... Ne vous souciez pas s'il y a cinquante hectares qui vont disparaître ou évoluer à tel endroit et cinquante hectares qui vont être gagnés d'un autre côté. »²⁵

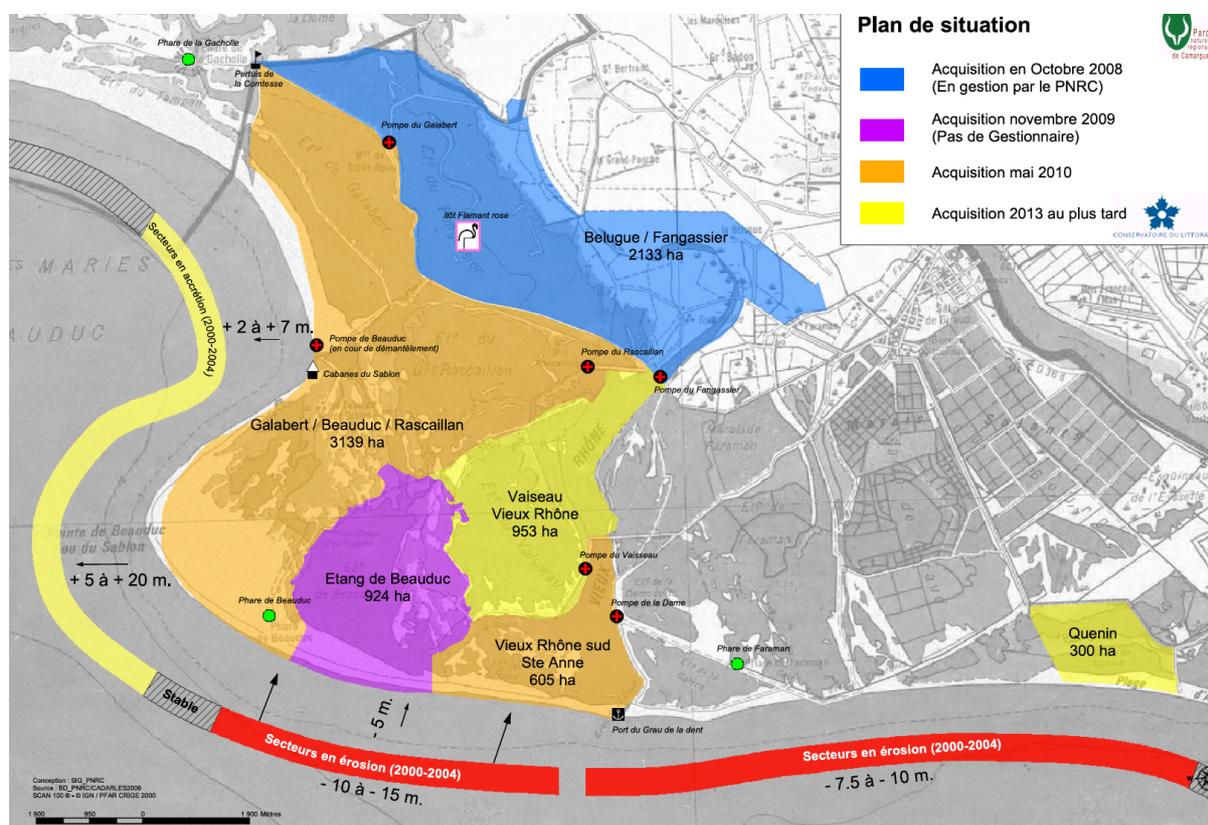


Figure 47 : carte des acquisitions du Conservatoire du littoral dans le sud est de l'île de Camargue (document du PNRG susceptible d'évolutions)

Les acquisitions réalisées par le Conservatoire du Littoral dans cette partie Sud-Est du littoral du grand Delta ont également abouti à une nouvelle forme de gestion de cet espace non seulement en termes de « naturalité » et de fonctionnalité hydraulique mais également du point de vue des usages et de la fréquentation humaine de cette frange côtière. En effet, jusque là les marges industrielles de cet espace, anciennement dévolu à l'exploitation du sel, étaient investies par un ensemble d'usages sociaux, plutôt locaux, tels la pêche et le ramassage de coquillages prenant souvent appui sur des installations saisonnières de fortune (caravanes et

²⁵ Réunion publique tenue à Salin de Giraud le 18.03.2013.

cabanons) et du camping sauvage (Nicolas 2008, 2011a, 2011b). D'autres usages balnéaires s'y sont ensuite greffer parmi lesquels le kite-surfing²⁶ mais aussi des pratiques plus incidentes sur le plan environnemental telles celles du quad ou du moto cross. De manière générale, la circulation de véhicules à moteur en tout genre était pratiquée sur l'ensemble du linéaire côtier. Depuis le début du mois de juin 2012, un arrêté municipal a permis d'initier un changement important dans l'accès et la réglementation de cet espace. Ce document a abouti en premier lieu à la mise en place d'un gabarit au départ de la seule piste conduisant à ce bout de littoral et visant la diminution de la fréquentation humaine, en second lieu les quads et moto-cross se sont vus interdire l'accès à cet espace littoral sensible. Enfin un projet de répartition des usages est actuellement expérimenté qui prévoit l'interdiction à la circulation sur la pointe de Beauduc, le cantonnement de la pratique du kite-surfing et une zone réservée à la baignade (fig. 48). La mise en place récente de cette ambition de restriction des usages balnéaires sur cet espace n'est pas sans soulever un mécontentement important de la population locale, notamment en ce qui concerne la localité de Salin de Giraud qui voit dans cette diminution de fréquentation du littoral une perte de revenus pour les commerçants, venant ajouter un peu plus de récession économique à la localité déjà confrontée à la déprise industrielle de l'exploitation du sel.

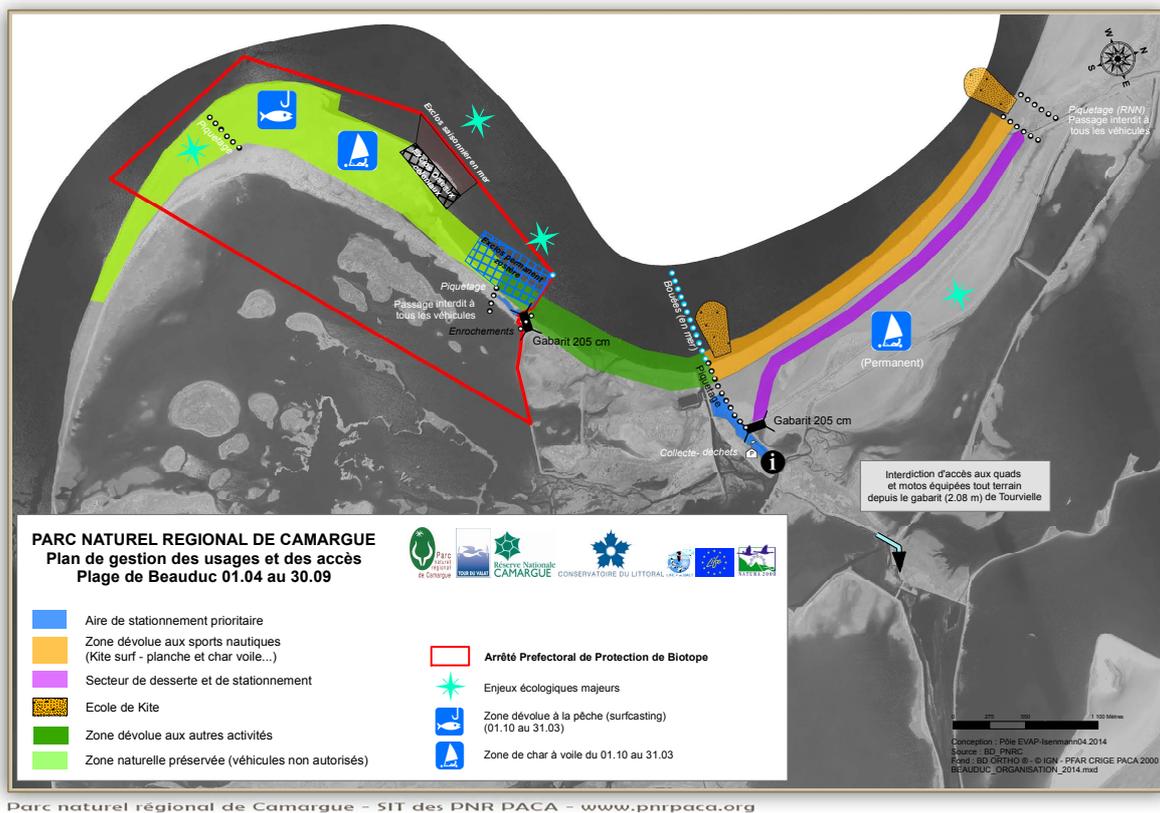


Figure 48 : carte de répartition des usages de la plage de Beauduc

Outre les usages balnéaires et sportifs précédemment cités et la fréquentation humaine qui devraient exercer une pression moins forte sur ces espaces littoraux camarguais suite à la limitation d'accès, il convient d'examiner aussi la question du hameau des cabanes du Sablon.

²⁶Ce groupe d'usagers est devenu rapidement très important et un décompte réalisé par le Conservatoire du Littoral durant l'été 2010 a comptabilisé jusqu'à 600 voiles sur l'ensemble du site

Ce paragraphe est développé pour entrer en discussion avec l'approche juridique développée ci-après. Situées sur le domaine privé des Salins du Midi, l'enclave que constituent les cabanes du Sablon, ensemble bâti d'un peu moins de 80 installations, a fait d'abord l'objet d'une proposition de vente auprès de leurs détenteurs par la Compagnie des Salins, mais c'est finalement la commune qui s'est portée acquéreur des terrains d'assiette de ces installations bâties²⁷, la vente n'a toutefois pas encore abouti. La perspective de rachat individuel ou collectif de cet ensemble menaçait en effet de pervertir cette qualité éco-compatible dans la mesure où l'émergence de la propriété privée pouvait changer la base sociale, culturelle et matérielle du hameau. Le profil sociologique des détenteurs de ces cabanes est aujourd'hui encore très largement populaire et local mais le caractère de précarité au fondement de cet habitat adaptatif aurait-il résisté à l'attrait du pavillonnaire, aux exigences de commodités d'accès ou de sécurité si les occupants pouvaient se prévaloir de la propriété foncière des lieux ? Ce regroupement d'habitations précaires n'était, jusqu'en 2004, qu'un des trois quartiers d'installations humaines sur le site de Beauduc, bien que le plus ancien (les cabanes y ont été édifiées à partir de 1950). A partir de cette date, le démantèlement progressif des deux autres quartiers s'est poursuivi et ne subsiste aujourd'hui, en matière d'occupation humaine permanente, que celui dit du « village » en retrait du littoral (à environ 600 mètres du bord de mer). Les occupations saisonnières en caravanes se sont maintenues également²⁸ (environ 100 caravanes durant la saison d'été) et se répartissent plus à proximité du rivage à l'instar de la plage de Piémanson, près de l'embouchure du Grand Rhône, où l'on observe des pratiques similaires – bien que plus importantes en termes d'effectifs humains - de camping « sauvage ».

Les cabanes de Beauduc représentent sur le littoral camarguais une forme de fréquentation humaine et sociale inscrite dans le territoire depuis plus d'un demi-siècle, elles sont les héritières de cabanes de pêcheurs présentes sur cette Pointe du littoral depuis sa formation (Nicolas 2008). Cet habitat précaire présente des caractéristiques très adaptées à cet espace littoral : situé sur des terrains hauts, constitué de matériaux de recyclage, recourant aux énergies renouvelables (solaire et éolien), récupérant l'eau de pluie, optant de plus en plus pour des toilettes sèches... Le mode de vie qui l'accompagne forme un support social également intéressant du point de vue de l'adaptation aux lieux par l'organisation matérielle particulière qu'il implique comme par exemple la gestion parcimonieuse de l'eau. L'éducation à l'environnement y est ainsi en quelque sorte quotidienne pour les enfants de ces cabanes, en ce qui concerne l'apprentissage de la récupération et de la gestion économe de l'eau mais aussi leur transmettant un ensemble de savoirs naturalistes profanes à travers les exercices très prisés de la pêche et du ramassage de coquillage et leur apprenant également comment vivre avec les inondations épisodiques de la mer (les *emptions*). Véritablement incorporées ces pratiques écologiques traduisent aussi un lien direct et entretenu avec le territoire. Le Parc de Camargue a inscrit dans sa charte la volonté de maintien de ce hameau et le projet d'en faire un modèle d'éco-hameau, il tente d'élaborer actuellement une « charte du cabanon » qui s'inscrive dans cette perspective.

Comment réagit l'ensemble des usagers concernés aux modifications de gestion et d'affectation de cet espace littoral ainsi qu'à sa dépoldérisation progressive du fait de l'abandon de l'entretien des digues frontales à la mer depuis que le propriétaire est le Conservatoire du Littoral ?

²⁷ Délibération du conseil municipal de la ville d'Arles du 24 septembre 2013

²⁸ L'association des plaisanciers de Beauduc a obtenu un droit de passage pour les caravanes de leurs adhérents par le contournement prévu pour les secours et l'enlèvement des ordures et encombrants. Cette tolérance a été consentie lors de la concertation locale pour la mise en place du gabarit sur la piste d'accès, elle doit sans doute être lue au regard de celle encore accordée aux mêmes types d'usagers sur la plage voisine de Piémanson, dite aussi plage d'Arles.

On a vu précédemment que les usages sociaux (de loisirs, de prédation, d'installation) de cet espace sont désormais encadrés et canalisés. La circulation avec des véhicules à moteur y est interdite notamment sur la Pointe de Beauduc autrefois le siège de campements familiaux et amicaux qui s'assortissaient du stationnement de nombreux véhicules. Pour contrer ces habitudes sociales d'installation au plus près du rivage, le Conservatoire du Littoral et le Parc de Camargue ont réalisé, via les éco-gardes, un important travail de sensibilisation et de contrôle des usagers qui ont fini par s'adapter en réalisant, par exemple, des engins de traction bricolés pour pouvoir continuer à aller pêcher à la Pointe de Beauduc. Notons que cet exemple entre en résonance directe avec l'importante tradition de bricolage des habitués de ce bout de littoral. Par ailleurs, nombreux sont ceux parmi ces derniers à se réjouir des baisses importantes de fréquentation humaine qu'a entraîné cet encadrement des usages, arguant du calme et d'une certaine sérénité retrouvée²⁹.

Les pêcheurs professionnels dont on a souligné plus haut les attendus en terme halieutiques autour de la reconnexion de la lagune de Beauduc insistent également sur les avantages de la poldérisation comme l'expliquent les propos suivants d'un pêcheur de telline :

Le seul truc qui va me reconforter c'est le fait qu'ils aient arrêté d'entretenir ces digues là et qu'elles disparaissent. Ça va mettre du temps. Il y aura l'échange qu'il y avait avant entre la mer et la terre.

Leurs savoirs profanes sur le fonctionnement littoral rejoignent ainsi les savoirs savants des géomorphologues comme en témoigne la description à laquelle se livre ensuite ce même pêcheur :

Quand ils ont mis les rochers la plage est revenue au début parce que les grands bancs de sable au large ont bougé et avec les courants ce sable est rentré en bord de plage et s'est mis de part et d'autre de ces épis. Mais avec les années qu'est-ce qu'elle a fait la mer ? Elle a continué à évoluer, à venir chercher ce sable en bord de plage, elle a commencé à créer des haut-fond et ce sable est parti au large, dans les fosses, il n'est plus revenu, y'a plus d'échange. Si ils avaient arrêté de mettre des cailloux, la mer aurait continué à grignoter je dis pas qu'elle se serait arrêtée parce que ça monte, il faut pas se leurrer la mer monte, on le voit tous les jours, tout le monde le dit, les scientifiques, moi je le suis pas mais on le voit bien tous les jours, mais j'ai l'impression que le phénomène s'est accéléré avec ces épis qu'ils ont créés. Ça a créé des fosses en bout d'épis, au large et la mer a amené le sable dans ces fosses. Ils étaient tous contents mais nous on a vu l'évolution. Quand ils ont fait ces épis au Grau de la Dent on l'a vu, on a eu de suite des petits bancs de sable autour de ces épis mais ça a vite disparu, dans les 10 ans qui ont suivi.

Néanmoins, restituer par la dépoldérisation un fonctionnement plus naturel au trait de côte ne provoque pas toujours un aussi large consensus qu'auprès du groupe des pêcheurs. La population habitant l'agglomération de Salin de Giraud y voit souvent une menace réelle ou métaphorique pour sa propre existence. Lors d'une réunion publique confrontant le Conservatoire du littoral à ces habitants, l'un d'eux s'exprime ainsi invoquant l'entrée de la mer dans les étangs du fait des brèches dans les digues frontales à la mer :

Il y a des étangs où l'eau rentre naturellement mais il ne faut pas trop la laisser rentrer naturellement sinon on va avoir les digues qui vont casser partout. Entre le Grau de la Dent et le Grau de la Goule si on ne fait pas de travaux un jour, un coup de mer... La digue de Sainte Anne elle a déjà pété, si ça rentre dans le Vieux Rhône ça rentrera dans le salin [plusieurs voix s'élèvent qui acquiescent dans le même sens, renchérissant : « dans pas longtemps l'eau entrera dans le village »] il y a des digues qu'il faut entretenir, il faut faire un minimum de travaux, on en fait aux Saintes Maries je vois pas pourquoi à Salin de Giraud on en ferait pas ? [il est applaudi par de nombreux participants]

²⁹ Un des effets attendus de cette restriction dans les usages du littoral consistait à porter un coup d'arrêt aux nombreuses soirées rave qui se produisaient très régulièrement sur la plage.

L'idée que la renaturation des anciens salins vers des lagunes ré-ouvertes à la mer puisse être envisagée comme une stratégie d'adaptation du delta au changement global est en effet loin de remporter unanimement l'adhésion des populations locales, notamment en ce qui concerne une partie importante de la population ouvrière de Salin de Giraud pour qui, au delà du sentiment de déliquescence du territoire, le fait de perdre du terrain face à la mer apparaît comme le reflet de leur propre condition socio-économique du fait de la déprise industrielle. Cela renvoie aussi les usagers locaux de ce territoire au sentiment de perte ou de restriction des pratiques sociales et culturelles attachées à ces espaces laissant ainsi une fois de plus « émerger des enjeux insoupçonnés par les opérateurs de dépoldérisations défensives » (Goeldner-Gianella, 2009) et appelant à un important travail d'accompagnement social de la part de ces opérateurs.

La réflexion que nous avons menée jusqu'à ce point porte la question de l'adaptation au niveau de l'ensemble des dimensions constitutives de l'action publique concertée, depuis la création d'un foyer d'attention publique jusqu'au jeu d'acteurs qui conditionne une prise de décision locale. Néanmoins une dernière « strate » de l'action publique demeure extérieure à ce questionnement : celle où l'action publique est imposée juridiquement sans nécessité ni d'un foyer d'attention publique, ni d'un consensus local. La dimension juridique de l'adaptation doit alors faire l'objet d'une réflexion en propre. L'enjeu devient alors celui de définir, de concert avec la connaissance géomorphologique un dispositif juridique répondant aux évolutions physiques du milieu, au regard des connaissances actuelles.

II. Intégration juridique des contraintes géomorphologiques

1. La prévision du recul du rivage

Face aux phénomènes de recul du rivage, plusieurs options se présentent aux gestionnaires des espaces littoraux : tenter de stabilisation du rivage par des enrochements et/ou des méthodes dites douces, accepter une zone de recul aussi appelée « repli stratégique », ou laisser faire (Klein et al., 2001). Dans CamAdapt nous abordons la seconde option de gestion car cette méthode est particulièrement adaptée dans une perspective d'une gestion durable du littoral puisqu'elle consiste à anticiper le recul du rivage afin de conserver ses caractéristiques naturelles. Cependant, définir une ligne de repli pose aussi la question de la méthodologie à appliquer. En plus de cette difficulté, les conditions physiques du milieu contraignent aussi les résultats car la majorité des côtes équipées aujourd'hui d'ouvrages ne connaissent plus d'évolution naturelle. Cette situation est particulièrement développée dans les secteurs fortement urbanisés, là où une ligne de repli pourrait être précisément proposée. Sur les plages au fonctionnement encore naturel et où l'arrière plage n'est pas (encore) anthropisée, définir une ligne de recul pose a priori moins de difficultés car les enjeux socio-économiques en arrière de la plage sont alors faible.

Pour apporter des éléments de réflexion à la définition d'une ligne de recul, nous avons donc d'abord conduit une réflexion méthodologique.

1.1 *Combiner la tendance longue et courte dans la prévision de la position du rivage*

La prévision de la ligne du rivage est réalisable par des modèles numériques (modèles à une dimension soumis à des lois de comportement de type Genesis, Cascade, Unibest CL...) ou selon l'approche historique. Dans ce dernier cas il s'agit de se baser sur les vitesses passées de recul du rivage et d'en réaliser une extrapolation future. Cette approche est largement débattue dans la littérature afin de déterminer quelle méthode (linéaire, exponentielle, moyenne...) est la plus pertinente (Crowell et al., 1999 ; Genz et al., 2007 Sabyasachi Maiti et Bhattacharya, 2009). Un consensus général se dégage et admet que...chaque site est particulier et une méthode universelle n'est pas envisageable néanmoins les tendances linéaires pour reproduire la tendance évolutive de la position du rivage sont les plus utilisées.

L'approche historique, classique, projette la future position du rivage pour une année x mais en réalité les variations saisonnières ne sont pas prises en compte dans la prévision puisqu'il s'agit d'une position « moyenne » du rivage l'année choisie. Fort d'un jeu de données inédites sur le site d'étude du Grand Radeau, nous apportons un point novateur à ces méthodes. De mesures mensuelles des variations du rivage effectuées depuis près de 30 ans sont analysées afin d'extraire les tendances (linéaires dans ce cas) longues (plusieurs décades) et saisonnières (mois). Nous prenons pour exemple ici les secteurs en recul qui connaissent une tendance longue proche de 4 m/an mais aux variations mensuelles variables entre 16, 30 et 65 m afin de mettre en évidence le poids des phénomènes saisonniers sur l'évolution pluri-annuelle.

Dans le cas de la plage retenue pour exemple (fig. 49), si la tendance longue du recul est proche de 4m/an, les variations saisonnières montrent une amplitude de la position du rivage proche de 50m et des érosions moyennes de 16m (fig. 50). En d'autres termes, il est souvent possible de définir historiquement la position future du rivage pour une année x mais durant cette année, la variabilité saisonnière doit être intégrée afin d'améliorer les prévisions. Par

conséquent nous proposons d'évaluer la position future du rivage selon l'approche historique mais en rajoutant l'érosion à court terme.

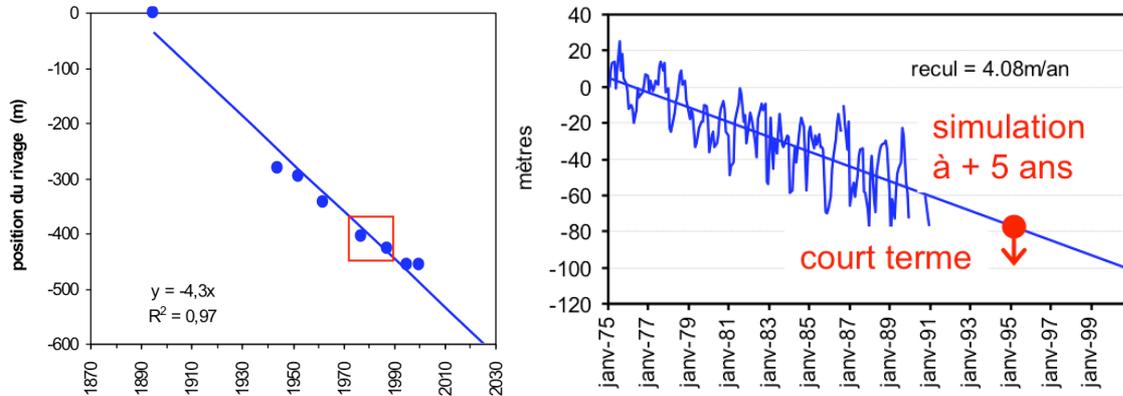


Figure 49 : Gauche : exemple de recul du rivage d'une plage de Camargue à long terme sur la base de cartes anciennes et photographies aériennes. Droite : exemple de recul du rivage sur la même plage de Camargue mais avec une haute fréquence temporelle (mensuelle). La projection de la tendance du recul du rivage ne prend pas en compte les variations saisonnières dont le maximum d'érosion est présenté en rouge.

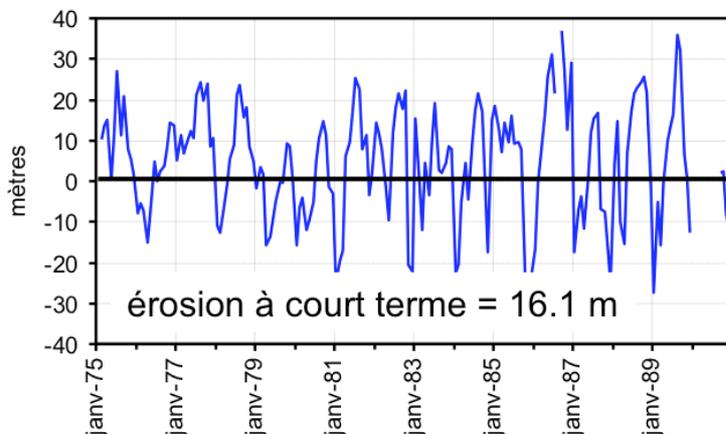


Figure 50 : Exemple de variations saisonnières du rivage (la tendance longue présentée dans les figures antérieures a été déduite). On remarque des variations saisonnières importantes proches de 50m d'amplitude et des érosions moyennes de 16 m avec des maximaux qui atteignent presque 30 m.

Cependant, plus la prévision de la position du rivage s'étend dans le temps, plus le poids des reculs à court terme diminue (fig. 51). Par exemple, dans le cas d'un recul pluri annuel (Long Terme) observé de 4m/an, la valeur du recul à Court Terme sera égale à la prévision de la position du rivage à n+4 ans ou à n+17 ans respectivement pour des érosions saisonnières de 16 et 65 m (Court Terme). En d'autre terme, si un rivage recul à la vitesse historique de 4m/an et affiche une érosion à Court Terme de 65 m, alors la prévision future du rivage inférieure à 17 ans ne prenant pas en compte le recul à Court Terme sous-estimera largement le recul potentiel durant les plus fortes tempêtes. Si on admet que le ratio recul à Court Terme/recul à Long Terme, devient négligeable lorsqu'il approche 0,1 (fig. 51), c'est à dire

lorsque la valeur du recul saisonnier représente seulement 10% de la valeur de la prévision du recul à Long Terme, alors les prévisions peuvent se passer de l'intégration du recul à Court Terme à partir de 40 années de simulation (cas d'un recul à Court Terme de 16 m). Cependant, lorsque le recul saisonnier atteint 65m, alors les prévisions doivent intégrer les mécanismes à Court Terme car pour des simulations à 100 ans, le ratio recul Court Terme/recul à Long Terme est encore proche de 0,2.

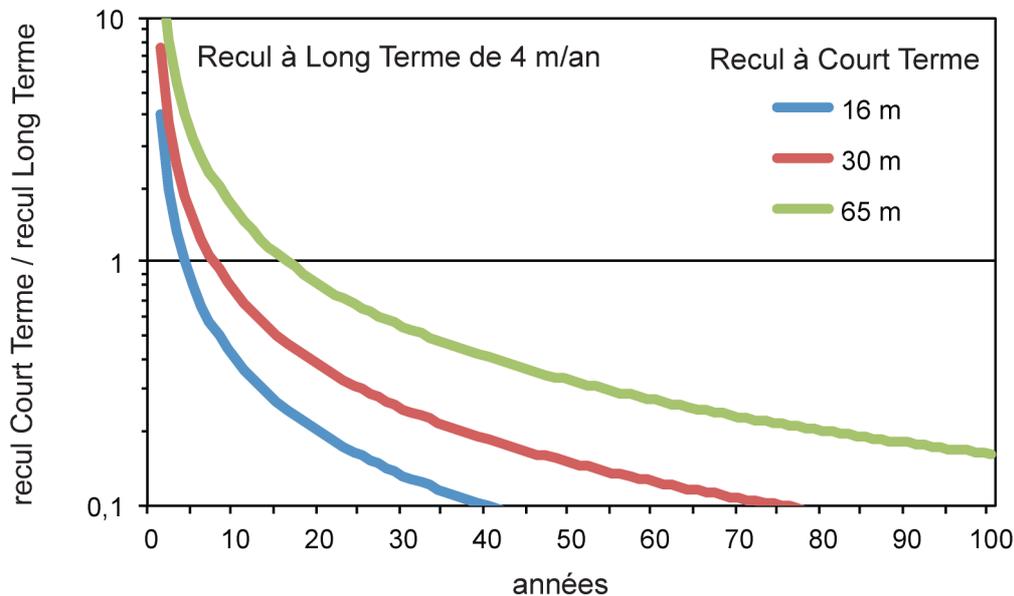


Figure 51 : Ratio recul Court Terme / recul Long Terme dans le cas d'un rivage qui recule à la vitesse de 4m/an. Les valeurs égales à 1 indiquent un recul identique entre celui à attendre à Court Terme et celui simulé à Long Terme.

Nous proposons donc de calculer la ligne de recul du rivage en s'inspirant des travaux de E.B. Daniel et M.D. Abkowitz (2005) et de O. Ferreira et al., (2006). Cette méthode consiste à extrapoler les tendances des mouvements historiques du trait de côte mesurées à moyen-long terme vers une date future et de rajouter à cette prévision le recul épisodique lié aux tempêtes extrêmes. Cette ligne (L_r) est calculée par (fig. 52):

$$L_r = (\Delta r_{LT} \times A) + \Delta r_{CT}$$

où A = le nombre d'années désirées

Δr_{LT} = les déplacements du rivage à Long Terme exprimés en m/an

Δr_{CT} = le recul du rivage à Court Terme (tempête exceptionnelle) exprimés en m/an

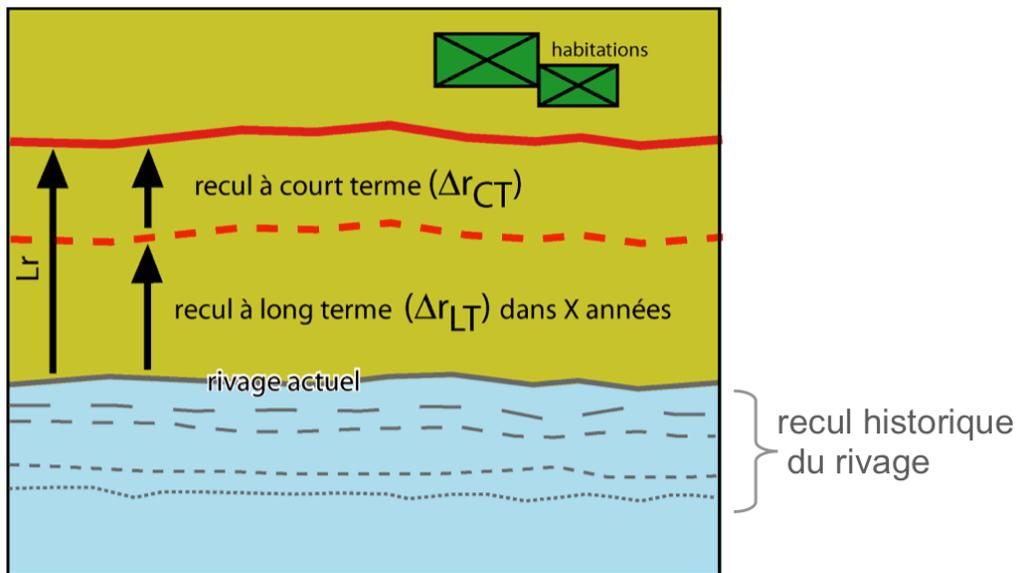


Figure 52 : La méthode de calcul de la ligne du recul (Sabatier et al., 2009)

1.2 Avantages et inconvénients

Les tendances de recul ou d'avancée du rivage produites par l'analyse historique prennent en compte tous les forçages qui contrôlent la position du rivage dont la montée de la mer. Cependant, nous n'avons pas considéré spécifiquement ce paramètre car il est déjà introduit implicitement dans les tendances (linéaires ou pas) utilisées. Par contre, les simulations du recul du rivage se basent sur la vitesse passée de la montée de la mer en faisant l'hypothèse que l'élévation du plan d'eau jouera le même rôle dans les processus érosifs futurs. Cet a priori est acceptable sur les plages ouvertes et contrôlées par la houle (comme la Camargue) mais devient plus délicat sur les environnements fermés comme les plages de baies ou de poche pour lesquels la montée de la mer semble être le premier agent de l'érosion du littoral (Sabatier et al., 2005 ; Brunel et Sabatier, 2009).

Nous faisons l'hypothèse d'un plan d'eau et de conditions de tempêtes stables dans le temps, sans tenir compte d'un éventuel changement climatique qui se traduirait par une accélération de la montée de la mer (IPCC, 2013) et d'une possible recrudescence des tempêtes même si en Méditerranée française ce phénomène ne semble pas probable (Ullman et Sabatier, 2010). En ce qui concerne le niveau de la mer, il n'existe cependant pas encore de prévisions locales précises et les travaux peuvent paraître contradictoire tant la montée de la mer subit le contrôle de mécanismes complexes. Il semble qu'entre les années 60 et le début des années 90, le niveau marin soit plutôt resté stable dans le bassin du NW de la Méditerranée (Tsimplis et Baker, 2000). Entre 1993-2000, une accélération de la montée du niveau de l'eau se serait produite, mais aurait surtout affectée l'Est du bassin (Cazenave et al., 2001). Pour la fin du 21^{ème} siècle Tsimplis et al., (2008) indiquent que le long des côtes de Méditerranée française, la montée n'accélérerait pas obligatoirement et connaîtrait des valeurs proches de celles d'aujourd'hui. Une meilleure connaissance de l'impact du changement climatique sur le niveau de la mer et les caractéristiques des tempêtes permettra donc d'affiner les simulations du recul du rivage.

En additionnant la tendance à long terme du recul du rivage et l'impact d'une tempête extrême, ce dernier événement est finalement surreprésenté. Il est intégré à deux reprises dans notre calcul puisque les variations à moyen-long terme du rivage sont aussi contrôlées par les tempêtes (Fenster et al., 2001), même si ce thème fait débat (Zhang et al., 2002) car le rôle des tempêtes sur l'évolution du rivage à long terme varie selon les sites d'étude. A ce stade de la connaissance du fonctionnement morphodynamique littoral et des relations entre le court-moyen-long terme, il n'est pas possible d'extraire de la tendance longue l'influence des tempêtes. Notre approche surestime donc le recul mais cette démarche, peu entreprise dans les analyses prévisionnelles, est pertinente compte tenu des valeurs importantes des érosions à court terme par rapport aux tendances annuelles longues (fig. 49 et 50).

Dans nos estimations, la distance entre le rivage et l'arrière de la dune qui forme le système dune-plage n'est pas prise en compte. Ce paramètre permettrait pourtant de définir une largeur minimale sur laquelle les échanges sédimentaires du prisme littoral ne seraient pas perturbés par les équipements côtiers. Connaissant la pente de la plage et la hauteur du jet de rive il est possible d'estimer la largeur minimale de la plage pour limiter les débordements de tempêtes. Cette approche ne peut cependant pas être utilisée en Camargue car les plages montrent une pente inversée depuis le sommet de la berme généralement haute de 1 à 2m et situées à moins de 10 m du rivage (Sabatier et al., 2007). Cette morphologie particulière explique en partie l'étendue importante des submersions marines. Pour appréhender indirectement ce paramètre, O. Ferreira et al., (2006) proposent d'estimer les zones potentiellement soumises à des dépôts de tempêtes en calculant la limite supérieure du jet de rive et en la confrontant aux altitudes du terrain. Lorsque la hauteur du jet de rive est supérieure à celle de la dune, les auteurs considèrent qu'un débordement de tempête est possible. Néanmoins, les extensions spatiales des intrusions marines causées par les inondations de tempêtes ne sont pas simulées avec cette méthode. L'utilisation de données morphologiques à très haute précision par des campagnes de Lidar aéroportés aidera à la prévision de ces phénomènes.

En zones équipées d'enrochements, la simulation des positions du rivage se heurte cependant à la présence des ouvrages. En effet, s'il est intéressant d'aborder le thème du recul stratégique dans ces zones déjà équipées, les enrochements perturbent largement les évolutions naturelles. Pour se positionner dans une hypothèse pessimiste mais sécuritaire, nous proposons de simuler le recul du rivage en considérant les vitesses naturelles (avant les ouvrages) de déplacement du trait de côte dans les zones urbanisées. Cette approche permet surtout d'évaluer si un repli stratégique est encore possible en se plaçant dans des hypothèses contraignantes. En effet, si les ouvrages permettent de ralentir le recul du rivage, ils parviennent rarement à le stabiliser et leur impact à moyen long terme reste encore mal connu. Par conséquent, les simulations proposées ne doivent pas être interprétées comme des prévisions de la position du rivage en fonction des contraintes actuelles (enrochements) mais servir de réflexion aux gestionnaires pour l'établissement, ou non, d'une zone de repli stratégique et/ou de mesures d'accompagnement du recul du rivage (des rechargements artificiels épisodiques en sables pourraient être proposés).

Pour conclure, la méthode proposée et utilisée pour le site du Grand Radeau (cf infra) comporte plusieurs raccourcis qui pourront être améliorés avec la connaissance et la quantification du comportement morphodynamique des littoraux. A ce stade, notre approche permet néanmoins de proposer aux gestionnaires et aux bureaux d'études une méthode d'estimation de ligne de recul qui leur permettra d'anticiper les phénomènes d'érosion du rivage futur.

2. Le contexte juridique : du supra-national au local

2.1 Les obligations issues de la directive inondations

La directive « inondations » (directive 2007/60/CE) définit l'inondation comme étant une «submersion temporaire par l'eau de terres qui ne sont pas submergées en temps normal», par les eaux douces ou par la mer dans les zones côtières.

La directive demandait à chaque État-membre de procéder pour chaque district hydrographique avant le 22 décembre 2011 à une «évaluation préliminaire des risques d'inondation» (EPRI) fondée sur des données historiques : cette évaluation fait état des phénomènes observés et de leurs conséquences et, si besoin, des conséquences négatives potentielles qui en résulteraient en cas «d'évènements similaires futurs». Le décret n°2011-277 du 2 mars 2011, précise d'une part la procédure d'élaboration des EPRI, cartes des surfaces inondables, cartes des risques et PGRI avec les parties prenantes au premier rang desquelles les collectivités, ainsi que le comité de bassin et les EPTB, et d'autre part le contenu des stratégies locales qui doivent être arrêtées par les préfets de département au plus tard 2 ans après la publication des arrêtés relatifs aux territoires à risques importants.

Cette étape est franchie et a fait l'objet de décisions d'approbation prises au niveau de chaque district et synthétisées au plan national. L'arrêté du préfet coordonnateur de bassin a été signé le 21/12/2011 pour le bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

En second lieu, la directive imposait avant le 22 décembre 2013, l'établissement sur les Territoires à risque d'inondation (TRI), de «cartes des zones inondables» et de «cartes des risques d'inondation». 122 TRI ont été identifiés en France (métropole et DOM) dont 34 TRI «submersion marine». 69 % de la population potentiellement exposée aux inondations par submersion marine est comprise dans un TRI.

Un arrêté n°12-282 du préfet de région, du 12 décembre 2012 a établi la liste des 31 Territoires à Risques Importants d'inondation du bassin Rhône-Méditerranée. Le delta du Rhône est identifié comme TRI, notamment les communes d'Arles et des Saintes-Maries de la mer³⁰.

Les TRI mettent l'accent sur la vulnérabilité des enjeux à intégrer dans les politiques d'aménagement du territoire.

Les cartes des zones inondables doivent distinguer «faible, moyenne et forte probabilité» avec dans chaque cas mention de «l'étendue de l'inondation, la hauteur ou le niveau d'eau, la vitesse ou le débit». Les cartes des risques d'inondation indiquent «le nombre d'habitants potentiellement touchés, les types d'activités économiques, les installations susceptibles de provoquer une pollution accidentelle et les zones protégées».

Enfin, la troisième étape consistera à arrêter, avant le 22 décembre 2015, des «plans de gestion des risques d'inondation» (PGRI). Les objectifs du PGRI sont déclinés au sein de «stratégies locales qui identifient des mesures de gestion du risque». Le PGRI peut identifier des travaux et mesures qui sont qualifiés de projets d'intérêt général au sens de l'article L 121-9 du code de l'urbanisme et fixer des délais pour leur réalisation.

³⁰ <http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/tri.php>

C'est dans le cadre de ces PGRI que des dispositions novatrices en matière de modalités de recul pourraient être introduites par des discussions entre les acteurs. Les propositions de recul faites dans le présent rapport pourraient avoir une utilité dans ce cadre.

Dans le cadre de la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation, les critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation ont été définis par l'arrêté du 27 avril 2012 pris en application de l'article R. 566-4 du code de l'environnement. Ils ont donné lieu à l'élaboration d'un guide national sur les éléments de doctrine et de méthodologie de recomposition territoriale³¹.

Sans surprise, ces critères sont les impacts potentiels sur la santé humaine et sur l'activité économique. Les impacts sont évalués notamment au regard de la population permanente et du nombre d'emplois en zone potentiellement inondable.

Le préfet coordonnateur de bassin, sélectionnera à partir de ces critères les territoires dans lesquels il existe un risque important d'inondation en tenant compte, par exemple, du caractère dangereux de l'inondation (rapidité du phénomène et durée de la submersion) et de tout autre facteur local susceptible d'aggraver les conséquences négatives potentielles associées aux inondations pour la santé humaine, l'environnement, les biens dont le patrimoine culturel et l'activité économique.

2.2 L'évolution récente du contexte juridique national

a) Les leçons de la tempête Xynthia

La tempête Xynthia, qui a frappé la France durant la nuit du 27 au 28 février 2010, a causé la mort de 47 personnes en France et plus de deux milliards d'euros de dégâts.

Les coûts humains, matériels et financiers liés aux inondations, notamment côtières, sont en augmentation et continueront d'augmenter en Europe et dans le monde, ce qui rend légitimes les politiques publiques de prévention des risques littoraux.

Les inondations côtières qui affectent actuellement 10.000 personnes par an en Europe, pourraient toucher entre 121.000 et 425.000 personnes supplémentaires chaque année si la température moyenne du Globe s'élevait de 2,8°C d'ici la fin du siècle³². Quand bien même l'objectif européen de limiter en deçà de 2°C la hausse des températures serait atteint, le nombre de personnes touchées augmenterait de 40.000 à 145.000. La facture, évaluée à 1,9 milliard d'euros par an, pourrait atteindre 17,4 milliards (scénario moins de 2°C), voire 25,4 milliards (scénario 2,8°C). La commission européenne souligne également que mis, à part les Pays-Bas et le Royaume-Uni, deux pays menacés par la hausse du niveau des océans, peu d'États investissent réellement dans la réduction du risque climatique.

Tirant les leçons de la catastrophe engendrée par la tempête Xynthia, le gouvernement avait annoncé en 2011, une série de mesures visant à éviter les erreurs du passé. Dans les communes sinistrées de Vendée et de Charente-Maritime, le fonds Barnier a permis de

³¹ Guide pour l'élaboration des PGRI et des stratégies locales : http://catalogue.prim.net/224_plans-de-gestion-des-risques-d-inondation-a-l-echelle-du-district-des-tri-aux-strategies-locales-premiers-elemente-de-cadrage.html

³² Jongman B et al, Increasing stress on disaster-risk finance due to large floods, *Nature Climate Change* 4, 264-268 (2014)

racheter près de 900 maisons mais le dispositif d'acquisition amiable en concerne près de 1.600. Aux propositions faites par les sénateurs Retailleau-Anziani, qui recommandaient un ajustement du fonds Barnier pour éviter son assèchement, le gouvernement n'a répondu que partiellement. Certes, les assureurs l'abondent de plus en plus, à hauteur de 165 millions d'euros en 2010, mais cela semble insuffisant pour couvrir l'ensemble des dépenses prévues.

Le retard semble encore plus important en matière de dossier d'information communal sur les risques majeurs DICRIM : sur 18000 communes soumises à cette obligation, seules 6880 communes ont réalisé un DICRIM fin 2013.

b) Le rapport de la Cour des Comptes de juillet 2012

Les conséquences de la tempête Xynthia et des inondations du Var ont coûté 658 millions d'euros à l'Etat et aux collectivités locales et plus d'1,3 milliard d'euros aux compagnies d'assurances, dont 640 millions d'euros pris en charge par le régime d'assurance des catastrophes naturelles. Des crédits européens (40 millions d'euros) ont aussi été mobilisés pour Xynthia.

La gestion de cette catastrophe par les pouvoirs publics a été critiquée par la Cour des Comptes. Le rapport³³ estime notamment que 84 millions d'euros correspondent à des « dépenses inutiles », engagées dans le cadre du rachat par l'Etat de maisons situées en zone sinistrée et « dans la précipitation ». Exonérée de l'imposition sur les plus-values, la vente des résidences secondaires a rapporté gros à certains propriétaires, et a constitué un « effet d'aubaine ». Ces maisons ont été rachetées via le fonds Barnier, ce qui a très vite conduit à l'assécher. Le ministère de l'Ecologie a fait connaître sa réponse à ces critiques, publiée en annexe au rapport : "Cette méthode a pu conduire à racheter des maisons qui, in fine, ne figurent pas dans la zone d'expropriation (...) Leur rachat n'en comporte pas moins un intérêt en termes de diminution de la vulnérabilité et a permis de régler des situations individuelles difficiles, permettant à des victimes de se reconstruire."

Pour l'avenir, le rapporteur Didier Migaud indique qu'"une soif de construire règne toujours, encouragée par les promoteurs et soutenue par les élus, qui conduit à des insuffisances en termes de prévention des risques". Le rapport, qui relate de nombreux exemples locaux, détaille notamment le cas des projets d'urbanisme à la Faute-sur-Mer (Vendée), très révélateurs de "fâcheuses pratiques" souvent observées sur le terrain.

Un point est également fait sur un autre outil permettant de mieux maîtriser l'urbanisation : les plans de prévention des risques d'inondation (Papi). Les maires l'ont longtemps boudé, « y voyant des obstacles à la volonté d'urbaniser leur commune », explique le rapport. Certains ont cependant vu le jour, donnant lieu au lancement d'une vingtaine de programmes d'actions financés.

Enfin, la chaîne du contrôle de légalité des actes d'urbanisme ayant été à plusieurs reprises pointée du doigt, la Cour des comptes exige que des moyens en personnel qualifié soient dévolus à cette mission d'ordre préfectoral. Enfin, le rapport signale la difficulté à identifier les propriétaires des digues: pour 95% du linéaire de digues en Charente-Maritime, aucun responsable n'a été identifié.

³³ Rapport de la Cour des Comptes, 2012, *Les enseignements des inondations de 2010 sur le littoral atlantique (Xynthia) et dans le Var*.

c) La loi MAPAM : transfert des digues aux collectivités locales

La loi de 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles, dite MAPAM³⁴, modifie pour l'avenir les compétences relatives à la gestion des risques d'inondation, et notamment des digues.

Le texte heurte nombre d'observateurs, sans que beaucoup d'analyses aient encore été publiées à son sujet. Sensibilité de ces questions, enjeux locaux trop importants... les juristes estiment que cette loi signe clairement un désengagement de l'Etat aux dépens d'élus locaux qui n'ont peut-être pas saisi toute la portée de ce transfert, en termes de responsabilité et de moyens. Cette loi est issue du constat que le tiers des digues sont « orphelines » et que le risque était grand pour l'Etat qu'elles lui soit transférées via la procédure des biens vacants et sans maître³⁵. Comme l'indiquait déjà le CEPRI en 2007 : « Pour près de 3 600 km de digues, il n'est pas sûr que le propriétaire existe ou soit en mesure de faire face à ses obligations : c'est un problème majeur de sécurité, car qui pourra mettre en œuvre la réglementation sur ces digues ? »³⁶.

A la suite de la succession de tempêtes et d'inondations depuis 2010, le législateur a donc souhaité créer une nouvelle compétence obligatoire des communes ou des EPCI, orientée vers la **gestion des milieux aquatiques et de prévention contre les inondations (Gemapi)**, qui comprend la défense contre la mer et est codifiée à l'article L. 211-7 du Code de l'environnement.

La gazette des communes³⁷ indiquait déjà, lors de la publication du projet de loi en 2013 que « la création de la compétence de « *gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations* fait beaucoup de mécontents : communes et intercommunalités n'étaient pas candidates à la nouvelle mission que leur confie l'Etat, mais qu'auraient volontiers exercée les établissements publics territoriaux de bassin ». En outre, redonner une compétence en matière de cycle de l'eau à des institutions suivant la simple carte administrative semble mettre à bas l'effort qu'avaient fait très tôt les lois sur l'eau de 1964, puis 1992 et la Directive sur l'Eau de 2000 (directive 2000/60/CE), qui délimitaient au contraire le périmètre des instances de décision (les comités de bassin) selon le parcours hydrographique de la ressource (à travers les bassins hydrographiques). C'est pourquoi le texte final de la loi prévoit que tout ou partie des missions de cette compétence peut être délégué aux EPTB (établissements publics territoriaux de bassin) ou EPAGE (établissements publics d'aménagement et de gestion des eaux).

Enfin, et contrairement à la nécessité de clarifier les compétences en la matière, la loi ne simplifie donc pas, à première vue, l'articulation des responsabilités, puisque les compétences en matière de prévention des submersions seront transférées par étapes successives, à différents acteurs.

La compétence GEMAPI sera transférée aux communes et leurs groupements à partir du 1er janvier 2016. Une mise en œuvre anticipée serait néanmoins possible, et cette compétence

³⁴ Loi n° 2014-58, du 27 janvier 2014, de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles, notamment articles 56 à 59.

³⁵ articles 539 et 713 Code civil, voir aussi CEPRI 2007, Les digues de protection contre les inondations - La mise en œuvre de la réglementation issue du décret n° 2007-1735 du 11/12/2007, p.16

³⁶ *ibid*, p.3

³⁷ L. Madoui, Gestion des milieux aquatiques: la compétence dont le bloc local ne veut pas, La gazette des communes, Publié le 09/12/2013 <http://www.lagazettedescommunes.com/210599/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-la-competece-dont-le-bloc-local-ne-veut-pas/>

devrait ensuite être transférée vers un EPCI à fiscalité propre avant le 1er janvier 2018. Par ailleurs, les conseils généraux, conseils régionaux, leurs groupements ou d'autres personnes morales de droit public exerçant cette compétence, pourront continuer à l'exercer jusqu'à son transfert à un EPCI, au plus tard le 1er janvier 2018.

La compétence des établissements publics territoriaux de bassin (EPTB) est désormais élargie à la « défense contre la mer »³⁸. Ils pourront également se voir confier, par transfert ou délégation, tout ou partie de la compétence Gemapi, ou mener à bien des projets d'aménagement d'intérêt commun³⁹.

En outre, des EPAGE (établissement public d'aménagement et de gestion de l'eau) seront mis en place, dont il n'est pas exclu qu'ils s'intéressent à la gestion des submersions marines. L'article L213-12 du Code de l'environnement prévoit en effet dans sa nouvelle rédaction qu'un établissement public d'aménagement et de gestion de l'eau est un groupement de collectivités territoriales qui peut être constitué « à l'échelle d'un bassin versant d'un fleuve côtier sujet à des inondations récurrentes ou d'un sous-bassin hydrographique d'un grand fleuve en vue d'assurer, à ce niveau, la prévention des inondations et des submersions ».

Enfin, l'Etat continuera pour sa part, lorsqu'il gèrait des digues à la date d'entrée en vigueur de la loi, d'assurer cette gestion pour le compte de la commune ou de l'EPCI compétent pendant une durée de dix ans, soit jusqu'en 2024. Pour autant, les digues gérées par l'Etat, comme les autres digues, seront transférées aux communes en 2016, et ce sont donc ces communes qui porteront la responsabilité des dommages éventuels liés à des inondations.

Concernant les digues, la loi Mapam (arts 58 et 59) transfère en effet aux collectivités locales la lourde responsabilité de l'entretien et la réfection des digues, dont 3 600 km sont soit dans un état très dégradé, soit subissent des désordres locaux⁴⁰. La loi prévoit que les digues existantes soient mises à la disposition de la collectivité (commune ou EPCI) titulaire de la compétence GEMAPI, qui assure alors les opérations liées à la prévention des inondations et engage sa responsabilité en cas de submersion.

Même si le maire pouvait déjà être mis en cause en cas de rupture de digue, la responsabilité première appartenait néanmoins au propriétaire de la digue, ou au maître de l'ouvrage. Comme l'analysait le sénateur Eric Doligé en 2007, « *Si une digue cède, les dommages provoqués amèneront à rechercher la responsabilité du propriétaire en premier lieu, mais aussi du maire, au titre de la police municipale, et de l'État, au titre de la police de l'eau. (...) Il convient donc de trouver des propriétaires et des gestionnaires capables d'entretenir ces ouvrages. En effet, les questions de responsabilité sont lourdes lorsqu'une collectivité reprend un tel patrimoine dégradé ; les enjeux financiers sont aussi importants lorsqu'il faut envisager d'importants travaux de restauration des ouvrages. Ces facteurs ne sont pas propices à inciter des collectivités ou des syndicats à reprendre en propriété et gestion de tels ouvrages* »⁴¹.

Cette prévention prémonitoire n'a pas empêché l'adoption du nouveau dispositif législatif, sans grande réaction des élus locaux, il est vrai à l'occasion d'une loi dont le sujet (la création des métropoles) reste assez éloigné de la question des inondations.

Deux remarques peuvent être faites sur ce nouveau dispositif.

En premier lieu, le nouvel article L. 566-12-1-I du code de l'environnement, qui prévoit ce transfert, qualifie du terme de digue : les « *ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les*

³⁸ nouvelle rédaction de l'article L213-12 Code de l'environnement

³⁹ L. 213-12 du Code de l'environnement

⁴⁰ rapport du CEPRI La gestion des digues de protection contre les inondations, février 2011 www.cepri.net/publications-et-documents.html

⁴¹ CEPRI, Les digues de protection contre les inondations - La mise en œuvre de la réglementation issue du décret n° 2007-1735 du 11/12/2007, p.3

inondations et les submersions ». Or la définition semble suffisamment large pour englober non seulement les digues et épis construits en enrochements ou béton, mais également l'hypothèse des amas de galets ou cordons dunaires artificiels, voire naturels mais qui auraient été fortement rechargés, sécurisés ou végétalisés pour être qualifiés d'ouvrages « aménagés ».

En second lieu, il convient cependant de constater que le législateur a limité progressivement la responsabilité des concepteurs et gestionnaires de digues ou d'ouvrages. D'une part, l'article 220 de la loi ENE⁴² avait déjà défini la responsabilité des concepteurs et gestionnaires de digues et d'ouvrages comme une obligation de moyens et non de résultats, à travers l'obligation de « satisfaire à des règles aptes à en assurer l'efficacité et la sûreté »⁴³. Le respect de ces règles de conception, d'exploitation et d'entretien, fixées par décret⁴⁴, exonère ensuite le gestionnaire de sa responsabilité à raison des « dommages que ces ouvrages n'ont pas permis de prévenir »⁴⁵. D'autre part, la loi Mapam supprime la référence, il est vrai assez floue, aux « règles de l'art » qui devaient être également respectées dans la version précédente de l'article.

Comme précédemment, les obligations de conception, d'entretien et d'exploitation auxquelles doivent répondre les ouvrages seront fixées par décret en fonction des enjeux concernés et des objectifs de protection visés. Si les ouvrages ne sont pas rendus conformes à ces obligations, au bout d'un certain délai, ils doivent être neutralisés. Le décret précisera en outre les informations que les collectivités devront porter à la connaissance du préfet, à propos des « actions contribuant à la mise en œuvre de la prévention des inondations, du niveau de protection apporté et des territoires qui en bénéficient. »

Pour accompagner la prise de compétence Gemapi chaque préfet coordonnateur de bassin mettra en place une mission d'appui technique composée de représentants de l'Etat, de ses établissements publics, et des collectivités territoriales Cette mission réalisera notamment un état des lieux des ouvrages et des installations⁴⁶.

La question du financement risque également de poser un certain nombre de problèmes.

En premier lieu, la compétence Gemapi, et surtout le **transfert des ouvrages de prévention des inondations et submersion**, inquiète les élus par les responsabilités et les coûts qu'elle induit. Ainsi, les quatre associations départementales de maires de Bretagne (Finistère, Côtes d'Armor, Ille-et-Vilaine et Morbihan) ont alerté « sur l'absence de chiffrage de cette mesure », demandant une étude d'impact financier de la compétence Gemapi⁴⁷.

La loi MAPAM prévoit certes la création d'une nouvelle **taxe pour la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations**. Le nouvel article L. 211-7-2 du code de l'environnement prévoit que les communes ou EPCI peuvent instituer la taxe pour la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations. « *L'objet de cette taxe est le financement des travaux de toute nature permettant de réduire les risques d'inondation et les dommages causés aux personnes et aux biens* ».

Mais les élus locaux considèrent que cette taxe ne saurait être assimilée à une ressource nouvelle. « *Au moment où sont réduits de 210 millions d'euros les budgets des agences de l'eau et où les*

⁴² LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement)

⁴³ art.L. 562-8-1 code de l'environnement

⁴⁴ Décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le code de l'environnement

⁴⁵ L. 562-8-1 code de l'environnement

⁴⁶ art 59-III de la loi

⁴⁷ L. Madoui, Gestion des milieux aquatiques: la compétence dont le bloc local ne veut pas, La gazette des communes, Publié le 09/12/2013, op. cit .

services d'eau et d'assainissement se voient assujettis à la majoration à 10% du taux de TVA, l'Assemblée des Communautés de France appelle à une véritable remise à plat de la gouvernance et du financement de la politique de l'eau dans toutes ses composantes »⁴⁸.

La taxe sera prélevée auprès des propriétaires, des résidents et des activités économiques situées sur la commune, et sera plafonnée à 40€ par an (Art. 1530bis-II et III CGI). En revanche, elle ne pèsera pas sur les touristes qui fréquenteront la commune mais constituera une nouvelle charge financière pour les résidents des communes littorales. Toutefois, son montant étant plafonné à 40€ par an, on peut se demander si son produit sera suffisant pour faire face aux montants potentiellement importants de l'entretien des ouvrages de défense contre la mer.

Quant à leurs objectifs, il convient de constater que la compétence et la taxe Gemapi visent toutes mesures de « prévention des inondations », ce qui peut donc englober non seulement la défense dure du trait de côte par des digues et épis (« défense contre la mer » prévue à l'article L211-7-5°), mais également les méthodes plus douces de rechargement de plages, de protection des cordons dunaires, (« protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines » prévue à l'article L211-7-8°). En revanche, les opérations de relocalisation des biens et activités ne semblent pas entrer dans cette nouvelle compétence, ce qui peut être regretté.

En revanche, et pour ce qui concerne les ouvrages, c'est-à-dire les digues, on soulignera que l'article L 211-7 du code de l'environnement qui prévoit la nouvelle compétence Gemapi, renvoie aux articles L 151-36 à 40 du code rural et de la pêche maritime qui prévoient que des participations peuvent être demandées aux propriétaires qui bénéficient de ces protections. « *Les collectivités locales prennent en charge les travaux qu'elles ont prescrits ou exécutés. Elles peuvent toutefois, dans les conditions prévues à l'article [L. 151-37](#), faire participer aux dépenses de premier établissement, d'entretien et d'exploitation des ouvrages les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt* »⁴⁹.

Même si ce dispositif est peu utilisé, car complexe dans sa mise en œuvre, il se pourrait qu'il présente à l'avenir un intérêt renouvelé pour les communes : les propriétaires de biens littoraux protégés par des digues ou des ouvrages pourraient ainsi être mis spécialement à contribution, en plus du paiement de la taxe prévue sur la commune.

L'ensemble de ces dispositifs indique donc que la charge technique et financière des ouvrages littoraux pèsera, à l'avenir, et à compter de janvier 2016, entièrement sur les collectivités locales, les résidents du littoral, et les propriétaires de biens directement exposés aux risques de submersion. On peut donc d'une part se demander légitimement si le législateur ne s'est pas détourné du principe de solidarité qui pouvait prévaloir jusqu'ici. On peut d'autre part estimer que ces mesures pourraient avoir pour effet de faire réfléchir à deux fois les acteurs locaux dans leurs demandes incessantes pour de nouveaux ouvrages de protection. De ce point de vue en effet, la loi pourrait avoir pour conséquence d'obliger les acteurs et

⁴⁸ Philie Marcangelo-Leos, Loi MAPAM : la nouvelle carte des compétences 17 février 2014, sur Localtis (Victoires-Editions), <http://www.localtis.info/cs/ContentServer?pagename=Localtis/LOCActu/ArticleActualite&cid=1250266626324>

⁴⁹ L'Article L151-37 précise que le « programme des travaux à réaliser est arrêté par la ou les personnes morales concernées. Il prévoit la répartition des dépenses de premier établissement, d'exploitation et d'entretien des ouvrages entre la ou les personnes morales et les personnes mentionnées à l'article [L. 151-36](#). Les bases générales de cette répartition sont fixées compte tenu de la mesure dans laquelle chacune a rendu les travaux nécessaires ou y trouve un intérêt. »

propriétaires locaux à s'interroger sur les avantages et coûts comparés des digues lourdes et de protections plus naturelles du littoral (par le biais par exemple d'une restauration écologique des cordons dunaires, partout où elle est possible).

Enfin, on rappellera que les propriétaires de biens littoraux qui seraient mis à contribution par la commune dans le cadre de l'article L 151-36 du code rural pourront éventuellement faire valoir le droit de délaissement prévu au dernier alinéa de ce même article : « *Lorsque le montant de la participation aux travaux est supérieur au tiers de la valeur avant travaux du bien immobilier qui en bénéficie, le propriétaire peut exiger de la personne morale qu'elle acquière son bien dans un délai de deux ans à compter du jour de la demande. A défaut d'accord amiable sur le prix à l'expiration du délai, le juge de l'expropriation, saisi par le propriétaire ou la personne morale, prononce le transfert de propriété et fixe le prix du bien* ».

On pourrait ainsi imaginer, si les communes font jouer, à l'avenir, le dispositif de participation financière aux travaux sur les digues, que certains propriétaires privés fassent valoir des demandes de délaissement et de relocalisation de leurs biens.

d) Les avancées progressives de la relocalisation des biens et activités sur les littoraux vulnérables

Le **rapport du député Alain Cousin** (Propositions pour une stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de la défense contre la mer, partagée entre l'Etat et les collectivités locales), préconisait dès novembre 2011 la mise en œuvre d'une relocalisation des biens et des activités exposés aux risques littoraux. Le terme est préféré à celui jusqu'ici admis de « recul stratégique ».

Même si le rapport reconnaît une acceptabilité encore faible de la « relocalisation d'activités et de biens », il reconnaît la nécessité d'anticiper, tenir compte de l'évolution des phénomènes physiques à trois échelles de temps (« 10, 40 et 90 ans, afin d'établir des réponses articulées entre le court, le moyen et le long terme ; et anticiper, sur la base des analyses coûts-bénéfices, la relocalisation des activités et des biens...»), **ce qui conforte les propositions de la méthode MAREL sur les échelles successives d'abandon des propriétés.**

De son côté, **le Conservatoire du littoral** a également publié une étude en décembre 2011, *Changement climatique et stratégie à long terme du Conservatoire du littoral - Rapport prospective*, qui émet des hypothèses d'évolution de sa mission, aujourd'hui définie à l'article L322-1 du code de l'environnement: « *si dans le futur, l'une des missions du Conservatoire est de coordonner l'adaptation des territoires littoraux au changement climatique (variable enjeu), sa politique foncière (variable levier) constituera un bon moyen pour mener à bien cette mission, afin d'organiser notamment le repli stratégique* » (p.30). Pour autant, il s'agit seulement de pure prospective, et le Conservatoire est encore réticent à porter de telles missions. En revanche, il pourrait être un facilitateur du dialogue au niveau local ou un partenaire foncier dans certains cas, au même titre que les Conseils Généraux (à travers leur politique d'Espaces Naturels Sensibles) ou les Conservatoires d'Espaces Naturels.

L'étude envisage notamment 2 amorces de scénarios pour 2050 (p.31):

S1 : Elévation du niveau de la mer de 50 cm en 2050 / Elévation de la température moyenne et accentuation des contrastes saisonniers > La mission du Conservatoire du littoral est de préserver les espaces littoraux, en menant une politique d'adaptation au changement climatique limitée à ses propres terrains

S2 : Accélération du changement et dérèglement : élévation du niveau de la mer de 1m en 2050 / Forte augmentation des températures moyennes et variabilité climatique très forte >

Le Conservatoire du littoral donne la priorité à la réduction de la vulnérabilité aux aléas climatiques des territoires, là où il est présent.

Ce qui donne in fine trois scénarios de gestion, du plus tendanciel (qui donnerait priorité aux contraintes réglementaires que subit le Conservatoire et le conduirait à rechercher une fixation du trait de côte sur ses terrains) aux plus extrêmes dans lesquels le Conservatoire pourrait être l'un des partenaires des collectivités dans la mise en œuvre du recul stratégique, voire accompagnerait la mobilité du trait de côte et des écosystèmes sur ses propres terrains en cours de maritimisation, vers le maintien de coupures urbaines sur les nouveaux rivages (p.32). **Deux scénarios sur trois sont donc orientés vers l'abandon de la fixation du trait de côte, et vers l'accompagnement de politiques de relocalisation d'activités vers l'arrière-pays.**

De même, **la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte** prévoit que, en termes de modalités de gestion du domaine public maritime, les autorisations d'occupation délivrées au titre d'un aménagement pour la défense contre la mer seront soumises à « *la réalisation d'une étude d'impact à l'échelle de la cellule sédimentaire, d'une analyse coûts-bénéfices, à la conformité au contenu des stratégies locales de gestion du risque érosion (...) et à la mise en œuvre de mesures compensatoires* » (MEDDE, 2012, 13). Cette dernière obligation apparaît comme une nouveauté dans le champ de la gestion du trait de côte. Le programme d'actions étudié propose également que les porteurs d'un projet d'aménagement de défense contre la mer soient « à la bonne échelle », et que les ouvrages devenus inutiles ou à effets négatifs soient démantelés. En revanche, on peut constater que la (re)délimitation du domaine public maritime et ses conséquences (changement de propriété, appropriation de terrains par l'Etat, éventuelle indemnisation en conséquence) ne font pas partie des réflexions portées par la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte ⁵⁰.

Le Comité national de suivi de la mise en œuvre de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, n'a été installé très récemment, en janvier 2014. Présidé par Pascale Got, députée de la Gironde, et Chantal Berthelot, députée de Guyane, et composé de différents collègues représentant les entreprises, les collectivités territoriales, les parlementaires, les associations, les syndicats, l'Administration et les experts scientifiques, il rendra compte une fois par an, de la mise en œuvre de la Stratégie auprès du Conseil national de la mer et des littoraux (CNML) et de la Commission mixte inondations (CMI).

Enfin, au-delà des réflexions et de la planification pour l'avenir, le ministère de l'environnement a déjà lancé en mars 2012 un appel à projets pour **l'expérimentation de la relocalisation des activités et des biens**. Le séminaire national de lancement du 14 février 2013 a permis de présenter les cinq projets retenus, quatre en métropole (dont un à Vias, dans l'Hérault), et un en Guadeloupe. Des projets effectifs sont ainsi menés, visant à expérimenter des opérations de « relocalisation d'activités et de biens », dans l'objectif d'une recomposition spatiale des territoires menacés par les risques littoraux.

L'observation de ces premières expériences permet déjà de recueillir des éclairages comparatifs entre les projets de recul stratégique qui se mettent en place ailleurs, notamment sur le littoral atlantique, et permettent une **utile comparaison avec les blocages ou les évolutions de la prise de conscience sur le littoral camarguais**.

⁵⁰ Kouklevsky M., Prévention des risques littoraux et gestion du trait de côte : quelles innovations urbaines à l'ère du changement climatique ? mémoire de Master 2 Urbanisme durable, Aix-Marseille Université 2013, p.35

e) Un outil juridique innovant pour préparer la relocalisation : la méthode MAREL

En matière d'**outils juridiques**, le projet de recherche VuLiGAM-PIRVE⁵¹– avait élaboré, dès 2011 en réponse à la vulnérabilité au changement climatique des zones urbaines littorales, des propositions d'intégration de ces enjeux en droit de l'urbanisme. L'avancée consisterait à étaler dans le temps les procédures juridiques d'abandon des biens bâtis, à moduler les indemnisations et à créer une nouvelle notion juridique pour délimiter l'espace littoral vulnérable à l'élévation du niveau de la mer dans les 100 prochaines années.

Cette méthode proposée par les chercheurs est proposée sous l'acronyme MAREL (Méthode d'Anticipation du Recul sur les Littoraux).

La méthode MAREL vise, dans un premier temps, à délimiter une zone (grossièrement parallèle au rivage mais délimitée selon les prévisions des géomorphologues et ingénieurs du littoral), dont on puisse prévoir qu'elle sera envahie par la mer à l'échelle des cent prochaines années. Cette zone sera qualifiée à l'aide d'une nouvelle notion juridique : le « domaine public littoral » ou « patrimoine commun littoral », qui s'ajouterait juridiquement et géographiquement au domaine public maritime. La distinction entre les deux notions tient au choix entre propriété de l'Etat ou simple usage commun sans appropriation.

Cette zone, qualifiée par la nouvelle notion de domaine public littoral sera inconstructible. En outre, dans certaines zones déjà urbanisées, un recul urbain pourra être décidé, qui consistera à « déconstruire » les immeubles. Pour ce faire, les outils juridiques aujourd'hui utilisés pour permettre l'abandon de ces immeubles par les propriétaires sont assez extrêmes :

- il s'agit d'une part de l'expropriation avec indemnisation maximum (sans tenir compte de la dévalorisation du bien due au risque) par le fonds Barnier. Cette solution, qui a été choisie dans le traitement de la tempête Xynthia, est à la fois autoritaire et non généralisable, en raison de son coût qui dépasserait très rapidement les capacités du fonds ;
- il s'agit d'autre part de « laisser la mer monter », et de prendre acte de la submersion d'un bien par les plus hautes eaux, ce qui permet alors de l'incorporer de façon automatique dans le domaine public maritime (DPM), sans aucune indemnisation.

La méthode MAREL propose une troisième voie qui permet d'étaler les mesures dans le temps, tout en limitant le coût financier pour la collectivité.

L'utilisation des outils d'abandon des biens littoraux sur de longues durées (une ou deux générations), permet d'atténuer le choc et la douleur d'une perte brutale. Dans ce but, il est proposé d'opérer un abandon progressif de la propriété sur ces biens, par démembrements successifs du droit de propriété :

- sur une première période de trente ans, le propriétaire perdrait d'abord l'*abusus* de son bien, et serait donc dans l'impossibilité de le revendre ou de le transmettre à ses héritiers ;
- sur une seconde période de trente ans, le propriétaire perdrait ensuite le *fructus*, il ne lui serait plus possible de louer le bien immobilier, mais il lui serait encore possible de l'habiter à titre de propriétaire-occupant;
- sur la dernière période de trente ans, le propriétaire perdrait finalement l'usage (*usus*) de son bien.

Cet échelonnement de la perte de tous les attributs du droit de propriété permet, d'une part au propriétaire d'accepter l'abandon progressif de ses biens sur lesquels il n'investirait plus, ni

⁵¹ VuLiGAM «Vulnérabilité des systèmes Littoraux d'une Grande agglomération méditerranéenne » 2008-2011 (laboratoires CEJU, CEREGE, EHESS, IMEP, coordination Marie-Laure Lambert), financé dans le cadre du Programme Interdisciplinaire de Recherche Ville et Environnement – PIRVE (CNRS-MEEDDM) – www.pirve.fr

financièrement ni affectivement, les sachant condamnés. Il permet également à la collectivité d'échelonner les éventuelles indemnisations.

Enfin, des pistes sont proposées pour imaginer de nouveaux critères d'indemnisation des biens ainsi abandonnés. En effet, les solutions généreuses du fonds Barnier seront impossibles à généraliser sur l'ensemble des littoraux français métropolitains et ultramarins, compte tenu de la valeur vénale extrême de certains immeubles, sur certains territoires comme la Côte d'Azur. Aussi, si l'on admet le principe que la solidarité ne pourra pas jouer pour tous, certains critères pourraient être définis qui permettraient de moduler les indemnisations. Les solutions proposées, si elles ne sont pas universelles, doivent donc être équitables. Or les solutions qui se profilent aujourd'hui sont uniquement fondées sur des calculs financiers et des logiques de marché (foncier ou assurantiel).

La méthode MAREL propose donc de remplacer ces critères, ou au moins les coupler avec des critères d'équité sociale qui seront à déterminer en discussion avec les parties prenantes.

Les premiers critères qui peuvent être proposés sont :

- la qualification de résidence permanente ou secondaire et le taux d'occupation de l'immeuble ;
- la capacité fiscale du propriétaire ;
- l'utilisation de l'immeuble indispensable à la profession (résidence de pêcheurs ou d'ostréiculteurs) ;
- l'attachement familial au bien, qualifié d'après le nombre successif de générations de la même famille présentes dans l'immeuble ; ce dernier critère visant essentiellement à éviter les « effets d'aubaine »...

Ces réflexions rejoignent manifestement celles d'autres chercheurs. Ainsi, Pierre Legal propose lui aussi "un droit de la propriété rénové" en s'appuyant sur les notions de propriétaire éminent/ propriétaire utile⁵²: *" Il suffit de considérer que le droit de propriété se divise en deux : un droit éminent, propriété incorporelle de direction et un droit utile, exercé par celui qui possède la maîtrise du bien meuble ou immeuble. Le propriétaire éminent dispose d'un véritable droit réel qui lui permet de fixer des limites, soit générales, soit particulières, au titulaire de la propriété utile. C'est ainsi que le propriétaire éminent, déclarant que le bien en question entre dans la qualification des propriétés environnementales, par voie d'immédiate conséquence, le propriétaire utile sait que certaines prérogatives lui sont interdites (constructibilité, usage...) ou limitées. En outre, les droits de préemptions (anciens droits de retrait) sont fondés, non sur un ensemble de textes complexes mais sur le fondement même de l'application de la propriété éminente. C'est également, un dispositif qui peut fonder la gestion de la rente foncière car le propriétaire éminent, l'Etat ou son délégué (une collectivité locale), pourrait retirer une partie du prix de cession sur le fondement même de sa propriété. »*

De même, dans le cadre du projet de recherche SOLTER-LITEAU des propositions sont étudiées, en collaboration avec les chercheurs du programme Camadapt-LITEAU, visant à proposer une perte progressive de la nue-propriété et de l'usufruit, sur des échelles de temps plus courtes (40ans).

1-3 - La prise en compte des risques littoraux en Camargue

La prise en compte et la conscience des aléas d'érosion et de submersion marine sont anciennes en Camargue. Ces phénomènes sont quantifiés au moins depuis François I^o (1837)

⁵² Pierre Legal, Droit de propriété foncière et maîtrise des espaces littoraux : Innover face aux pesanteurs et aux contraintes, intervention au Conseil Régional Languedoc-Roussillon 27 mars 2013

et ont été l'objet de nombreux travaux de recherche et de rapports de collectivités ou organismes publics. Ces travaux ne se concentrent pas seulement sur les aléas, mais abordent les risques naturels et la vulnérabilité du territoire. Nous établissons ici une synthèse des rapports issus d'organismes et collectivités publiques en charge de la gestion des territoires dont les résultats s'appuient notamment sur des travaux universitaires.

Ainsi, le projet européen **EuroSION**⁵³ a classé la Camargue au niveau 3 du risque de vulnérabilité face à l'érosion, sur une échelle graduée de 1 à 4.

En 2009, **l'étude du Crige** a réalisé des « cartes de synthèse des enjeux », produites à partir des données récupérées et des valeurs attribuées aux enjeux socio-économiques, environnementaux et patrimoniaux. Ces cartes serviront d'outil d'aide à la décision pour définir les secteurs où les interventions pour lutter contre l'érosion apparaissent comme prioritaires⁵⁴.

L'étude a également analysé le risque érosion des surfaces meubles et met en évidence pour le delta du Rhône, un risque faible vis-à-vis de l'érosion marine au niveau des secteurs en accrétion du golfe et de la flèche de Beauduc et des risques moyens à forts sur le reste du littoral en fonction du degré d'érosion des zones meubles et des enjeux en localisés en arrière-plage⁵⁵.

Ces cartes d'enjeu ont pu être croisées avec l'aléa submersion marine⁵⁶.

Un risque submersion marine fort signifie que la zone concernée présente à la fois une configuration sensible à la submersion (altimétrie inférieure à la cote de submersion marine de 1,5 m NGF) et des enjeux socio-économiques, environnementaux et patrimoniaux importants. Le risque est alors défini comme fort car la submersion va entraîner des dégâts matériels anthropiques importants.

Le croisement de l'aléa submersion marine et des enjeux répertoriés sur la zone d'étude met en évidence un risque moyen à fort (Carte 70) sur le littoral et à l'intérieur des terres pour le delta du Rhône, notamment au niveau des salins exploités et la partie occidentale du golfe de Fos (aléa fort et enjeux socio-économiques de valeur forte) ;

Le risque submersion marine fort est présent sur certains secteurs, notamment le littoral et l'arrière-littoral du delta du Rhône, si l'on considère une situation extrême où les dunes et les ouvrages de défense ne joueraient pas leur rôle de protection contre les intrusions marines.

Enfin, **l'Evaluation préliminaire des risques d'inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée** permet également de définir les risques littoraux et les enjeux sur le territoire Camarguais⁵⁷.

Cette étude retient en effet comme événement marquant la tempête et les submersions marines de 1982 sur le littoral camarguais.

Dans la nuit du 6 au 7 novembre 1982, le sud de la France est touché par une tempête soudaine et particulièrement longue. « Durant une cinquantaine d'heures, les vents sont supérieurs à 75 km/h avec des pointes à 160 km/h. Des vagues d'une amplitude moyenne de

⁵³ <http://www.euroSION.org/>

⁵⁴ Crige, Etude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine, juillet 2009, Hiérarchisation des enjeux sociaux-économiques, environnementaux et patrimoniaux p.190 Carte 60 & Carte 61, www.crige-paca.org

⁵⁵ Crige, Carte 63

⁵⁶ Crige, Carte 70

⁵⁷ Evaluation préliminaire des risques d'inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée, unité Littoral PACA, décembre 2011, p.503

huit mètres s'abattent sur les littoraux. L'élévation du niveau marin, la houle et le vent freinent alors le déversement dans la Méditerranée des crues fluviales générées par les très importantes précipitations continentales, notamment sur le Rhône. Le village des Saintes-Maries-de-la-Mer est inondé et privé d'électricité pendant une journée. Les hauteurs d'eau dans les rues dépassent 70 cm et les dégâts aux habitations sont très importants (...) L'événement a provoqué un recul marqué des plages de Camargue, avec un déplacement du cordon littoral de 20 à 30 m par endroit et formation d'une brèche de plusieurs dizaines de mètres de large dans la partie centrale, fragilisant du coup cette partie de la côte. (...) Aucune victime n'est à déplorer en Camargue alors que le passage de la tempête cause par ailleurs la mort de 15 personnes sur le territoire français ».

A partir de cet événement de référence, l'étude analyse ensuite les impacts potentiels des inondations futures ou potentielles par submersions marines⁵⁸, par la méthode de l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielle « submersions » (EAIPsm) qui a pour objectif d'approcher le contour des événements extrêmes.

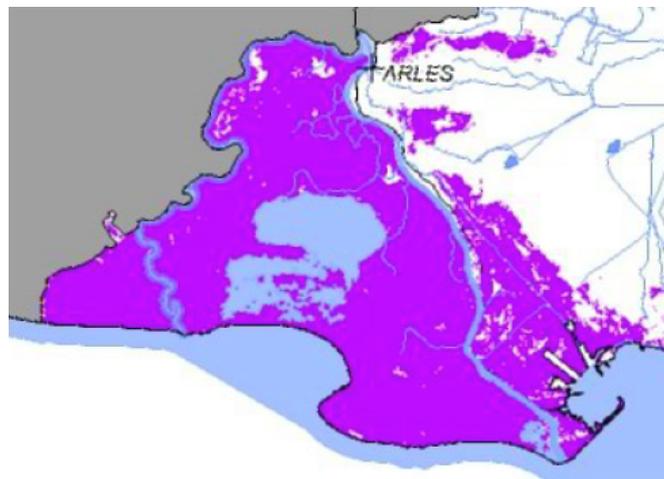


Figure 53 : enveloppe EAIPsm (en violet) dérivant les zones inondables

⁵⁸ ibid, p.508

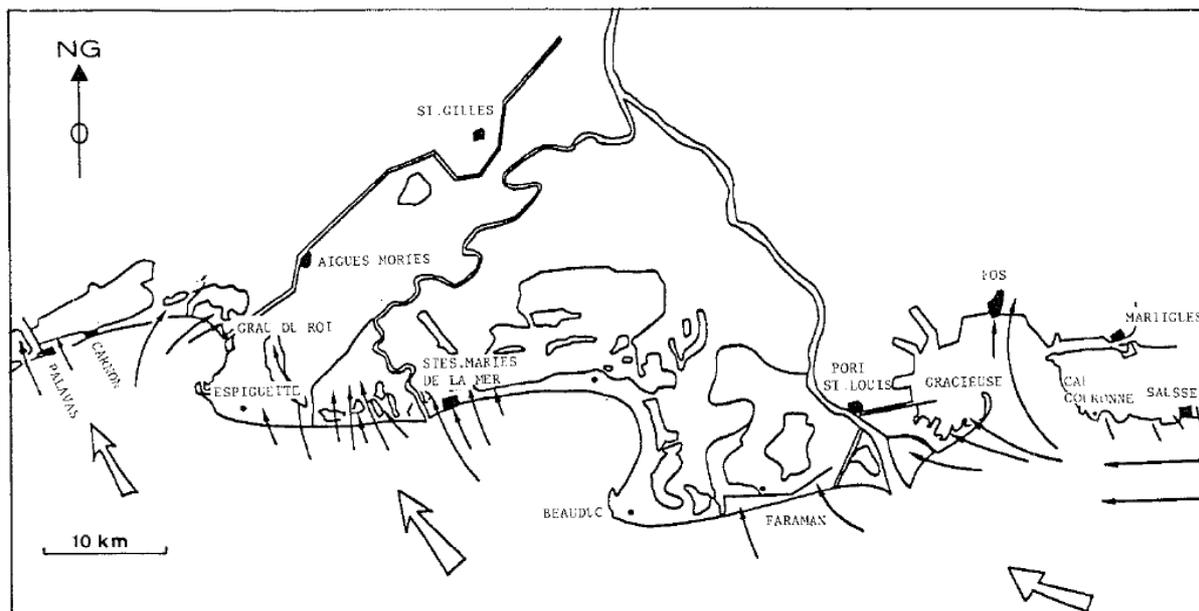


Figure 54 : Brèches en Camargue durant la tempête de novembre 1982. La longueur des flèches est proportionnelle aux dégâts (Blanc, 1985)

L'objectif de l'EPRI est d'analyser les impacts sur la santé humaine, l'activité économique, l'environnement et le patrimoine des inondations provoquées notamment par le phénomène de submersion marine. Les autres conséquences comme l'érosion du littoral sableux ne sont pas étudiés dans le cadre de l'EPRI, même si l'étude remarque que « la Camargue, formée de cotes basses meubles avec la présence de nombreux étangs en arrière des plages, fait notamment l'objet d'un recul du trait de côte lié à la thématique du changement climatique et plus particulièrement son impact sur l'élévation du niveau moyen de la mer, mais également à une problématique de transit sédimentaire ».

Dans ces conditions, la carte reproduite p.511 de l'évaluation, qui définit les périmètres des zones inondables par submersion marine, indique ainsi que **toute la Camargue est aujourd'hui considérée comme submersible**. (Fig. 54). L'expérience des tempêtes de 1982 et 1997 indique aussi que la partie basse de la Camargue a largement été inondée lors de ces deux événements. Par conséquent, et même sans faire intervenir l'accélération de la montée de la mer, on peut déjà considérer que le delta du Rhône encourt un aléa inondation élevé puisque la périodicité de ces événements est sans doute cinquantennale ou centennale.

L'évaluation décrit ensuite les **impacts potentiels sur la santé humaine** : décès par noyade ou par des accidents liés à la situation de crise (chutes, électrocution, etc.), atteintes psychologiques (troubles du sommeil, voire dépressions). Les inondations peuvent aussi conduire à des dysfonctionnements des services publics (hôpitaux, distribution d'eau potable...) qui pourront potentiellement impacter la santé humaine. Enfin, en post-crise, des épidémies peuvent se déclarer, notamment à cause de l'accumulation de cadavres d'animaux qui n'auraient pu être traités à temps ou de problèmes d'assainissement.

L'évaluation signale qu'un autre aspect de la vulnérabilité d'une population réside dans sa capacité à se mettre hors de la zone inondable. Une commune présentant une population peu élevée mais entièrement concernée par la zone inondable est potentiellement isolée, ce qui est le cas pour les populations camarguaises. Elle doit faire face, si le type d'habitats et d'infrastructure le nécessitent, à l'évacuation de toute sa population et à son relogement alors même que les moyens matériels et humains font défaut.

L'impact est donc également important même si l'enjeu est très différent d'un secteur où la population est beaucoup plus dense mais que partiellement inondée (difficultés liées à la gestion du nombre, à la vision exhaustive de population concernée etc, ...).

Parmi les secteurs classés comme sensibles au regard du nombre d'habitants présents dans l'EAIP submersion marine peuvent être identifiés :

- La Camargue et en particulier Arles, qui avec 12 000 habitants dans l'EAIP submersion marine se situe au premier rang des communes de l'UP pour l'indicateur population. Les trois communes de Camargue, Les-Saintes-Maries-de-la-Mer, Arles et Port-Saint-Louis-du-Rhône, comptabilisent près de 23 000 habitants dans l'EAIP submersion marine. Les communes des Saintes-Maries-de-la-Mer et de Port-Saint-Louis-du-Rhône sont les deux seules communes de l'UP dont quasiment 100 % de la population est située dans l'EAIP.

En outre, compte tenu de l'importance de l'activité touristique sur le littoral, certaines communes peuvent voir leur population multipliée par deux pendant la période estivale.

La représentation de l'indicateur *Emprise des bâtiments sans étage* est un autre critère utile à l'analyse de la vulnérabilité des personnes. La présence d'un étage constitue une zone refuge qui permet la sauvegarde des biens et des personnes, particulièrement utile lorsque les crues sont rapides. Par ailleurs, les constructions inondées qui en sont dépourvues sont plus difficiles à réintégrer par leurs occupants, qui doivent assurer la remise en état du rez-de-chaussée avant tout relogement.

Or les trois premières communes du classement selon l'indicateur « surface de bâtiments d'habitations en RDC », sont celles de Camargue, elles totalisent 61 % de la surface totale de bâtiments d'habitation en RDC situés dans l'EAIP submersion marine. Notamment pour les Saintes-Maries-de-la-Mer, on recense 129 000 m² de surface habitat de plein pied.

Pour ce qui concerne les **impacts potentiels sur l'économie**⁵⁹, l'évaluation, qui recense les différents types d'enjeux liés à l'économie (ensemble des biens privés ou publics en zone inondable ; réseaux de transport, d'énergie, de télécommunication, d'eau ; activité économique, dont l'agriculture), semble indiquer que ces impacts se situeront plutôt dans les zones denses (Arles, Marseille et surtout Fos-sur-Mer) et donc beaucoup moins sur le littoral camarguais.

Enfin, l'évaluation analyse les impacts potentiels sur l'environnement, qui correspondent à un nouvel élément d'analyse imposé par la directive européenne-cadre sur les inondations.

Enfin, l'évaluation recense les **impacts potentiels sur le patrimoine culturel**, entendu comme l'ensemble des bâtiments inscrits et classés, musées et collections, châteaux, bâtiment religieux, sans que l'identité culturelle et architecturale liée au petit patrimoine non protégé puisse être analysée, faute de données exhaustives⁶⁰. Ainsi les villes d'Arles et des Saintes-Maries-de-la-Mer ont-elles des bâtiments remarquables situés dans l'EAIP submersion marine. La ville des Saintes-Maries-de-la-Mer dont le territoire est totalement inclus dans l'EAIP possède notamment un patrimoine relativement riche dont les éléments les plus remarquables sont : l'église fortifiée des XII^{ème} et XIII^{ème} siècle, le château d'Avignon, les arènes, les cabanes de gardians.

Cette première évaluation de la vulnérabilité aux submersions marines de l'ensemble des enjeux camarguais montre donc, même si elle est réalisée à une échelle assez grossière, que la connaissance sur les risques littoraux en Camargue repose aujourd'hui sur des données satisfaisantes.

⁵⁹ ibid, p.520

⁶⁰ ibid p.531

On comparera pourtant le retard pris, en Camargue, par les différents acteurs publics sur la problématique de la gestion des risques littoraux, en comparant utilement la situation des Saintes-Maries-de-la-Mer avec, au contraire, les progrès réalisés sur le littoral atlantique. Par exemple, la commune de Lacanau-Océan en Gironde, dispose d'un PPRL en vigueur, d'un SCOT qui prend en compte la relocalisation, et d'un projet de PLU (pas encore approuvé). Au contraire, en l'absence de documents stratégiques ou de planification permettant de prendre en compte le risque littoral, les acteurs camarguais, et notamment les élus, en sont réduits à appliquer la référence aux plus hautes eaux atteintes en 1856, qui peut servir de fondement à l'utilisation de l'article **R111-2 du code de l'urbanisme**, disposition d'ordre public qui prévoit que « le projet [de construction] peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales ».

3. Application aux deux sites d'étude

La projection du recul du rivage et l'application de la méthode Marel sont testés sur les sites du Grand Radeau (commune des Saintes-Maries-de-la-Mer) et du hameau de Beauduc (commune d'Arles). Ces sites représentent des zones d'habitat dispersé ou de type cabanon, ainsi que des zones aux enjeux patrimoniaux, paysagers et écologiques riches très proches de la Camargue naturelle (du moins dans l'imaginaire collectif). Notre analyse ne porte donc pas sur les zones urbanisées des Saintes-Maries-de-la-Mer et de Salin-de-Giraud, la zone du complexe portuaire de Port-Saint-Louis du Rhône-Fos-sur-Mer, et des deux établissements de la Compagnie des Salins du Midi

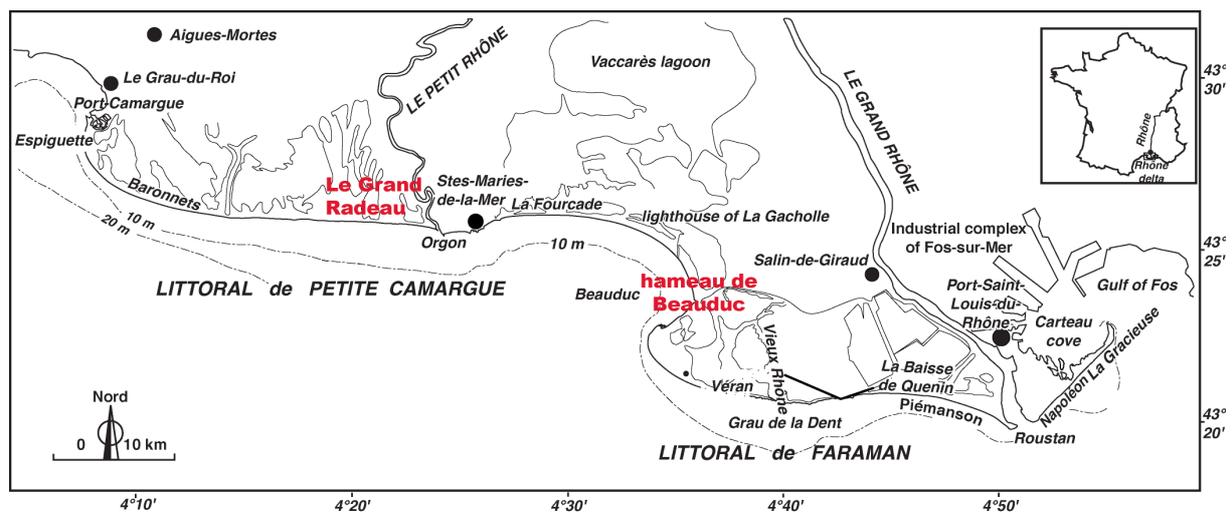


Figure 55 : Sites retenus pour la discussion de la méthode Marel.

L'objet du présent projet de recherche consistait en effet, pour sa partie juridique, à évaluer les implications d'une application éventuelle de la méthode d'accompagnement du recul MAREL (cf supra 1-1-5), sur le territoire camarguais, qui est faiblement urbanisé mais dont les enjeux environnementaux demeurent importants. Une autre évaluation de la méthode MAREL est par ailleurs menée dans le cadre d'un territoire fortement urbanisé (Côte d'Azur)⁶¹.

⁶¹ Le projet de recherche pluridisciplinaire «AlternaLiVE - Alternatives Littoral Vulnérable – Elévation du niveau marin» 2012-2015, (laboratoires CEJU, CEREGE, REEDS-LAMETA, Conservatoire du Littoral), financé par la Fondation de France dans le cadre de l'appel à propositions de recherches « Quels littoraux pour

Pour étudier quelles seraient les implications d'une relocalisation par la méthode MAREL sur les sites de Beauduc et le Grand Radeau, la démarche consiste donc à évaluer les données physiques et juridiques des différentes situations (prise de conscience des élus, absence de PPR, prise en compte dans le SCOT, présence de l'acteur Conservatoire Du Littoral), Il s'agira ensuite d'identifier, chaque fois que possible, et en regard des différences situations juridiques observées, les intérêts que peut présenter la méthode Marel pour faire face aux difficultés ou lacunes rencontrées.

3.1 Le hameau de Beauduc (commune d'Arles)

a) Présentation du site

Présentation des documents réglementaires concernant les risques sur la commune d'Arles

La commune s'Arles est concernée par un Plan de surfaces submersibles (PSS) approuvé le 03/09/1911, et un **PPRn Inondation appliqué par anticipation, prescrit le 21/06/2000** et approuvé le 22/02/2012⁶². En revanche, aucun PPR risques littoraux n'a été prescrit sur cette commune. Pourtant, plusieurs évènements de submersion marine ont été reconnus comme catastrophes naturelles :

Tempête : événement du 06/11/1982 au 10/11/1982, reconnu par arrêté du 18/11/1982 (JO du 19/11/1982).

Raz-de-marée : événement du 05/08/1985, reconnu par arrêté du 24/04/1986 (JO du 10/05/1986).

Inondations par submersion marine et chocs mécaniques liés à l'action des vagues: événement du 16/12/1997 au 19/12/1997, reconnu par arrêté du 09/04/1998 (JO du 23/04/1998)⁶³.

Un Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) a été élaboré sur la commune d'Arles⁶⁴ (en application des articles L125-2, L125-5, L563-3, R. 125-10 et R. 125-11, III du Code de l'environnement), qui dispose également d'un Plan communal de sauvegarde (arrêté du 31/12/09).

Le DICRIM mentionne le risque d'inondation par le Rhône, mais également le risque de submersion marine. D'une part, la carte des zones inondables incluse dans ce DICRIM fait bien état d'une zone de submersions marines sur la pointe de Beauduc, qui est également comprise dans le périmètre des zones inondables par crue du Rhône. D'autre part, le DICRIM décrit la possibilité « d'autres risques d'inondation » (p.12), et notamment la submersion marine ou raz-de-marée : « *La commune d'Arles possède un littoral méditerranéen important. Des mini raz-de-marée, appelés localement empleins, envahissent régulièrement la côte sur plusieurs centaines de mètres dans les terres. Le dernier en date, de moyenne importance, a eu lieu en été 1985, et a provoqué sur la*

demain ? – étudie la faisabilité de cette méthode dans le cadre d'un territoire fortement urbanisé (Côte d'Azur), en s'appuyant sur une analyse des risques, analyse économique, intégration des enjeux en droit de l'urbanisme.

⁶² Site www.prim.net

⁶³ Liste des arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou technologique sur le territoire de la commune, annexe à l'arrêté préfectoral du 26 mai 2011 modifiant l'arrêté n°IAL-13096-01 relatif à l'état des risques naturels et technologiques majeurs de biens immobiliers situés sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer

⁶⁴ consultable sur : <http://macommune.prim.net/dicrim/uploads/13004-arles-1227.pdf>

plage de Piémanson, l'évacuation des vacanciers. Un raz-de-marée important en Méditerranée entraînerait une inondation généralisée de la Camargue. Le village de Salin-de-Giraud est le plus exposé ».

Il est à signaler également que la commune d'Arles signale par des panneaux d'affichage les lieux exposés aux plus hautes eaux (PHE) lors de la dernière inondation du Rhône (décembre 2003), ce qui constitue un cas rare et exemplaire en France d'affichage du risque. Pourtant, cette obligation d'affichage du risque est prévue depuis 1987⁶⁵ et codifiée au code de l'environnement aux articles L 125-2 et R 125-9 à 14. Les affiches, situées sur les rives du Rhône dans la ville d'Arles, doivent permettre d'informer le lecteur sur les actions immédiates à faire ou à éviter pour sauvegarder sa vie et celle de ses proches. En revanche, cet affichage n'est pas généralisé sur le littoral vulnérable aux submersions marines.

Un site en accrétion, mais vulnérable aux submersions

Le site d'étude se localise dans la partie centrale du littoral du delta du Rhône, dans un point de convergence des dérives littorales dominantes (Sabatier et Suanez, 2003) (Fig. 56). Le trait de côte avance sous l'effet d'une dérive littorale puissante (200-400.000 m³/an) qui permet à la flèche de Beauduc de progresser de 10 à 30m/an en moyenne. Le lobe du Bras de Fer, érodé depuis 1711, fournit en sable cette zone (Sabatier et al., 2006) dont on ne connaît qu'un seul équivalent à l'Espiguette (Fig. 56). L'avancée du rivage se réalise par un élargissement de la plage qui subit un transit éolien important (Sabatier et al., 2009) en raison des vents de terre (Mistral et Tramontane). Les dunes ne forment donc pas de cordon continu mais des îlots facilement repérables comme des points hauts dans le paysage. Par contre, une digue de ceinture des étangs construite en 1972 a permis une accumulation sableuse en arrière de la flèche mais ce cordon n'aurait pas existé sans les ouvrages. Au fond du golfe, les vitesses d'avancée du rivage sont plus réduites (<10 m/an) mais affichent une forte régularité temporelle autorisant l'utilisation de la méthode historique pour prédire la position du rivage (fig. 57). La prévision du recul du rivage, en accrétion intègre lui aussi les variations à court terme. Nos relevés indiquent cependant des valeurs très faibles, proche de 1 m. Le site du hameau de Beauduc ne souffre donc pas de menace liée au recul du rivage.

Par contre, l'érosion à attendre dans le secteur de Véran (fig. 58), pourrait permettre des inondations marines plus fréquentes et atteindre le hameau de Beauduc par contournement. Cette situation ne s'est pas encore produite du fait de l'entretien des digues dans le secteur de Véran. Cependant, avec l'arrêt de l'exploitation salinière et la restitution de ces terrains au Conservatoire du Littoral, on peut s'attendre à un arrêt du maintien systématique des enrochements, ces territoires deviendront alors plus vulnérables aux submersions du fait de l'apparition de brèches et de graus.

⁶⁵ article 21 de la loi no 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, Décret no 90-918 du 11 octobre 1990 relatif à l'exercice du droit à l'information sur les risques majeurs, Circulaire du 10 mai 1991. Un arrêté a fixé les modèles d'affiches relatives aux consignes de sécurité à porter à la connaissance du public (A. du 28 août 1992)

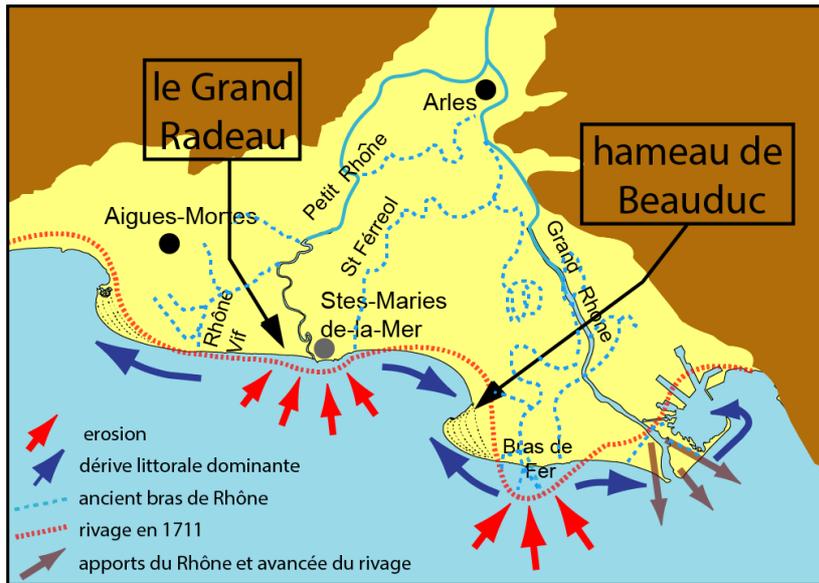


Figure 56 : Evolution du rivage depuis 1711. L'érosion du Bras de Fer alimente la flèche et le golfe du Beauduc

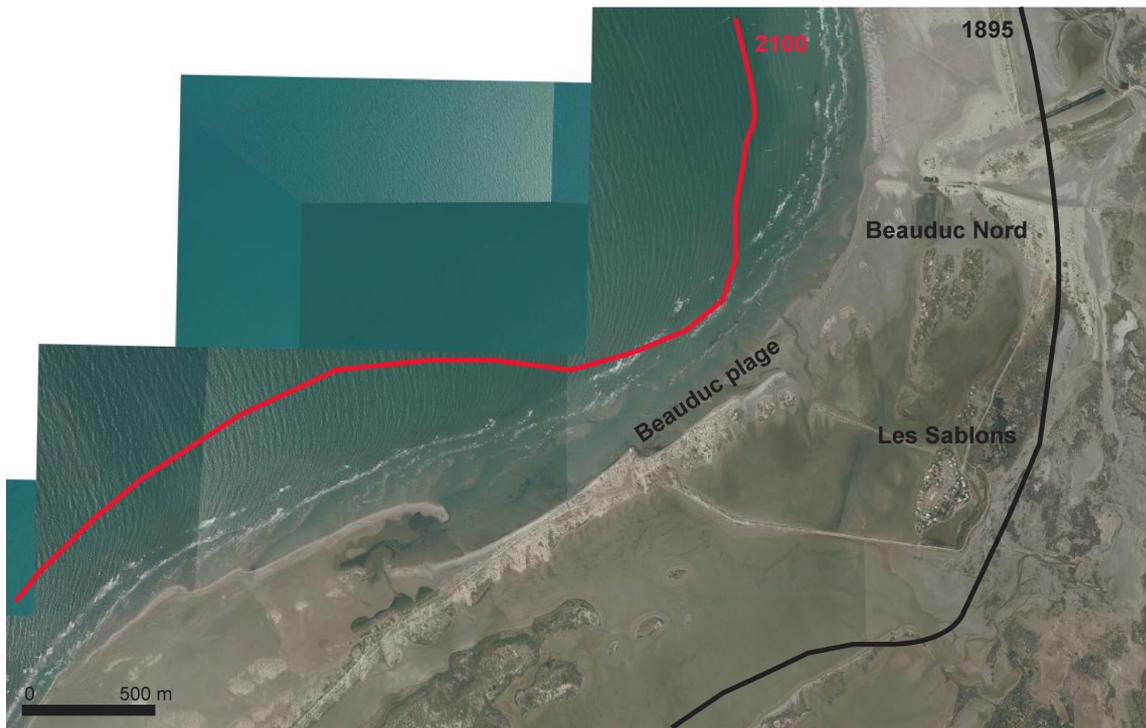


Figure 57 : Prévion de la position du rivage à Beauduc (fong BDortho IGN, 2008)



Figure 58 : Prédiction de la position du rivage à Véran.

Les surcotes marines sont par contre très menaçantes sur le site car elles se produisent classiquement durant les tempêtes hivernales de Sud-Est mais aussi potentiellement durant les autres saisons du fait des très faibles pentes du delta dans ce secteur, qui permet à la moindre élévation du plan d'eau d'envahir plusieurs centaines de mètres de plage (phénomène appelé localement « emplein »). Ce schéma se produit aussi durant la saison estivale, lors du passage de légères dépressions dans le Golfe du Lion associées à des vents de Tramontane (secteur ouest). Même si les rares habitants ont pour habitude de « vivre avec » ce risque, l'anticipant parfois en laissant par exemple les véhicules sur les points hauts, l'élévation séculaire du niveau marin ne pourra qu'aggraver le risque.

L'occupation humaine du hameau de Beauduc

Le site de Beauduc, d'une centaine d'hectares enregistre une forme précaire de présence humaine avec le hameau des cabanes des Sablons à laquelle s'agrège une fréquentation balnéaire plus importante en été et un groupe d'utilisateurs des plans d'eau tout au long de l'année (kite-surfers, véliplanchistes). Si sa population permanente est peu nombreuse (à peine 2 à 4 personnes l'hiver), le site est habité et connaît une importante fréquentation, notamment en période estivale.

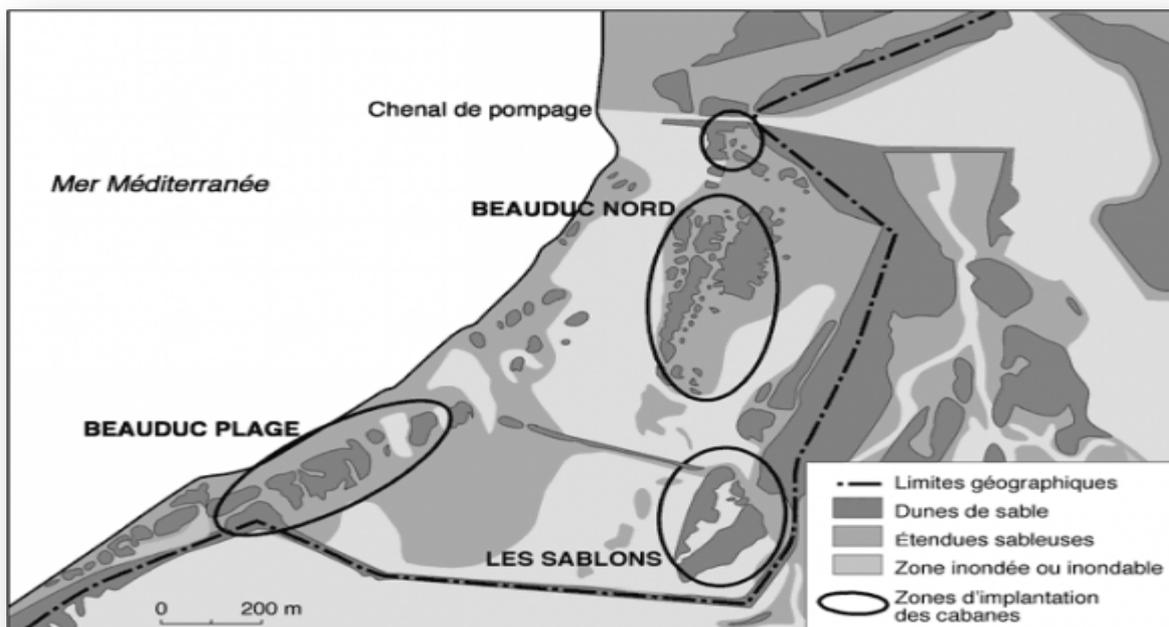
Beauduc est principalement connu pour ses « cabanes » construites dès le début du XVIII^{ème} siècle par des pêcheurs et destinées à un usage professionnel. Détruites pendant la Seconde guerre mondiale, puis reconstruites, ce n'est que dans les années 1950 que la fréquentation du site s'accroît. En 1952 la Compagnie salinière des Salins du Midi installe ses pompes à Beauduc et réorganise ainsi son réseau de circulation d'eau. L'entretien des digues et des pistes qui en découle permet d'améliorer considérablement l'accès du site. Les cabanes des pêcheurs se multiplient⁶⁶ et Beauduc devient rapidement un lieu de villégiature⁶⁷.

⁶⁶ On dénombre 101 cabanons en 1967, 273 occupations fixes et 184 véhicules demeurant à l'année en 1995 et jusqu'à 400 habitations en 1999 cf. NICOLAS Laurence, Pêcher en la cabane, La lagune de Beauduc, Textuel 2001. repris dans le dossier « Cabanes et cabaniers des étangs de Camargue, du Languedoc et du Roussillon » de Christian JACQUELIN et Agnès ROTSCHLI.

http://www.languedoc-roussillon.culture.gouv.fr/fr/0index/01actu/dossier_ethnologie/cabanes/index.htm

Ainsi, le site s'organise progressivement en trois « hameaux » ou « quartiers », lieu d'implantation des cabanes :

- les Sablons, situés plus à l'intérieur des terres, aux limites du Domaine public maritime (DPM). Constituant le « noyau social »⁶⁸ de Beauduc, les Sablons se développent entre 1952 et 1970. Depuis 1972, ce quartier des Sablons bénéficie d'un statut particulier lié à la possession du foncier par la Compagnie des Salins du Midi.
- Beauduc-nord correspond à l'entrée du site, juste après la station de pompage. Les cabanons y sont construits à partir des années 1970.
- Beauduc-plage, situé dans le prolongement de Beauduc nord est le quartier le plus récent et borde littéralement le littoral.



Actuellement, il existe trois associations d'habitants sur Beauduc :

- l'Association des cabaniers qui organise plutôt des animations et festivités,
- l'Association pour la Sauvegarde du Patrimoine qui milite pour la pérennisation juridique et administrative du site,
- l'association des plaisanciers, regroupant les occupants des caravanes installées sur le bord de mer, sur le DPM, qui sont tolérées pendant l'été et doivent être enlevées l'hiver. Les plaisanciers demandent, semble-t-il, tous les ans au préfet une autorisation temporaire d'occupation du DPM⁶⁹.

⁶⁷ Cf. NICOLAS Laurence, *Beauduc, l'utopie des gratte-plage, Ethnographie d'une communauté de cabaniers sur le littoral camarguais*, Images en manœuvres Editions, 2008. Extraits consultables sur le site : <http://www.beauduc-laurence-nicolas.com/>

⁶⁸ *ibid*

⁶⁹ Entretien avec un membre de l'Association pour la Sauvegarde du Patrimoine

Les cabanons de Beauduc ont été construits sans droit ni titre⁷⁰.

Pour faire cesser la forte expansion de cette villégiature balnéaire édifée sur un espace interdit à toute construction, sans permis et sans autorisation, les services maritimes, la Préfecture, la municipalité d'Arles et « les Cabaniers du Sablon »⁷¹ ont conclu en 1968 un protocole d'accord qui prévoyait le maintien en nombre et en contenance des cabanons existants, ceux-ci devant être rasés à la mort de leur propriétaire (ni cession, ni transmission).

En 1972, l'exploitation salinière, en pleine expansion, désire s'agrandir. Pour éviter qu'elle ne reprenne les terrains qu'elle loue du côté de l'étang de Vaccarès à la Société Nationale de Protection de la Nature depuis 1927, l'Etat cède 971 hectares situés à Beauduc, à la Compagnie des Salins du Midi. Cet acte d'acquisition et d'échange aboutit d'une part à la fermeture de la lagune de Beauduc par la construction d'une digue qui empêche désormais la circulation des eaux entre les étangs et la mer, et d'autre part à la concession de terrains sur lesquels sont situés les cabanons. De plus, en dépit du protocole d'accord de 1968, les quartiers de Beauduc-nord et Beauduc-plage se développent.

Suite à l'entrée en vigueur de la loi Littoral, le 3 janvier 1986, une trentaine de contraventions de grande voirie sont dressées et le Préfet des Bouches-du-Rhône saisit dès 1988 le Tribunal administratif de Marseille. Ce dernier, dans son jugement rendu en novembre 1993, ordonne la délimitation du Domaine Public Maritime (DPM). Dans le cadre de cette procédure, le rapport Masson indique qu'une importante partie des Sablons se situe sur le DPM, de sorte que 77 cabanons « seulement » sont situés sur les terrains de la Compagnie des Salins du Midi⁷².

Il convient donc de distinguer la situation des différents cabanons: certains sont situés sur le DPM et en constituent des occupations illégales qui peuvent donner lieu à des contraventions de grande voirie, conduisant à la démolition de l'ouvrage. Il s'agit des abris situés sur la plage ou à proximité. D'autres sont situés hors du DPM, selon la délimitation faite par le rapport Masson. Il semble également que le hameau de Beauduc soit situé à plus de 100 mètres de la limite du DPM, et donc au-delà de la bande inconstructible selon la loi littoral.

Tous les documents publics (rapport du CGEDD, DTA et Charte du PNRC), souhaitent la libération du DPM. A l'exception de la majeure partie du Hameau des Sablons, qui se distingue des implantations récentes et de celles situées sur le DPM, les actions de reconquête doivent être poursuivies par l'Etat afin de réduire le « phénomène de cabanisation ».

Le 31 novembre 2004, afin d'exécuter la série de jugements prononcés par le tribunal administratif depuis 1995, et confirmés par le Conseil d'Etat⁷³, la Préfecture des Bouches-du-Rhône ordonne la destruction de 17 cabanes, construites sur le DPM. L'opération est menée par le préfet qui déclare à la presse : « *Ce village est un cloaque à ciel ouvert, une insulte à l'environnement... Dans le tiers-monde, on appelle ça un bidonville* ».

⁷⁰ Voir le dossier « Cabanes et cabaniers des étangs de Camargue, du Languedoc et du Roussillon » de Christian JACQUELIN et Agnès ROTSCI, op., cit.

http://www.languedoc-roussillon.culture.gouv.fr/fr/0index/01actu/dossier_ethnologie/cabanes/index.htm

⁷¹ Association des cabaniers du Sablon constituée en 1967, ayant pour but la défense des cabanons recensés sur le plan du Port autonome de 1967.

⁷² Voir le rapport d'Alain Masson, « plage de Beauduc – délimitation du domaine public maritime – rapport d'expertise », affaires n°93-4492 à 93-4522, ordonnance du 8 décembre 1993 du TA de Marseille.

⁷³ Jugement du TA de Marseille du 5 janvier 1995, confirmé par la CAA de Lyon (Cour administrative d'appel de Lyon, 1^{ère} chambre, du 28 mai 1996, 95LY00958) et le 8 avril 1998 par le Conseil d'Etat (N° 181562, N° 181563, N° 181564, N° 181565, N° 181566, N° 181567, N° 181568, N° 181569, N° 181570, N° 181571, N° 181572, N° 181573).

Lors d'une deuxième opération de destruction menée le 8 avril 2005, trois nouveaux cabanons sont rasés. Durant l'été, sous la pression des autorités une dizaine de cabanons sont détruits par les habitants eux-mêmes. Mais, entre 2006 et 2011, « *l'État s'est abstenu d'intervenir* »⁷⁴. Implantés sans autorisation, ils demeurent illégaux au regard de la loi Littoral⁷⁵. C'est pourquoi des modalités d'application de la loi littoral adaptée à la gestion du site devront être édictées.

Le contexte juridique

La Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône (DTA) de mai 2007⁷⁶, la Charte 2010-2022 du PNRC⁷⁷ et le rapport du Conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD) portant sur les enjeux écologiques et fonciers en Camargue de juillet 2011⁷⁸ permettent d'avoir une idée des objectifs que devra respecter la gestion à venir du site de Beauduc.

La Directive territoriale d'aménagement

La DTA fixe les enjeux et objectifs de l'Etat sur le territoire départemental. Ces éléments doivent être pris en compte dans les documents d'urbanisme locaux. La DTA des Bouches-du-Rhône qualifie la gestion de la fréquentation et de l'occupation du littoral camarguais comme étant un « secteur à enjeux »⁷⁹.

Les principes guidant l'action sur ce secteur sont les suivants :

- « - *libération du Domaine Public Maritime des occupations sans autorisation,*
- *définition de principes d'aménagement et de gestion de ces espaces, afin de substituer à une fréquentation anarchique et préjudiciable pour les milieux une fréquentation respectueuse de l'environnement et des conditions sanitaires et de sécurité,*
- *prise en compte des risques naturels, notamment le risque d'inondation et de submersion marine, pour l'évolution de ce secteur.*

*En outre, les démarches de gestion des installations traditionnelles existantes et d'encadrement de la fréquentation touristique ne doivent pas conduire, sur le littoral immédiat, à la mise en place de structures lourdes, quelles qu'en soit la destination »*⁸⁰.

Concernant le Hameau des Sablons, plus anciennement occupé et situé hors du DPM, le document indique « *qu'il convient d'édicter des modalités d'application de la loi littoral adaptée à sa gestion afin :*

- *d'interdire toute extension du « hameau traditionnel de cabanons » en contenant les installations dans la stricte délimitation des espaces déjà bâtis ;*
- *de prendre en compte les conditions de salubrité et de sécurité ;*
- *de maîtriser la fréquentation et les accès ;*
- *de veiller à la préservation et à la restauration des espaces remarquables.»*⁸¹.

⁷⁴ Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, Rapport n°007488-01 « Les enjeux écologiques et fonciers en Camargue », juillet 2011, p. 30.

⁷⁵ Voir Charte du Parc Naturel Régional de Camargue, op., cit.

⁷⁶ Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône, Préfecture des Bouches-du-Rhône, mai 2007, 134p.

⁷⁷ Charte du Parc Naturel Régional de Camargue, Rapport volume 1, 2010, 240p.

⁷⁸ Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, Rapport n°007488-01 « Les enjeux écologiques et fonciers en Camargue », Op., cit.

⁷⁹ Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône, op., cit. p. 104.

⁸⁰ Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône, op., cit. p. 106.

⁸¹ Directive Territoriale d'Aménagement des Bouches-du-Rhône, op., cit. p. 107.

Ainsi, dans cette perspective :

« - les installations traditionnelles existantes ne pourront donner lieu à aucune transformation ou extension qui aurait pour effet d'en accroître l'emprise actuelle ou la hauteur ou d'en modifier la nature ou la destination ;
- seuls pourront être admis dans l'emprise du « hameau traditionnel », les travaux et installations techniques qui s'avèrent nécessaires à l'amélioration des conditions de salubrité, notamment d'assainissement, et de sécurité des installations traditionnelles existantes;
- des travaux d'entretien et d'amélioration des voies d'accès au rivage et aux cabanons des Sablons qui traversent les espaces remarquables de la zone humide de Camargue pourront être admis lorsque ces voies sont nécessaires à la sécurité maritime ou à la sécurité civile.
- des aires à caractère naturel destinées au stationnement de courte durée pourront être aménagées au sein de l'espace bâti ou à proximité immédiate dans le strict respect du paysage et des milieux dès lors qu'elles permettent la restauration d'espaces naturels remarquables protégés »⁸².

La Charte du Parc naturel régional de Camargue

La principale menace pesant sur la partie Est du parc provient de sa fréquentation sauvage et non réglementée, notamment sur les plages de Beauduc et de Piémanson. Déjà en 1996, le Ministre de l'environnement Michel Barnier avait refusé la première version du texte de la Charte du Parc Naturel Régional de Camargue sur ce point particulier. Une version revue et corrigée fut alors adoptée en 1998, faisant une large place à la question de Beauduc et de Piémanson. En voici quelques extraits : « Les espaces littoraux soumis à une forte pression touristique (...) incontrôlée qui provoque des nuisances (pollution, circulation anarchique, érosion) ... « il convient d'éviter le piétinement et la dégradation des dunes, d'améliorer l'hygiène: équipement léger en sanitaires et en poubelles en retrait des plages ». « Soucieux de la protection du DPM, le Parc soutient l'Etat dans sa volonté d'enrayer la dégradation et la privatisation du littoral au droit des plages d'Arles et dans le golfe de Beauduc. Cette action se fera par référence aux lois en vigueur, notamment en ce qui concerne le camping sauvage et les occupations sans droits ni titres ».

« Les risques d'empilements et de tsunamis, évoqués plus haut, posent de sérieux problèmes en matière de sécurité publique concernant ces milliers de touristes qui seraient livrés à leur propre sort si de tels phénomènes advenaient ».

Le Parc, de manière à répondre aux exigences posées par la DTA concernant le hameau des Sablons, s'engage à⁸³ :

- établir avec les services de l'Etat un inventaire et un suivi précis des cabanons présents au Hameau des Sablons,
- réaliser une « charte du cabanon des Sablons » précisant les modalités d'occupation et les engagements des propriétaires au regard des contraintes et des normes sanitaires de gestion des déchets et des eaux domestiques,
- accompagner les communes et les services de l'Etat pour exiger une mise aux normes des installations individuelles concernées,
- étudier les modalités d'accès aux différents secteurs occupés par les cabanons du Hameau des Sablons (droit de passage, carte d'accès...),
- expérimenter des techniques nouvelles en termes de production d'énergie, traitement des déchets, économie d'eau, dans la perspective d'une réhabilitation en « éco-hameau ».

⁸² Ibid

⁸³ Charte du Parc Naturel Régional de Camargue, op., cit. p. 169.

Il semble que le PNRC ne puisse toutefois s'engager dans la poursuite de ces objectifs qu'une fois le contrat de vente de ces terrains par la Compagnie des Salins du Midi à la Commune d'Arles conclu⁸⁴.

De plus, la Charte du PNRC 2010-2022 a pour ambition de renforcer la solidarité territoriale, la cohésion sociale et d'améliorer le cadre de vie. A ce titre, le PNRC se fixe pour objectif « *d'accompagner la reconversion du site de Salin-de-Giraud en un projet de développement exemplaire* »⁸⁵. En effet, la réduction de l'activité d'exploitation du sel par la Compagnie des Salins du Midi entraîne des pertes d'emplois à l'impact social important (pas d'alternatives économiques immédiates). La recherche d'une nouvelle dynamique socio-économique doit également tenir compte de l'enjeu écologique qui existe en raison « *de l'ampleur des surfaces concernées (environ 12 000 ha), de la valeur des milieux et des incidences sur la gestion du littoral et la salinité des eaux* »⁸⁶. La prise en compte du contexte géographique et des particularités du littoral de la commune d'Arles (plages de Beauduc et Piémanson) est nécessaire.

Le Parc s'engage à cette fin « *à promouvoir un projet urbain d'activité d'accueil, de découverte et de tourisme durable en contrepartie d'une gestion environnementale des espaces salinières en reconversion* »⁸⁷.

Ce projet permettrait de proposer une alternative au camping sauvage et de maîtriser l'accès de la plage aux véhicules et sa fréquentation (aire de stationnement, système de navettes entre Salin-de-Giraud et l'accès aux plages...).

Le rapport du CGEDD portant sur les enjeux écologiques et fonciers en Camargue

Ce rapport fait également état de la fréquentation anarchique des plages de Piémanson et Beauduc qui « *nécessite une politique concertée de l'Etat et des collectivités. La mission plaide pour un projet global alliant la mobilité des touristes entre les plages et le village de Salin-de-Giraud avec une conception écologique de l'urbanisme et de l'habitat* »⁸⁸.

En outre, le rapport, comme la DTA et la Charte du PNRC, souhaite la libération du DPM. A l'exception de la majeure partie du Hameau des Sablons, qui se distingue des implantations récentes et de celles situées sur le DPM, les actions de reconquête doivent être poursuivies par l'Etat afin de réduire le phénomène de cabanisation.

Le PCET du pays d'Arles

Le site pourrait faire l'objet de mesures d'adaptation dans le PCET du Pays d'Arles. Toutefois, l'étude de vulnérabilité du territoire n'a pas encore été réalisée par le Syndicat mixte du Pays d'Arles. Elle a démarré en avril 2013 et les résultats n'ont pas encore été présentés⁸⁹. Le **PCET du Pays d'Arles**, en cours de rédaction, reconnaît que la zone du hameau nord de Beauduc est en accrétion, et que le recul de la plage au niveau de la digue du Grand Radeau ne semble pas mettre en péril les habitations isolées ou le hameau situés plus à l'intérieur.

Le rachat du site en cours : entre Conservatoire du Littoral et commune d'Arles

La compagnie des Salins ayant décidé de vendre, pour des raisons économiques, les terrains qu'elle possède à Beauduc, les espaces les plus proches du littoral font l'objet d'une politique

⁸⁴ Entretien avec Monsieur Gael HEMERY, chargé de la gestion des terrains du Conservatoire du Littoral pour le Parc régional naturel régional de Camargue.

⁸⁵ Voir Charte du Parc Naturel Régional de Camargue, op., cit.

⁸⁶ Charte du Parc Naturel Régional de Camargue, op., cit. p. 179.

⁸⁷ Charte du Parc Naturel Régional de Camargue, op., cit. p. 180.

⁸⁸ Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, Rapport n°007488-01 « Les enjeux écologiques et fonciers en Camargue », op., cit. p.3.

⁸⁹ Entretien avec Pauline BRUNNENGREBER, chargée de mission Plan Climat, Syndicat Mixte du Pays d'Arles.

d'acquisition par le Conservatoire du Littoral. Le site du Conservatoire du Littoral s'étend à ce jour sur une superficie continue de 6 527 hectares et devrait atteindre d'ici 2014 près de 8 000 hectares, conformément au protocole d'accord signé avec les Salins du Midi en 2009.

Cependant, si « *le Conservatoire du Littoral a acheté une parcelle de terrains naturels autour du Hameau des Sablons, l'emprise des cabanons a fait l'objet d'un détournement, le Conservatoire du Littoral ne souhaitant pas les acquérir. Le Hameau devrait être acheté prochainement par la commune d'Arles et transféré en gestion au Parc de Camargue* »⁹⁰.

Le Conservatoire du Littoral ne souhaitant pas les acquérir, c'est la commune d'Arles a choisi d'acheter ces terrains. La délibération du conseil municipal d'Arles, en date du 24 septembre 2013, adoptée à l'unanimité⁹¹, autorise l'acquisition du terrain d'assiette des cabanons des sablons auprès de la compagnie des Salins du Midi, situés au lieudit « les Montilles de Beauduc et des Sablons », en reconnaissant le Conservatoire du Littoral « *n'ayant pas vocation à devenir propriétaire de bâtis qui ne sont pas strictement nécessaires à la gestion de leurs sites et ne souhaitant pas créer une enclave privée au sein de cet immense espace naturel. De plus, ce hameau est reconnu par la DTA d'avril 2007 laquelle a rappelé « leur valeur patrimoniale sur le plan culturel et social* ». La commune, qui sollicitera l'aide de la Région et du Département, acquerra donc un domaine de 5ha 87a au prix d'1€ le m², pour un total de 58 734€.

La procédure d'achat en cours, ne concernera que les cabanons situés hors DPM. Cependant, l'accession à la propriété des terrains se fera sans avoir actualisé la délimitation du DPM.⁹²

Dès lors, ces terrains impliquent différents gestionnaires : le Parc de Camargue sera à la fois gestionnaire des terrains appartenant au Conservatoire, et des terrains appartenant à la commune. Les trois acteurs devront notamment s'entendre sur les méthodes de gestion.

Le **PCET du Pays d'Arles**, en cours de rédaction, reconnaît que la zone du hameau nord de Beauduc est en accrétion, et que le recul de la plage au niveau de la digue du Grand Radeau ne semble pas mettre en péril les habitations isolées ou le hameau situé plus à l'intérieur.

En revanche, ces zones basses de la Camargue sont déjà inondables à l'occasion d'évènements extrêmes : crues ou submersions marines, invasions d'eaux littorales. Ces évènements, aujourd'hui encore exceptionnels, ne pourront être que plus fréquents du fait des changements climatiques.

La zone de Beauduc est vulnérable aux empiétements et peut se retrouver entièrement isolée lors de ces évènements. A long terme, des entrées d'eau marine par les zones des anciens salins, désormais propriété du Conservatoire du littoral, ne sont pas à exclure.

Il convient donc d'étudier les différents outils juridiques qui permettraient, dans un contexte d'adaptation au changement climatique, d'encadrer à court et long terme, les usages et l'habitat dans ces zones.

b) Le scénario « recul »

L'objectif de la présente étude consiste à envisager les implications d'un scénario de recul stratégique ou de relocalisation des biens vulnérables sur le site de Beauduc.

Il ne sera pas ici question d'envisager un scénario de défense dure du site (maintien ou renforcement de la digue à la mer). L'idée consiste à étudier les paramètres et les

⁹⁰ Entretien avec Monsieur Gael HEMERY, chargé de la gestion des terrains du Conservatoire du Littoral pour le Parc régional naturel régional de Camargue.

⁹¹ Délibération du CM d'Arles n°2013.225, séance du 24 septembre 2013 : Beauduc – acquisition du terrain d'assiette des cabanons des sablons auprès de la compagnie des salins du midi »

⁹² Entretien avec Aline MARTIN, responsable des espaces naturels, aménagement-environnement de la mairie d'Arles.

conséquences juridiques d'une invasion progressive de la mer dans les étangs du site, en le transformant en une lagune.

Deux hypothèses se dessinent alors :

- la mise en place une procédure d'abandon des biens construits, d'après la procédure MAREL ;
- la non-intervention des pouvoirs publics, la tolérance des constructions actuelles dont les propriétaires deviendraient occupants « à leur risques et périls », jusqu'à ce que la mer les submerge, et qu'ils soient automatiquement incorporés au DPM.

La tendance actuelle à « laisser-faire la mer »

L'observation actuelle de la situation laisse en effet prévoir que les acteurs en charge du littoral, et notamment le Conservatoire du Littoral, conformément à sa mission de maintien à l'état naturel de ses sites, décideront de « laisser faire la mer » sans maintenir artificiellement les ouvrages de protection (des brèches hivernales se produisent de plus en plus fréquemment sur les digues frontales, notamment la digue de Véran)⁹³.

Historiquement, la Compagnie des Salins du Midi, qui était propriétaire de 25 000 ha de territoire bordé par 35 km de littoral devait protéger ces terres des submersions marines pour maintenir son activité industrielle. Pendant les années de l'exploitation, elle a assuré elle-même cette protection à laquelle elle déclare avoir consacré chaque année 824 000€. Mais la Compagnie, vendant peu à peu son domaine, s'est retirée de l'entretien des ouvrages, principalement du côté de Salin-de-Giraud et des étangs de Beauduc. C'est donc un ensemble d'ouvrages hydrauliques qui peut ne plus être entretenu, avec des risques sur le régime hydraulique des étangs, augmentant ainsi la vulnérabilité de ces sites.

Intérêt de la méthode Marel :

C'est donc dans un tel contexte de repositionnement des acteurs du littoral face à l'érosion côtière et dans un contexte d'adaptation au changement climatique que la méthode Marel peut présenter un intérêt particulier. Méthode permettant un recul progressif des ouvrages bâtis, elle est également une méthode d'échelonnement des solutions juridiques dans le temps, permettant aux différents acteurs d'avancer en expérimentant des solutions nouvelles.

La comparaison avec l'idéo-type étang de Rimale

Pour imaginer ce que pourrait être la stratégie du Conservatoire à l'avenir dans la gestion de ses terrains littoraux, le travail de prospective du CDL a été mené sur des territoires littoraux fictifs, les idéotypes, qui représentent la diversité des situations dans lesquelles se trouvent les sites du Conservatoire.

Le site de Beauduc peut se rapprocher de l'idéotype fictif de l'étang de Rimale (voir annexe 1)⁹⁴, décrit ci-après :

« L'étang de Rimale se trouve au cœur d'une large zone de marais protégée des influences maritimes par un étroit cordon dunaire en érosion. Son caractère préservé pousse le Conservatoire à y mener une politique active d'acquisition du site afin de garantir sa préservation (...). L'érosion du cordon et sa possible rupture pose néanmoins la question de

⁹³ Les brèches concernent principalement la digue de Véran, dont le gestionnaire est encore la compagnie des Salins en vertu des dispositions d'une convention d'occupation du DPM. Des négociations sont en cours entre la DDTM, les Salins et le Conservatoire pour amender cette concession, suite au rachat par ce dernier des terrains protégés par la digue de Véran.

⁹⁴ Conservatoire du littoral, Sogreah, Changement climatique et stratégie à long terme du Conservatoire du littoral Rapport prospective, Décembre 2011, p.22

l'intérêt de cette acquisition. Dans un tel scénario, l'étang passerait en effet dans le Domaine Public Maritime (DPM) ».

Le rapport prospectif du CDL a choisi d'étudier deux scénarios pour l'évolution de l'idéotype étang de Rimale⁹⁵. Il sera intéressant de mettre en perspective les implications juridiques de ces scénarios.

Dans le **scénario A – « Tenir la ligne »** : Les submersions plus récurrentes du cordon menacent les activités agricoles et de chasse propres au marais. La pression sociale est très forte pour maintenir ces activités en protégeant davantage le cordon dunaire ».

Or dans le cas de Beauduc, il **ne semble pas que l'on puisse aujourd'hui se diriger vers un tel scénario, l'ensemble des acteurs publics semble en effet admettre que cette portion de plus en plus sauvage du territoire des Saintes-Maries et d'Arles, du fait de l'abandon progressif de l'activité salicole, ne sera plus défendue de manière forte.**

En revanche, ce qui est intéressant dans la situation de Beauduc, si on la compare à l'idéotype de l'étang de Rimale, c'est que l'étude prospective du CDL estimait bien que « dans ce scénario, le Conservatoire **n'a pas intérêt à acquérir le cordon** ». Même si l'acquisition du reste de l'étang peut s'avérer intéressante pour permettre au Conservatoire de mettre en place une « stratégie d'adaptation exemplaire fondée sur l'accompagnement de la mobilité et de l'évolution des milieux et des écosystèmes ».

Or, dans le cas de Beauduc, le Conservatoire a déjà acquis les terrains naturels et se trouve donc propriétaire d'une partie de la digue à la mer, ce qui implique de conséquences juridiques importantes.

Dans le cadre du scénario **C – « où la montée du niveau marin serait de + d'1mètre, la situation** se traduirait par une « maritimisation progressive » de la zone d'étude, qui « passe dans le DPM. Dans ce cadre, le Conservatoire du littoral pourrait se voir confier l'accompagnement de cette transition et la gestion du DPM, une fois le cordon dunaire définitivement rompu ».

Dans ce cas, le fond du golfe de Beauduc serait inclus dans le DPM et le hameau de Beauduc se retrouverait comme une sorte d'îlot au sein d'une lagune. L'abandon des habitations isolées de la terre ou reliées de façon aléatoire par une piste en mauvais état qui se détériorerait davantage serait alors inéluctable.

Il est en revanche notable de remarquer que dans cet idéo-type, le CDL n'a pas étudié le scénario B : « Adaptation concertée »

Ce dernier est décrit de la façon suivante : « Après un premier temps de climato-scepticisme de la part d'une frange importante de la population française, la multiplication d'épisodes climatiques extrêmes (canicules et tempêtes) a fait basculer la plupart de nos concitoyens dans **la reconnaissance de cette réalité et l'acceptation de mesures à prendre pour se préparer à ces évolutions climatiques** »

Dans ce scénario idéal : les **politiques publiques d'adaptation seraient « marquées par un esprit de concertation** très fort dans leur conception et leur définition. Elles (seraient) régies par des pratiques collaboratives et de subsidiarité, ainsi que par des formes de coopération et de coordination très évoluées ; le tout intervenant entre les nombreux acteurs privés et publics chargés de l'aménagement des territoires littoraux »

Dans ce cadre, **trois grands chantiers d'adaptation seraient lancés** : « la réduction de la vulnérabilité aux risques côtiers, la transition vers un modèle de valorisation économique raisonnée des espaces littoraux, la gestion dynamique et écologique du trait de côte »

⁹⁵ ibid, p.47

Intérêt de la méthode Marel

Or c'est justement dans le cadre d'un tel scénario que pourrait intervenir un abandon progressif des cabanons, en application de la méthode MAREL.

La nécessaire délimitation du DPM

Aussi, si à l'avenir des brèches plus importantes se produisent dans les digues (qui ne sont pas à l'origine des ouvrages de protection des personnes, mais de simples ouvrages de gestion de l'activité salicole) ou le cordon dunaire, on pourrait assister à une invasion des étangs à l'Est de Beauduc par la mer. Si ces étangs se trouvent en communication permanente avec la mer, ils seront juridiquement incorporés au domaine public maritime.

En effet, en France, les terres submersibles par la mer sont réputées faire partie du domaine public maritime⁹⁶. Les marais entre la digue à la mer et le hameau des Sablons pourraient alors être considérés comme des « étangs salés en communication directe, naturelle et permanente avec la mer », au titre de l'article L2111-4, 2° du Code général de la propriété des personnes publiques. Un étang salé est « une baie communiquant à la mer par une issue plus ou moins étroite et qui en est une partie intégrante, formée des mêmes eaux, peuplée des mêmes poissons et soumise par conséquent aux mêmes mesures de police »⁹⁷.

Il appartiendra alors à l'Etat de délimiter le DPM⁹⁸, comme cela a déjà été fait en 1994. Suite au contentieux opposant l'Etat aux cabaniers, le tribunal administratif de Marseille avait en effet ordonné le 10 novembre 1993, dans le cadre de contraventions de grande voirie, la délimitation du DPM. C'est donc le rapport Masson du 10 juin 1994 qui définit jusqu'à ce jour le DPM sur le secteur des Sablons⁹⁹. Ce rapport fait d'ailleurs mention des difficultés techniques à définir « le niveau des plus hautes mers » en Méditerranée, dans la mesure où les surcotes-décotes liées aux conditions météorologiques locales sont parfois de même grandeur que la marée¹⁰⁰.

Afin d'assurer une visibilité de la délimitation du domaine public naturel, une procédure est prévue par décret¹⁰¹ afin de déterminer le domaine public maritime, le rivage ou la limite transversale de la mer à l'embouchure des fleuves et des rivières. Cette délimitation se fait généralement à partir d'observations de terrain (observation des laisses de posidonie, dépôt de végétaux marins)¹⁰². Le service de l'Etat chargé du domaine public maritime mène la procédure sous la responsabilité du préfet, ce qui dans une première phase, permet d'aboutir à l'établissement d'un projet de délimitation auquel sont annexés les avis des maires des communes concernées ainsi que celui du préfet maritime en cas de délimitation du rivage de la mer ou de limites transversales de la mer à l'embouchure des fleuves et des rivières. La seconde phase est l'enquête publique. Si l'avis du commissaire-enquêteur est favorable, le

⁹⁶ article L.2111-4 du Code général de la propriété des personnes publiques.

Voir aussi MULOT Vanessa, VIGNERON Anne-Laure, LAMBERT Marie-Laure, « Le littoral face aux changements climatiques, la gestion des risques de submersion marine », *Méditerranée*, n°115, 2010, p.6.

⁹⁷ Arrêt de la Cour de cassation, chambre criminelle, du 24 juin 1842.

⁹⁸ La base juridique pour cette procédure de délimitation est le décret n°2004-309 du 29 mars 2004 relatif à la procédure de délimitation du rivage de la mer, des lais et relais de la mer et des limites transversales de la mer à l'embouchure des fleuves et rivières.

⁹⁹ Alain Masson « plage de Beauduc – délimitation du domaine public maritime – rapport d'expertise », affaires n°93-4492 à 93-4522, ordonnance du 8 décembre 1993 du TA de Marseille

¹⁰⁰ rapport Masson, p.5, qui cite aussi le rapport 91.258 de novembre 1992 du CGPC sur la proposition de loi de r. Marcelin visant à définir, délimiter et protéger le DPM.

¹⁰¹ Décret n°2004-39 du 29 mars 2004

¹⁰² Article L. 2111-5 du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques

préfet est compétent pour approuver, par arrêté, la délimitation. En cas d'avis défavorable, la délimitation sera constatée par décret en Conseil d'Etat.

Cette délimitation « naturelle » et automatique, confortée a posteriori par un acte administratif, pose un problème de taille en ce que le trait de côte et le niveau des mers et des océans ne sont jamais fixés.

A l'heure actuelle, la question d'une nouvelle délimitation du DPM semble encore épineuse pour les acteurs publics, qui ne souhaitent pas se lancer dans cette voie contraignante pour les propriétaires. En outre, la difficulté est également d'ordre pratique, la procédure de délimitation apparaissant longue et complexe pour la DDTM.

D'un côté, les services de la DIRM Méditerranée / DDTM des Bouches-du-Rhône considèrent que les étangs ne constituent pas des marais, mais des partènements, c'est-à-dire des bassins servant antérieurement à la concentration préparatoire des eaux salées remplis par la station de pompage de Beauduc. En l'absence d'actualisation du DPM sur ce secteur, on peut considérer, s'agissant de la pointe des Sablons et en raison des études fixant la délimitation du secteur soumis à l'action mécanique du déferlement, la limite du DPM « *en haut de la plage sur la digue de ceinture qui délimite la partie plage / Etang de Beauduc* »¹⁰³.

De son côté, le Parc Naturel Régional de Camargue a indiqué qu'« *il n'est pas prévu d'effectuer une délimitation du DPM, celle-ci étant toujours soumise à discussion entre les différents services concernés* ».

Pourtant, comme l'écrit Jacques Daligaux, « *l'État dispose d'une légitimité évidente dans la gestion des territoires en général, et des espaces côtiers en particulier: il est propriétaire du Domaine Public Maritime (DPM) (...). Les années 2000 ont vu la réaffirmation relative de l'État sur le Domaine Public Maritime. (...) les préfets ont mené à bien plusieurs opérations – très médiatisées – de destruction pour occupation illégale du DPM (destruction sur le Domaine Public Maritime. Baraquements de Beauduc en Camargue, commune d'Arles)* ». ¹⁰⁴ Pourtant, cet auteur note un effacement du rôle de l'Etat dans son rapport aux actes des collectivités locales (porter à connaissance, contrôle de légalité). Cet effacement, qui s'explique par un manque de moyens humains et financiers, procède aussi, selon lui, de missions de service public qui ne sont plus remplies, parmi lesquelles la délimitation du DPM qui reste inachevée.

C'est dans ce contexte qu'a été actée en 2013 l'attribution du DPM au Conservatoire du Littoral pour une durée de 30 ans¹⁰⁵, dans le cadre d'une gestion intégrée des zones côtières¹⁰⁶, « *ce qui permet une continuité de gestion entre le terrestre et le maritime (jusqu'à 700 mètres en mer)* »¹⁰⁷. Cette attribution doit correspondre aux enjeux liés aux divergences d'usages sur le littoral : préservation des ressources biologiques et des paysages littoraux, développement des

¹⁰³ Entretien avec Eric TOURROU, Adjoint au chef du Pôle Gestion du Domaine Public, DDTM des Bouches-du-Rhône.

¹⁰⁴ Jacques Daligaux et Paul Minvielle « De la loi Littoral à la Gestion Intégrée des Zones Côtières- Regard critique sur vingt ans d'urbanisation des littoraux méditerranéens français », Revue Méditerranée n°115-2010, p. 55-67

¹⁰⁵ La loi n° 2002-276 du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité a prévu : « Afin de promouvoir une gestion intégrée des zones côtières, le conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres peut également exercer ses missions sur le domaine public maritime qui lui est affecté ou confié ». Cette convention d'attribution est donc prévue aux articles L. 322-1 et L. 322-6-1 du code de l'environnement. La circulaire interministérielle no 2007-17 du 20 février 2007 « relative à l'intervention du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres sur le domaine public maritime - élaboration de la stratégie nationale et géographique d'intervention du Conservatoire du littoral sur le domaine public maritime en concertation avec les services de l'Etat concernés » présente les modalités de cette opération d'attribution.

<http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO20074/A0040060.htm>

¹⁰⁶ Voir Lambert ML « GIZC et élévation du niveau marin - vers une gestion innovante des littoraux vulnérables », actes du colloque « les territoires de la GIZC, Boulogne sur mer, 22-23 janvier 2013, revue *Vertigo* 2013.

¹⁰⁷ Entretien avec Monsieur Gael HEMERY, chargé de la gestion des terrains du Conservatoire du Littoral pour le Parc régional naturel régional de Camargue.

activités économiques liées à la mer, libre accès du public pour la promenade, la pêche ou les activités balnéaires et nautiques, tout en tenant compte « de la mouvance naturelle du trait de côte – qui risque de s’amplifier avec les changements climatiques. L’attribution du DPM au Conservatoire repose sur le respect de quatre principes : « préservation du domaine ; respect du site naturel et prise en compte de l’intérêt biologique et paysager ; valorisation économique dans une optique de développement durable ; ouverture au public, dans la limite de la vocation et de la fragilité de chaque espace. »¹⁰⁸

On peut donc se demander si l’attribution du DPM au Conservatoire préfigure donc une future délimitation du DPM. En outre, on peut se demander si les étangs entre la digue à la mer et le hameau de Beauduc peuvent déjà être considérés comme des « étangs salés en communication directe, naturelle et permanente avec la mer », au titre de l’article L2111-4, 2° du Code général de la propriété des personnes publiques, ce qui militerait pour leur inclusion dans le DPM. Dans la négative, on peut se demander dans combien de temps ces étangs seront en communication directe, naturelle et permanente avec la mer, puisque les digues frontales sont de plus en plus fragilisées par les tempêtes hivernales.

En tout état de cause, une nouvelle délimitation du DPM serait opportune. D’une part, elle constituerait un signal fort de l’Etat permettant d’acter le recul observé du trait de côte, et permettant de le visualiser plus clairement sur les cartes et le territoire. D’autre part, elle introduirait dans la conscience des acteurs locaux la reconnaissance de ce recul, et permettrait d’anticiper sur le recul futur du trait de côte.

Enfin, la délimitation du DPM ne présente pas de risque insurmontable, même dans le cas où le rivage de Beauduc, dont la pointe est en accrétion, venait à s’enrichir naturellement. En effet, non seulement les lais et relais de la mer demeurent alors dans le DPM, mais en cas de fermeture ultérieure d’un étang, la jurisprudence « Etang Napoléon » trouverait à s’appliquer¹⁰⁹.

Intérêt de la méthode Marel :

La méthode Marel peut aider à surmonter les difficultés liées à la délimitation du DPM, puisqu’elle prévoit d’anticiper sur l’avancée progressive du DPM, en anticipant sur la délimitation des zones dont on prévoit qu’elles seront envahies par la mer à l’échelle des cent prochaines années. Il s’agit alors d’anticiper le phénomène d’élévation du niveau marin et de préfigurer le DPM dans 50 ou 100 ans. Cet espace-tampon ou zonage intermédiaire, qui se situerait entre la limite du DPM actuel et celle du DPM futur, serait formalisé à travers une nouvelle notion juridique à créer, celle de « domaine public littoral » ou « patrimoine commun littoral », qui s’ajouterait juridiquement et géographiquement au domaine public maritime.

¹⁰⁸ circulaire interministérielle no 2007-17 du 20 février 2007 relative à l’intervention du Conservatoire de l’espace littoral et des rivages lacustres sur le domaine public maritime - élaboration de la stratégie nationale et géographique d’intervention du Conservatoire du littoral sur le domaine public maritime en concertation avec les services de l’Etat concernés (<http://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/fiches/BO20074/A0040060.htm>)

¹⁰⁹Cour de cassation- Assemblée plénière, 23 juin 1972, n° 70-12960 : En 1872, une tempête avait détruit le cordon littoral et l’étang Napoléon (sud est de la Camargue), réuni à la mer, a été incorporé dans le domaine public maritime. A partir de 1942, le cordon littoral s’est reconstitué et l’étang, de nouveau séparé de la mer, a cessé d’appartenir au domaine public. « *Attendu que le propriétaire qui a été privé de ses droits par la perte de son immeuble sous le seul effet des forces de la nature, se trouve réintégré dans sa propriété lorsque, de la même manière, l’obstacle qui l’en avait privé a disparu (...) l’incorporation de l’étang au domaine public avait été la conséquence d’un phénomène naturel et à la suite d’un phénomène inverse, l’étang avait retrouvé son état primitif* », la société du They de Roustan peut en revendiquer la propriété, en application de l’article 544 du Code civil.

L'instauration d'une telle zone présenterait plusieurs intérêt pourrait d'ailleurs se cumuler avec l'établissement d'une trame verte et bleue littorale, qui permettrait une gestion écologique des espaces non urbanisés et une restauration écologique des espaces « déconstruits ».

Responsabilité du Conservatoire du fait de la propriété du cordon dunaire

Par suite de l'attribution du DPM au Conservatoire, ce dernier se substitue à l'Etat dans ses attributions de gestionnaire du DPM¹¹⁰. Il peut ainsi délivrer des autorisations d'occupation temporaires (AOT) et intervenir sur le domaine en qualité de maître d'ouvrage, notamment pour restaurer les parties endommagées du domaine (protection des dunes par des ganivelles par exemple)¹¹¹, même si, en dehors de son rôle de gestionnaire du DPM, l'exercice par l'Etat ou les collectivités locales des compétences qui leur sont reconnues par la loi ou les textes réglementaires particuliers reste inchangé¹¹².

En revanche, un risque de responsabilité du Conservatoire se manifeste du fait de la propriété du cordon dunaire et d'une partie de la digue à la mer. La question se pose(ra) en effet de savoir si le Conservatoire pourrait être poursuivi par les propriétaires des biens protégés (les cabanons de Beauduc), en cas de non entretien de la digue à la mer et d'invasion d'eaux marines. Comme l'indique P.Y Legal: « *lorsqu'un propriétaire obtient des droits à construire pour un terrain placé dans une zone à risques.... il se trouve en situation de créancier de droits à l'endroit de la commune, du département ou de l'Etat qui doit assurer la protection extérieure de sa propriété. A la collectivité de supporter le coût de ladite protection par la réalisation d'ouvrages d'art (digues, enrochements, exutoires d'eau etc..). En outre, en cas de dommages à sa personne ou à ses biens, la collectivité sera sollicitée pour contribuer aux réparations* »¹¹³.

Ces risques ont été envisagés dans le rapport *Prospective* du Conservatoire en 2011. En effet, si le Conservatoire devient propriétaire des dunes, digues et voies d'accès rehaussées qui font office de protection « naturelle » du hameau de Beauduc, il est possible que les habitants lui demandent à l'avenir un entretien de ces protections afin de garantir la pérennité du hameau. On observe déjà une telle attitude de la population, qui, « *loin de nier l'accentuation des risques climatiques, exige des pouvoirs publics, qu'ils mettent tout en œuvre pour renforcer leur protection et assurer coûte que coûte leur sécurité. De multiples collectifs d'habitants « Tenir la ligne » se sont constitués dans bon nombre de territoires littoraux. Hors de question de reculer face à la mer !* »¹¹⁴.

¹¹⁰ arts R. 128-8 à R. 128-11 et R. 152-1 du code du domaine de l'Etat.

¹¹¹ circulaire interministérielle no 2007-17 du 20 février 2007, cit

¹¹² Ainsi demeure intact le pouvoir de police générale du préfet maritime (décret n°2004-112 du 6 février 2004). La responsabilité du maire pour l'exercice de la police des baignades et d'usage des engins non immatriculés est également maintenue dans la bande des trois cents mètres à partir du rivage. La délivrance des titres d'occupation domaniale reste de la compétence du préfet de département pour ce qui concerne notamment les concessions d'utilisation du DPM, pour des opérations d'intérêt général, avec affectation à un service public (arts R. 128-8 à R. 128-11 et R. 152-1 du code du domaine de l'Etat); les conventions de gestion conjointe, qui se rapportent aux implantations des ouvrages de défense contre la mer sur le DPM, à leur entretien et à leur suivi environnemental, ainsi qu'à leur réversibilité ; les autorisations de circulation sur le DPM. Dans ces cas, la demande d'autorisation est soumise pour avis au Conservatoire du littoral. Enfin, seul l'Etat peut procéder aux délimitations du DPM.

¹¹³ Legal Pierre-Yannick, 2012 « Droit de propriété et maîtrise des « sols environnementaux ». *Quelques enseignements tirés de la tempête Xynthia*, p.87

¹¹⁴ Conservatoire du Littoral - *Changement climatique et stratégie à long terme du Conservatoire du littoral – Rapport Prospective*, décembre 2011, p.34

Du coup, on comprend mieux l'attitude du CDL, comme les autres acteurs publics « *peu enclins à se positionner sur des terrains « susceptibles » un jour de l'entraîner dans de grands et coûteux travaux d'aménagement, alors que les finances publiques sont plus contraintes que jamais* »¹¹⁵.

En outre, cette « fixation contre-nature du trait de côte » qui génère une perturbation dans le fonctionnement naturel des écosystèmes littoraux, semble heurter directement les objectifs de préservation du fonctionnement des milieux littoraux qui sont ceux du CDL. La construction de protections telles que les digues entraînant une artificialisation et une fragmentation des espaces ainsi qu'une « *fragilisation de la fonction d'interface des littoraux* ».

D'un côté, le Conservatoire estime donc qu'il ne saurait lui être reproché de ne pas entretenir les digues situées sur le DPM. En effet, il n'entre pas dans ses missions de défendre absolument le trait de côte, comme le rappelle la circulaire de 2007 : « *L'intervention du Conservatoire du littoral sur un site, par affectation ou attribution, est essentiellement destinée à permettre la mise en place d'une ingénierie de préservation ou de restauration écologique du site à long terme* ».

En outre, si l'intervention du Conservatoire sur Beauduc se justifie particulièrement au regard de ses missions¹¹⁶, les objectifs de l'intervention du conservatoire demeurent de préserver ou restaurer des milieux et des paysages naturels et d'aménager de manière raisonnée l'ouverture au public et l'exercice d'activités économiques intégrées. Ils excluent en revanche que le conservatoire intervienne pour assurer la responsabilité d'ouvrages lourds de défense contre la mer.

Pour autant, l'obligation d'entretien pourrait découler, non pas de la compétence de gestionnaire du DPM, mais bien de propriétaire de la digue. Il existe en effet une obligation du propriétaire des digues de les entretenir. Or, le Conservatoire a déjà acquis les terrains naturels du front de mer sur lesquels est érigée la digue à la mer, et se trouve donc propriétaire de cette digue par acquisition.

Si la loi de 1807, toujours en vigueur, n'impose à l'Etat aucune obligation légale de réaliser des travaux de défense contre la mer, puisque l'Etat reste libre d'en constater (ou pas) la nécessité¹¹⁷, en revanche la réglementation¹¹⁸ rend le propriétaire de la digue responsable de son entretien. Cependant sa responsabilité n'est pas exclusive, elle est généralement combinée avec celle du maître de l'ouvrage. De même, la jurisprudence reconnaît que si l'Etat s'est substitué aux riverains pour l'édification d'ouvrages de protection sans y être légalement tenu, sa responsabilité peut être engagée pour défaut d'entretien (C.E., 11 janvier 1961, *Société immobilière et foncière d'Anglet*).

En outre l'Etat, avant d'autoriser la construction d'un ouvrage de défense contre la mer, peut prendre des garanties qui vont notamment concerner l'entretien de ces ouvrages. C'est une des conditions pour que l'Etat autorise ces travaux sur son domaine public. L'article L211-7 du code de l'environnement dispose que « l'intérêt général doit être démontré et l'entretien

¹¹⁵ *ibid*, p.35

¹¹⁶ dans le cadre réaffirmé en 2005 dans son document de stratégie à long terme : – lorsqu'un espace naturel de qualité est soumis, malgré une réglementation protectrice, à de fortes pressions qui menacent son caractère (implantation de cabanes, de mobil-homes ou de caravanes avec ou sans autorisation...); – lorsqu'un site naturel d'intérêt patrimonial, s'appauvrit et se banalise faute d'une gestion concertée (circulation désordonnée des voitures...) et qu'il est nécessaire d'organiser l'accueil du public, pour restaurer sa richesse écologique et esthétique. Le site de Beauduc remplit manifestement ces critères

¹¹⁷ Loi du 16 septembre 1807 relative au dessèchement des marais, article 33 « *Lorsqu'il s'agira de construire des digues à la mer, ou contre les fleuves, rivières ou torrents navigables ou non navigables, la nécessité en sera constatée par le Gouvernement et la dépense supportée par les propriétés protégées, dans la proportion de leur intérêt aux travaux ; sauf le cas où le Gouvernement croirait utile et juste d'accorder des secours sur les fonds publics* ».

¹¹⁸ décret n° 2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le code de l'environnement.

garanti ». L'entretien de ces ouvrages doit donc être prévu par le programme des travaux à réaliser.

Certes, la construction de l'ouvrage sur le DPM n'entraîne pas pour autant l'obligation d'entretien par l'Etat. En effet, l'Etat, même s'il est le "propriétaire" du domaine public maritime, n'a pas pour autant la qualité de "propriétaire intéressé", (au sens de la loi du 21 juin 1865 sur les associations syndicales), au seul motif que l'ouvrage est édifié pour partie sur le domaine public maritime.

En outre, la digue à la mer est pour le moment entretenue par le SYMADREM, qui détient la compétence pour la gestion des 179 kilomètres d'ouvrages ceinturant la Camargue. Suite aux inondations de la Camargue de 1993 et 1994 ayant causé d'importants dégâts aux digues, le SIDRHEMER est créé en 1996 et devient en 1999 le SYMADREM¹¹⁹. Il a pour mission de réaliser un diagnostic des digues et d'en assurer l'entretien et l'exploitation. Son action s'est révélée efficace pour la reprise d'ensemble d'ouvrages en lente détérioration. En 2003, il devient interrégional, à cheval sur PACA et Languedoc-Roussillon, et intervient sur le territoire de 4 communes des Bouches-du-Rhône et de 11 communes du Gard.

En présence de cet ouvrage de défense qui devrait être classé au sens du décret de 2007, et pour lequel un gestionnaire a été désigné, la responsabilité du propriétaire (Conservatoire) pour défaut d'entretien normal d'un ouvrage public ne se trouverait vraisemblablement pas en première ligne. La responsabilité essentielle reviendrait donc au Symadrem en tant que maître de l'ouvrage. Il n'en reste pas moins qu'en cas de contentieux liés à des dommages, voire à une situation de catastrophe où des morts seraient à déplorer, les requérants rechercheraient certainement la responsabilité du plus grand nombre d'acteurs possible.

Intérêt de la méthode Marel :

La méthode Marel prévoit la perte de la nue-propriété dans la première période. Par suite, les personnes occupant les biens situés en zone vulnérables ne seraient plus propriétaires de ces biens, mais simples titulaires de droits d'usage ou d'occupation. Cette simple qualité pourrait leur faire perdre une part de l'intérêt à agir au contentieux contre l'Etat en cas de non entretien des digues.

La responsabilité du maire

Un autre acteur pourrait être impliqué dans l'obligation d'entretenir la digue. Le maire pourrait ainsi voir sa responsabilité engagée au titre de son pouvoir de police municipale, qui concourt aux missions de sécurité publique¹²⁰ et implique une obligation générale de prévention des risques naturels, comprenant notamment « le soin de prévenir par des précautions convenables les ruptures de digues ». La responsabilité administrative peut ainsi être engagée, mais la tendance contemporaine à la « pénalisation de la vie publique »¹²¹ accroît le risque de responsabilité pénale du maire, du fait de ses pouvoirs de police. De même la commune pourrait voir sa responsabilité engagée, en cas de carence ou d'insuffisance du maire qui agit en son nom, ou d'un agent de la commune¹²². La responsabilité des collectivités publiques peut être engagée lorsque les dommages subis ont été provoqués ou aggravés, soit par l'existence ou le mauvais état d'entretien d'ouvrages publics, soit par une faute commise par l'administration (CE 19 octobre 1988 *Ministre du redéploiement industriel contre époux Veillard*).

¹¹⁹ Syndicat mixte d'aménagement des digues du Rhône et de la Mer, devenu en 2003 Syndicat Mixte Interrégional d'Aménagement des Digues du Delta du Rhône et de la Mer.

¹²⁰ art L.2211-1 du Code général des collectivités territoriales

¹²¹ Voir C Frémaux, La responsabilité des maires face aux risques naturels, *Annales des Mines* août 2002, p.43-48

¹²² art L.2216-2 du Code général des collectivités territoriales. Voir aussi en cas d'avalanche, CAA Lyon, 1er Fév. 1990, consorts Pessigout: Rec. CET. 611

Enfin, on a vu que la loi MAPAM a prévu un transfert progressif des digues existantes aux collectivités locales, et de la responsabilité de leur entretien (cf supra 1-2-3).

La responsabilité du maire peut être aussi recherchée, non seulement sur la question de l'entretien des digues, mais également sur les décisions prises en matière d'urbanisme dans les zones à risque ou vulnérables. Ainsi, suite à la tempête Xynthia, cinq personnes sont mises en examen pour homicide involontaire, dont le maire de la Faute-sur-Mer et deux adjoints chargés de l'urbanisme. La loi « Solidarité et renouvellement urbains » du 13 décembre 2000 prévoit en effet que les documents d'urbanisme (SCOT, PLU et cartes communales) ont, entre autres, pour mission la prévention des risques naturels prévisibles, une fois que le préfet a porté à la connaissance de la commune « les études techniques dont dispose l'Etat en matière de prévention des risques et de protection de l'environnement »¹²³.

Enfin la responsabilité du maire peut être engagée en cas de mauvaise gestion d'une situation de catastrophe naturelle. Il revient en effet au maire de prendre des mesures d'interdiction afin d'éviter qu'une catastrophe ne survienne, par exemple, l'interdiction d'exploiter un hôtel au pied d'une falaise menacée par un éboulement (C.E. 17 janv.1964, Ste Thermale de l'Aude, Rec. C.E. 25) ou l'interdiction d'occuper des parcelles, à la suite d'un glissement de terrain (C.E. 29 Déc. 1989, Cassagne, Rec. T.514). En l'absence de telles mesures, le TGI de Bonneville a condamné en 2003¹²⁴ le maire de Chamonix, poursuivi pour homicides et blessures involontaires après la mort de douze personnes dans l'avalanche de Montroc, en février 1999. Le risque d'avalanche étant connu de tous, il a été reproché au maire de n'avoir pas pris de mesure d'évacuation, par « *imprudence, négligence ou manquement à une obligation de sécurité ou de prudence imposée par la loi ou les règlements* »¹²⁵. Le jugement relève une « *accumulation des fautes d'appréciation du risque et de mise en œuvre de la prévention* ». La condamnation est lourde: 3 mois de prison avec sursis et plus de 400 000€ de dommages et intérêts versés aux parties civiles.

Enfin, la responsabilité d'autres acteurs comme les experts peut être recherchée, la jurisprudence hésitant « *entre une obligation de moyens ou de résultats* »¹²⁶. Ainsi en Italie, les membres de la Commissione Nazionale per la Previsione e la prevenzione dei grandi rischi ont-ils été condamnés à 7 ans de prison, à une interdiction à vie de toute fonction publique et au versement de 7 millions d'€ aux victimes, après la catastrophe du séisme de l'Aquila (6 avril 2009, 308 morts), pour homicide involontaire. Ils auraient sous estimé le danger d'un séisme dans les Abruzzes. En France également, la responsabilité personnelle d'un expert judiciairement désigné a été reconnue pour un rapport dont les erreurs ont causé un préjudice¹²⁷.

De plus en plus, il apparaît, comme le reconnaît C. Frémaux, que l'on « demande généralement beaucoup aux maires, d'être compétents en tout, d'être ignorants en rien, même pas dans ce qui peut ne jamais arriver, et de savoir faire face quand l'imprévisible est devenu réalité ». Même si les pouvoirs publics ont conscience qu'en matière de risques naturels, les responsabilités devraient être assumées collectivement, « cela n'empêchera pas d'éventuelles victimes de se tourner vers le responsable le plus proche, à savoir le maire de la commune »¹²⁸.

¹²³ art L.121.2 du Code de l'urbanisme

¹²⁴ TGI de Bonneville, 17 juillet 2003 (n°654-2003)

¹²⁵ art 121-3 du Code Pénal

¹²⁶ Voir Billet P., Catastrophes naturelles : le retour du bouc émissaire ? , *Environnement et développement durable* février 2013, p.3

¹²⁷ Cass 2° civ 8 oct 1986, Bull Civ 1986 II, confirmé par Cass 2° Civ 13 sept 2012, n° 11-16.216

¹²⁸ Frémaux C. , op cit ., p.47

Intérêt de la méthode Marel :

On retrouve ici l'intérêt de la méthode Marel qui, en transformant les propriétaires en simples titulaires de droits d'usage ou d'occupation, limite le risque de contentieux contre le maire par défaut d'intérêt à agir.

Le recul : une occupation provisoire avec abandon progressif des cabanons

Construites sans titre, les cabanes de Beauduc sont en infraction au code de l'urbanisme. Leur pérennité n'est donc pas assurée, ni juridiquement, ni physiquement puisque les embleins successifs, l'incertitude sur le maintien des digues frontales, l'invasion progressive d'eaux marines dans les étangs et l'élévation du niveau marin menacent clairement, à plus ou moins long terme, l'existence de ces constructions vulnérables. Malgré tout, la devise des habitants de ces cabanons semble rejoindre celle de l'adjoint des Saintes-Maries-de-la-Mer interviewé : le risque n'est pas nié, mais tant qu'il est possible de s'y adapter ou de vivre avec, « carpe diem ».

La difficulté consiste donc à articuler d'une part l'occupation à court terme de ces lieux qui représentent pour certains l'un des derniers havres de liberté, voire une expérimentation possible « d'habitat expérimental offrant des garanties de réversibilité et d'éco-compatibilité et d'autonomie énergétique en site isolé », avec d'autre part leur démolition à moyen ou long terme, puisqu'ils sont considérés par d'autres comme un mode de privatisation du domaine public, engendrant insalubrité et danger pour les occupants.

La solution de « précaution », qui éviterait toute mise en danger des personnes, consisterait évidemment à exproprier immédiatement les occupants et à démolir les cabanons. Elle aurait l'avantage de réduire les risques pour les personnes, et les risques juridiques qui ont été étudiés ci-dessus (risques de responsabilité pour le Conservatoire et pour le maire, voire l'Etat). Cette solution est validée par la jurisprudence de la Cour Européenne des Droits de l'Homme¹²⁹, qui a considéré que la destruction de maisons occupant le domaine public maritime, sous motif d'un impératif de protection du littoral pouvait être admise, même sans indemnisation (après refus par les propriétaires d'une solution d'occupation temporaire sans transmissibilité). La Cour Européenne, poursuit en énonçant que l'absence d'indemnisation ne saurait passer pour une mesure disproportionnée à la réglementation de l'usage des biens des requérants, opérée dans un but d'intérêt général. Il est considéré que les requérants sont conscients du caractère précaire et révocable de leurs autorisations d'occupation, en l'occurrence ils ne peuvent donc réclamer une quelconque indemnisation car ils étaient au courant des risques et des mesures auxquels ils risquaient d'être confrontés en cas de récupération par le Domaine Public. Il est avéré que la préservation du DPM et du littoral l'emporte sur les constructions illégales mais tolérées par l'Etat, et que l'obligation de remise en état sans indemnisation préalable ne constitue pas une mesure contraire à l'article 1er du protocole n°1 de la CEDH en vertu duquel « nul ne peut être privé de sa propriété que pour cause d'utilité publique ».

Pour autant, cette solution radicale ne semble pas devoir s'imposer dans l'immédiat, puisque les projections à 2100 montrent que le recul du trait de côte ne menace pas avec évidence le hameau, qui est cependant vulnérable aux inondations, embleins et tempêtes hivernales.

Intérêt de la méthode Marel

Pour pallier la brutalité du mécanisme d'incorporation sans indemnité des propriétés submergées dans le DPM, la méthode Marel propose d'adoucir ou d'étaler dans les temps les

¹²⁹ Cour Européenne des Droits de l'Homme, 29 mars 2010, *Consorts DEPALLE* n° 34044/02, et *Brosset-Triboulet* n°34078/02.

conséquences en termes de perte de propriété de ce phénomène. Cette voie est intermédiaire entre les expropriations « généreuses » par la sollicitation du fonds Barnier et la délimitation autoritaire du DPM sans aucune indemnisation.

Dans ce but, il est proposé d'opérer une perte progressive de la propriété sur ces biens, par démembrements successifs du droit de propriété :

1 - sur une première période de trente ans, le propriétaire perdrait d'abord l'*abusus* de son bien, et serait donc dans l'impossibilité de le revendre ou de le transmettre à ses héritiers ; les biens pourraient être occupés par leurs propriétaires, leurs ayant-droits ou leurs locataires tant que cette occupation ne met pas en danger la vie des occupants. Mais ils seraient inaliénables.

2 - sur une seconde période de trente ans, le propriétaire perdrait ensuite le *fructus*, il ne lui serait plus possible de louer le bien immobilier, mais il lui serait encore possible de l'habiter à titre de propriétaire-occupant;

3 - sur la dernière période de trente ans, le propriétaire perdrait finalement l'usage (*usus*) de son bien.

Cet échelonnement de la perte de tous les attributs du droit de propriété permet, d'une part au propriétaire d'accepter l'abandon progressif de ses biens sur lesquels il n'investirait plus, ni financièrement ni affectivement, les sachant condamnés. Il permet également à la collectivité d'échelonner les éventuelles indemnisations.

L'utilisation de ces outils d'abandon des biens littoraux sur de longues durées (une ou deux générations), permet surtout d'atténuer le choc et la douleur d'une perte brutale, et permet, pendant un certain temps, aux occupants, de continuer à jouir de leur bien, à continuer à vivre « carpe diem ».

On notera d'ailleurs que la situation du hameau de Beauduc semble prendre la direction de solutions de cet ordre, c'est-à-dire que le principe d'une occupation temporaire remplacerait le droit de propriété. Ainsi, la commune d'Arles a-t-elle décidé de se porter propriétaire du terrain d'assise des cabanons, qui ne pourrait donc plus être revendiqué par d'éventuels « propriétaires privés » des cabanons.

En revanche, l'abandon progressif ne règle pas tous les risques de contentieux et de recherche de responsabilité que pourraient actionner les occupants victimes en cas de dommages liés aux tempêtes. Aussi convient-il d'accompagner cette occupation provisoire de certaines règles. En premier lieu, il est évident que l'occupation d'un tel espace public devra s'accompagner d'autorisations d'occupation temporaire qui intègrent clairement les droits et devoirs des occupants (y compris la remise en état des lieux à la fin de la période d'occupation), et délimitent les responsabilités des personnes publiques.

La dissuasion par le transfert de l'entretien des digues sur les propriétaires

Dans ce sens, il pourrait être utilement rappelé aux habitants de Beauduc, dans le cas où ils exigeraient le maintien en état ou la reconstruction (ou élévation) des digues frontales, que l'interprétation des dispositions législatives de la loi de 1807 sur l'assèchement des marais, permet à l'Etat d'en faire supporter la dépense « *par les propriétés protégées, dans la proportion de leur intérêt aux travaux* ».

Rappelons (cf supra), que la loi Mamap laisse intacte la possibilité prévue aux articles L 151-36 à 40 du code rural de « *faire participer aux dépenses de premier établissement, d'entretien et d'exploitation des ouvrages les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt* ». Ce qui, à tout le moins, constituerait une charge dissuasive concernant l'entretien de dizaines de kilomètres de digues frontales, dont le coût pèserait sur une poignée d'occupants des hameaux.

Cette hypothèse a d'ailleurs été envisagée par le rapport Prospective du Conservatoire (scénario B), qui préconise qu'à l'avenir, le financement des systèmes lourds et légers de protection soit à la charge des bénéficiaires de ces protections et non des propriétaires des ouvrages¹³⁰.

Une tolérance des habitats existants « à leurs risques et périls »

En outre, le fait de laisser des personnes occuper des zones vulnérables, devrait s'accompagner de l'intégration d'une clause « aux risques et périls des occupants et des usagers » dans l'autorisation d'occupation temporaire, cette clause visant à exonérer toute personne publique d'une responsabilité en cas de dommage ou de catastrophe.

Cette question d'une possible exonération de responsabilité des personnes publiques est, en l'état actuel du droit, peu envisageable. En effet, la jurisprudence administrative a tendance, depuis ses débuts, à accroître de façon casuistique les hypothèses de responsabilité de l'administration (passage de la responsabilité pour faute à la responsabilité pour risque, et extension progressive de celle-ci), afin de garantir dans la plupart des dommages, une indemnisation des victimes. Cette jurisprudence constante est aujourd'hui renforcée par toutes les formes de « socialisation des risques »¹³¹. Il est donc peu imaginable que le juge administratif renverse sa jurisprudence en acceptant de dédouaner les personnes publiques de leur responsabilité, si une tempête particulièrement violente venait à détruire le hameau de Beauduc et à faire des victimes.

Pour autant, la question mérite d'être creusée : s'agira-t-il à l'avenir d'éradiquer toute forme d'occupation ou de fréquentation des zones naturelles qui peuvent présenter des risques pour l'homme, sous le prétexte d'éviter les recours contentieux en cas de dommage ? La question se pose alors de savoir « jusqu'où l'Etat peut, sans porter atteinte à la liberté individuelle, réglementer certaines activités afin d'en réduire les risques »¹³². Ou serait-il possible de tolérer certaines formes de fréquentation d'une public « avisé », informé des risques, et qui accepterait de prendre ses propres responsabilités en cas de dommage ? Il s'agirait alors, comme le préconise le Conseil d'Etat de parvenir à une conciliation raisonnable entre « *socialisation des risques, responsabilité et prévention* », soit en incitant financièrement chacun à diminuer son exposition aux risques en pesant sur les conséquences financières de son comportement, (modulation des franchises d'assurance ou modulation de l'indemnisation en fonction du comportement à risque), soit en refusant la prise en charge des dommages encourus par des personnes se plaçant délibérément dans une situation de risque par imprudence. Un avis du Comité de la Prévention et de la Précaution de juin 2013¹³³ préconise d'ailleurs de réfléchir à ces pistes : « *La question de la responsabilisation individuelle devrait être également abordée. Le financement doit-il être exclusivement public (national, collectivités, etc.) ou bien doit-on poser le principe d'une contribution individuelle (à l'image des dispositions de responsabilisation adoptées dans le domaine assurantiel, tels que franchises, investissement requis pour levée de clauses suspensives, etc.)* ».

¹³⁰ p.32, rapport Conservatoire du Littoral prospective, op.cit.

¹³¹ Conseil d'Etat - *Responsabilité et socialisation du risque - Rapport public 2005* Etudes et documents n°56, La documentation Française

¹³² *ibid*

¹³³ Comité de la Prévention et de la Précaution de juin 2013 - *Adaptation aux changements climatiques – acceptabilité et gouvernance des risques*, 38 p. Juin 2013, p.25

Les pistes de recherche restent donc largement ouvertes sur cette question, qui fait d'ailleurs l'objet d'une thèse en cours¹³⁴. Ainsi, si les acteurs de la gestion des espaces naturels se heurtent aujourd'hui aux demandes d'indemnisation de certaines victimes d'accidents dans les espaces naturels¹³⁵, ils se heurteront demain aux impacts du changement climatique (demande de protection ou de recul). Si le législateur a initié une première prise en compte du caractère inhérent des risques naturels au sein des espaces naturels à travers la loi du 14 avril 2006 (dommages survenus au cours de la circulation en espace naturel), il apparaît souhaitable d'aller plus loin dans la réflexion s'agissant de la conciliation entre réparation des dommages subis et acceptation du risque par les usagers, problématique qui trouve un nouvel écho dans un contexte d'adaptation au changement climatique. La résolution de cette question pourrait emprunter la voie de la reconnaissance par le législateur de risques spécifiques aux espaces naturels, permettant d'exonérer la responsabilité de l'administration dès lors que les risques sont connus par les usagers, et que l'information est suffisante.

Occupation précaire ou adaptation résiliente ?

Enfin, la tolérance des cabanes de Beauduc pendant une période de temps, pose la question des modalités de cette occupation. Serait-il admissible d'imaginer des formes *ad hoc* d'occupation précaire de ce territoire¹³⁶, en expérimentant des techniques de logements innovants, résilients aux embleins et aux submersions ?

Or la résilience nous semble être un concept à double tranchant. D'une part, la notion d'« habitats résilients » semble renvoyer à l'idée que la puissance publique accepterait finalement de laisser construire des bâtiments à usage d'habitation dans des zones vulnérables, dans la mesure où ces bâtiments seraient conçus et construits de façon à subir des dommages mineurs et facilement réparables, et continueraient à être fonctionnels après le passage d'un événement climatique extrême.

D'autre part, on peut se demander si les réflexions sur des techniques de conception immobilières n'ont pas pour objectif subliminal de préparer une forme d'abandon des compétences régaliennes de l'Etat en matière de prévention des risques. Finalement, le recours à la résilience n'accompagne-t-il pas une nouvelle possibilité proposée aux populations de vivre avec le risque, en l'acceptant, «à leurs risques et périls» ? Mais dans ce cas, les occupants auront-ils réellement compris les risques auxquels ils s'exposent, qui sont aussi variés que les questions de couverture assurantielle du logement, de perte du logement, voire le risque mortel ?

Le fait que les principaux porteurs de ces recherches sont, d'une part, un organisme de recherche travaillant pour le compte de collectivités locales, le CEPRI¹³⁷, qui organise, depuis plusieurs années, des réflexions sur la résilience aux inondations ou l'habitat résilient et d'autre part un réseau sur la résilience des territoires, Urbicoop, développé par des acteurs de la construction (pole alsace énergie positive, Bouygues Construction, CEA tech), interroge également sur les intérêts qui animent ces réflexions¹³⁸. Il semble en effet que les projets de

¹³⁴ Thèse en cours, Elodie Doze La gestion multi-acteurs des risques naturels : questions juridiques émergentes sur le littoral méditerranéen, thèse CIFRE Conservatoire du Littoral-Aix-Marseille Université

¹³⁵ TA Nice, Mme A, 18 décembre 2001, n°97-842.

¹³⁶ Voir les actes du CR colloque de l'ENSAM, Montpellier « Actualité de l'Habitat temporaire », 10 octobre 2013

¹³⁷ Le Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation (CEPRI) est une association créée le 1er décembre 2006. Le projet est né au sein de collectivités territoriales, porté notamment par le Conseil général du Loiret et conduit en partenariat avec l'Etat (Ministère de l'Écologie et du Développement durable).

¹³⁸ Différents rapports ont été réalisés : "Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible?", « Le bâtiment face à l'inondation - Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité - Guide méthodologique". » www.cepri.org

recherche sur la résilience urbaine¹³⁹ restent organisés autour de compétences en techniques d'ingénierie urbaine sans que les questions des responsabilités juridiques, du financement des mesures, de la répartition des charges des dommages et finalement de l'acceptabilité de ces nouvelles orientations ne soient précisément abordées.

Il conviendrait de rechercher dans quelle mesure les intérêts portés par les acteurs de la construction et de l'aménagement, qu'ils soient publics ou privés, rencontrent réellement les intérêts bien compris et à long terme des habitants et des occupants de ces territoires "résilients".

3.2 Le Grand Radeau (commune des Saintes-Maries-de-la-Mer)

a) Présentation

Introduction : la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer

La commune rassemble 2 300 habitants, majoritairement concentrés dans le centre historique des Saintes-Maries-de-la-Mer située entre la Mer et les étangs, qui peut voir sa population multipliée par huit pendant la saison touristique d'été (30 000 personnes).

Les Saintes-Maries sont vulnérables à trois aléas : l'érosion côtière, la submersion marine et les crues du Petit Rhône (risque de rupture de barrage)¹⁴⁰, les deux dernières pouvant être simultanées, ce qui n'a cependant jamais été constaté jusqu'à présent, sans oublier les hautes eaux du Vaccarès. S'il y a coïncidence entre ces phénomènes, il y a un risque de contournement du centre historique par pénétration de chaque côté, via le Grand Radeau et le pertuis de la Fourcade¹⁴¹.

Documents réglementaires

Actuellement, les Saintes-Maries-de-la-Mer ne disposent pas de Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) ou de Submersion Marine (PPRSM), le contexte local, marqué par un fort enjeu politique et un manque de connaissances topographiques sur le dénivelé en Camargue, ne permettant pas une cartographie exacte des risques.

Pour l'heure, la zone n'est couverte que par un Plan de surfaces submersibles (PSS) Inondation approuvé le 3 septembre 1911. Il ne concerne que l'inondation de plaine de la vallée du Rhône, caractérisée par le fleuve qui sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période relativement longue. « La montée lente des eaux permet généralement l'annonce des crues, toutefois les effets des crues peuvent être largement aggravés par des ruptures de digues ».

¹³⁹ Projet de recherche RESILIS « Développer la résilience urbaine par l'amélioration des aides à la gouvernance des systèmes urbains », dans le cadre du programme ANR « Villes durables », janvier 2010-janvier 2013. Le consortium Resilis regroupe des ingénieristes du secteur privé (Egis, Iosis, Sogreah) impliqués dans l'aménagement urbain ou la prévention des risques, des laboratoires de recherche (Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris, LEESU - département de recherche en génie urbain de l'Université de Paris-Est) et d'autres organismes de recherche.

¹⁴⁰ Sur le site www.prim.net: informations sur les Saintes-Maries-de-la-Mer http://macommune.prim.net/d_commune.php?insee=13096

Le site indique que le dossier de transmission des informations au maire (TIM) a été notifié ou transmis par le Préfet le : 25/03/1998

¹⁴¹ Rapport Chassain Roland, « Pour un plan de gestion du littoral camarguais », Rapport de mission, 2010 p. 21

La fiche synthétique d'information sur le risque inondation sur la commune¹⁴² indique bien que les risques sont aujourd'hui renouvelés : si la crue de mai 1856 reste la crue de référence, étant « la plus forte crue observée depuis deux siècles, sur le Rhône aval », la préfecture indique néanmoins que « lors des crues du Rhône d'octobre 1993, janvier 1994 et décembre 2003, des ruptures de digues (...) ont amplement démontré la fragilité des ouvrages et la vulnérabilité des habitations et activités installées dans les espaces supposés protégés. Aujourd'hui la majeure partie des digues ne remplit pas les critères minimums de sécurité pour la tenue à la crue de référence tant à la submersion qu'à la rupture. En cas de rupture, l'aléa est plus fort derrière la digue que l'inondation naturelle de plaine ».

Si ces remarques concernent les crues du Rhône, la réflexion peut être la même pour les submersions marines et la rupture des digues frontales du littoral. Ainsi, le PSS classe-t-il l'ensemble du territoire de la commune en surface submersible, ce document valant Servitudes d'Utilité Publiques annexée au POS. En revanche, plusieurs événements de submersion marine ont été reconnus comme catastrophes naturelles :

Tempête : événement du 06/11/1982 au 10/11/1982, reconnu par arrêté du 18/11/1982 (JO du 19/11/1982).

Raz-de-marée : événement du 05/08/1985, reconnu par arrêté du 24/04/1986 (JO du 10/05/1986).

Inondations par submersion marine et chocs mécaniques liés à l'action des vagues: événement du 16/12/1997 au 19/12/1997, reconnu par arrêté du 09/04/1998 (JO du 23/04/1998)¹⁴³.

La fiche synthétique d'information sur le risque inondation sur la commune indique également : « Pour la Submersion marine, l'élément de référence est la tempête de 1982 qui a conduit à caractériser l'aléa, hors prise en compte des effets du changement climatique à 1,50mNGF. »

(NB : Cette valeur est cependant inférieure aux estimations les plus pessimistes (cf paragraphe géomorpho). En terme d'aléa inondation marine, il semble donc que les documents officiels sous-estiment les risques)

Un PPRN inondation avait néanmoins été prescrit par arrêté du 27 octobre 2008, sur l'ensemble de la commune. Il n'est cependant pas représentatif des risques littoraux, mais seulement du risque d'inondation « par le Rhône et les principaux vallons péri-urbains traversant la commune ». Le site www.prim.net indique qu'un PPR inondation par crue lente du Rhône a été de nouveau prescrit le 30 janvier 2012, ainsi, finalement, qu'un PPR Inondation par submersion marine, prescrit à la même date. Aucun de ces documents n'est pour l'heure approuvé.

Le document communal d'information a été actualisé par arrêté préfectoral du 26 mai 2011, mais la commune n'a pas élaboré de DICRIM.

L'absence de prise en compte des submersions marines par le POS

Avant même de protéger le littoral au droit du village, les Saintes-Maries-de-la-Mer ont essayé de prémunir les terres agricoles de la salinisation des sols en construisant, au milieu du XIX^{ème} siècle, la digue à la mer. Ce n'est que dans les années 1940 que le village commence à se protéger de l'érosion marine par la construction d'épis transversaux, puis d'épis latéraux

¹⁴² fiche synthétique d'information, annexe à l'arrêté préfectoral du 26 mai 2011 modifiant l'arrêté n°IAL-13096-01 relatif à l'état des risques naturels et technologiques majeurs de biens immobiliers situés sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer

¹⁴³ Liste des arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle ou technologique sur le territoire de la commune, annexe à l'arrêté préfectoral du 26 mai 2011 modifiant l'arrêté n°IAL-13096-01 relatif à l'état des risques naturels et technologiques majeurs de biens immobiliers situés sur la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer

dans les années 1970. Au début des années 1980, la ville cherche à protéger le centre-bourg par la construction de digues frontales. Depuis cette période, les enrochements sont entretenus, voire renforcés, surtout vers l'Est du village.

Le Plan d'Occupation des Sols (POS) de 1983 ne prend pas en compte les risques d'inondations prévus par le décret sur les zones inondables de 1935 ainsi que l'Atlas des Zones Inondables¹⁴⁴. Pendant que la construction d'ouvrages de protection contre la mer prend de l'ampleur, le niveau scientifique reste tourné vers le Rhône. Les crues de 1993, 1994 et 2003 ne font que renforcer cette appréciation des risques.

En 2000, la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer a entrepris de réviser le POS en vigueur. Le sous-préfet transmet alors à la commune, le 14 juin 2000, le « Porté à connaissance » rappelant que le P.L.U. devait être conforme à l'article L. 121-10 du code de l'urbanisme, tenir compte de l'atlas départemental des zones inondables et élaborer un règlement applicable aux zones inondables comme suit :

- inconstructibilité pour les zones soumises à des hauteurs d'eau supérieures à un mètre ou des vitesses de lame d'eau supérieures à 0,5 m/s représentée en zone I1 et I2 de l'atlas –
- constructibilité réglementée avec un vide sanitaire de un mètre, non remblaiement des parcelles, clôtures transparentes dans les zones où la hauteur d'eau est inférieure à un mètre et la vitesse de la lame d'eau inférieure à 0,5 m/s définies en zone I4 et dans les zones U du POS où les hauteurs d'eau sont inférieures à 0,5m et la vitesse de la lame d'eau comprise entre 0,5 et 1 m/s définies en zone I3 de l'atlas¹⁴⁵.

Début 2007, la commune approuve son projet de PLU. Ce projet ne contient ni évaluation environnementale ni prise en compte du risque de submersions marines¹⁴⁶. La préfecture émet alors un avis défavorable, pour l'absence d'évaluation environnementale, et du fait que certaines zones concentrant les aléas les plus forts (Les Ségonaux et la bande de sécurité derrière les digues) doivent être inconstructibles alors que le règlement prévoit des zones A1a, NH, voire Uhd. La commune doit donc revoir son projet et soumettra au contrôle de légalité un nouveau PLU le 26 mars 2009. Le nouveau dossier comporte une évaluation environnementale de deux pages, mais toujours pas de prise en compte du risque de submersions marines. Il prend pourtant en compte des hauteurs minimales de planchers, fixées en établissant des zones soumises à des aléas faibles (I1, hauteurs d'eau comprises entre 0 et 50cm), moyens (I2, eaux comprises entre 0,5 et 1m.) ou forts (I3, hauteurs d'eau supérieures à 1 m)¹⁴⁷. Dans les zones I1 et I2, les principes sont de limiter la construction et de diminuer la vulnérabilité des personnes et des biens. Seront interdits notamment l'aménagement des sous-sols, la création de camping, de caravanage et de parcs résidentiels de loisirs. Les nouvelles constructions peuvent être autorisées à condition d'avoir un premier plancher habitable d'un mètre ou de 0,5m au-dessus du point le plus haut du terrain naturel sur l'emprise de la construction. Dans les zones I3, les constructions nouvelles sont interdites, le nombre de personnes exposées ne doit pas augmenter et, enfin, la vulnérabilité des constructions existantes doit être réduite. Mais les secteurs de Méjanès et de Pin Fourcat ne connaissent aucune prescription alors que Méjanès se situe au bord de l'étang de Vaccarès, donc directement dépendant d'une montée du niveau de la mer.

¹⁴⁴ décret du 30 octobre 1935 relatif aux ouvrages susceptibles de faire obstacle à l'écoulement des eaux ou de restreindre de manière nuisible le champ des inondations sur les parties submersibles des vallées

¹⁴⁵ Porter à connaissance du préfet aux Saintes-Maries-de-la-Mer du 14 juin 2000

¹⁴⁶ Le Plan Local d'Urbanisme doit pourtant délimiter des zones en tenant compte des risques naturels et technologiques (art. L.123-1 du Code de l'Urbanisme)

¹⁴⁷ Article 11 du projet de règlement du Plan Local d'Urbanisme des Saintes-Maries-de-la-Mer intitulé « Risque d'inondation ».

Les deux avis rendus par le représentant de l'Etat, sur l'environnement¹⁴⁸ et sur l'urbanisme¹⁴⁹ sont défavorables. Avec une évaluation environnementale « incomplète », l'absence de carte des zones inondables, le risque de submersion marine et la question du réchauffement climatique n'ayant pas été abordés, l'Etat estime que la commune n'a pas pris en compte la directive « inondations »¹⁵⁰.

L'avis de la préfecture sur l'urbanisme comporte notamment un long exposé sur l'absence de prise en compte des submersions marines, du réchauffement climatique et ses incidences sur la montée du niveau de la mer et les éventuels basculements des étangs sous les effets du vent. La préfecture ajoute que les marges de recul inconstructibles le long du petit Rhône et des digues à la mer doivent être reportées sur les cartes et que la commune devrait prendre exemple sur la région Languedoc-Roussillon qui fixe une cote de submersion à 2m N.G.F.

En effet, il a été estimé que, pour la seule région Languedoc-Roussillon, dans l'hypothèse d'une élévation du niveau marin d'un mètre d'ici 2100, près de 140 000 logements et 80000 personnes (contre 15 000 logements aujourd'hui) ainsi que 10 000 établissements (employant 26000 salariés) seront affectés par un aléa submersion définitive ou érosion littorale¹⁵¹. En termes de prise de conscience des risques littoraux, la région Languedoc-Roussillon semble en avance sur la région PACA, ce qui implique que la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer, qui est à la frontière de la région languedocienne devrait commencer à étudier des scénarios prospectifs comme ses villes voisines.

b) Les aléas littoraux sur le Grand Radeau

A l'ouest de l'embouchure du Petit Rhône, se trouve le Grand Radeau, à 9 kilomètres du centre-ville des Saintes-Maries-de-la-Mer. Il comprend l'étang d'Icard, l'étang du Cabri, des zones de pâturage pour taureaux, parcelles privées appartenant à la Compagnie Industrielle Agricole du Midi, et en arrière du cordon dunaire (ou de ce qui en reste aujourd'hui), un ensemble de dunes perpendiculaires à la côte abritant les pinèdes littorales de la forêt primitive de Sylvéréal¹⁵².

Cette configuration originale provient de la construction historique de cette partie du littoral. En effet, le recul est ancien, il aurait débuté dès 2000 BP (Provansal et al., 2003) à la suite de l'érosion du Rhône de St Ferréol dont le prolongement littoral décrivait des flèches (les actuels Pin Fourcat et Quatre Maries). La Grande Rhée Longue et la Baisse de l'Evêque, actuellement inondables par les tempêtes correspondent donc un espace de transition en dépression entre 2 flèches (Fig. 56 et 59). Dans une période plus récente (sans doute à partir du début du XVIIIème siècle (Maillet et al., 2006), la diminution des apports sédimentaires par le Petit Rhône permet à la côte de reculer plus vite (jusqu'à 10-15 m/an). Le littoral étudié, globalement orienté Est-Ouest s'inscrit dans la cellule de dérive littorale du Petit Rhône à la pointe de l'Espiguette (Sabatier et Suanez, 2003).

¹⁴⁸ Avis de la préfecture sur le volet « environnement » du P.L.U. des Saintes-Maries-de-la-Mer approuvé par le conseil municipal de la commune du 26 mars 2009, lettre en date du 25 juin 2009

¹⁴⁹ Avis de la préfecture sur le volet « urbanisme » du P.L.U. des Saintes-Maries-de-la-Mer approuvé par le conseil municipal de la commune du 26 mars 2009, lettre en date du 29 juin 2009

¹⁵⁰ Directive 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques, notamment le chapitre II, article 4

¹⁵¹ ONERC, *Changement climatique, coût des impacts et pistes d'adaptation*, La Documentation française, Paris, 2009, p.42

¹⁵² CHASSAIN Roland, op.cit., 2010 p.24.

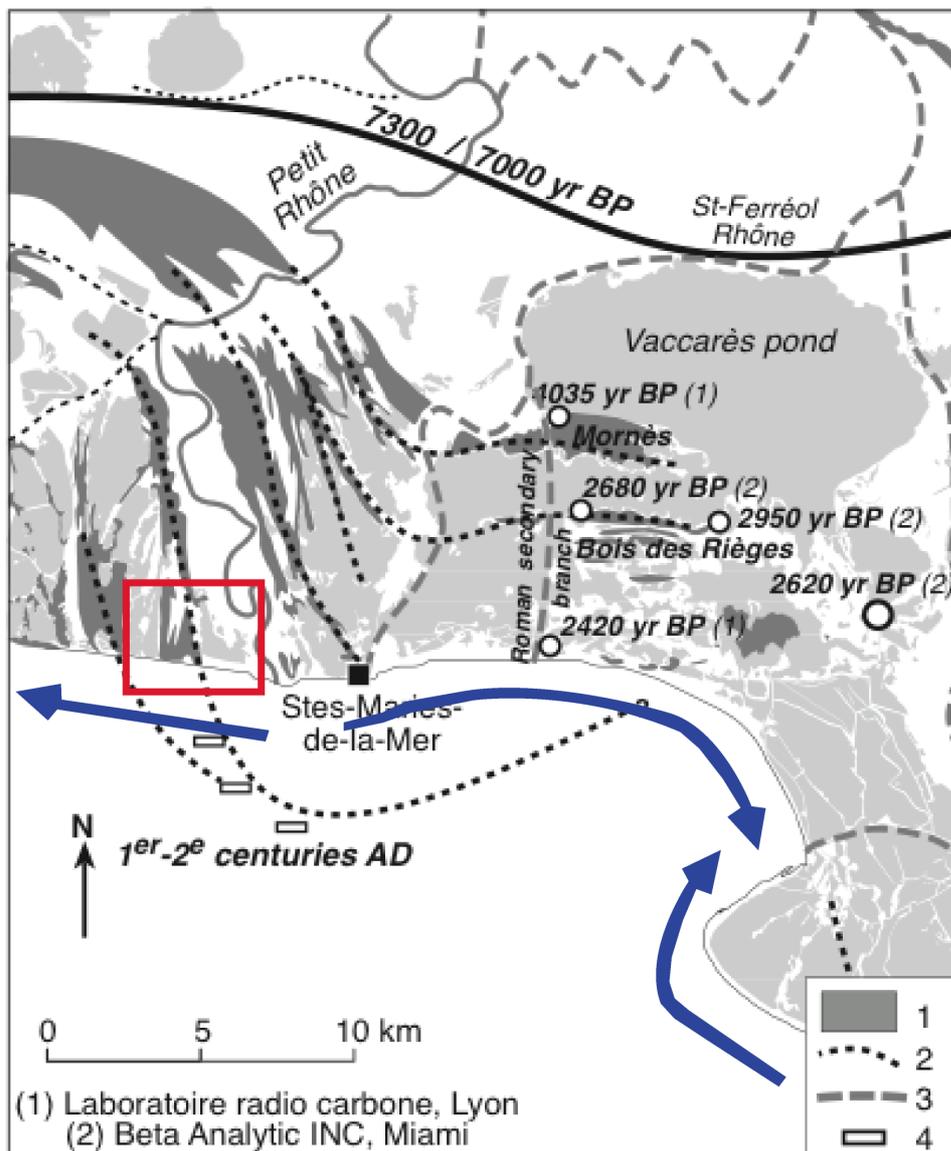


Figure 59 : Construction Holocène du rivage dans le secteur du Grand Radeau (Provansal et al., 2003 modifié). En bleu la direction des dérives littorales dominantes. Le carré rouge localise le Grand Radeau.

Deux mas (Grand radeau et Ferradou) sont situés à l'intérieur des terres, non loin des étangs, de même que le hameau de Pin Fourcat, à environ 9 km de la mer.

L'accès au littoral du Grand Radeau est réglementé par arrêté municipal du 13 avril 2001 : la piste est interdite « à tous engins motorisés et à tous véhicules non autorisés » et, comme l'indique un panneau, aux vélos. Les véhicules autorisés sont ceux des résidents des Saintes-Maries-de-la-Mer qui ont obtenu un laissez-passer après en avoir fait la demande en mairie, en présentant un justificatif de domicile. Le camping et le caravanning sont également proscrits. L'accès piéton au littoral est toutefois toléré : il faut alors marcher deux kilomètres à partir de la ferme du Grand Radeau, le long de l'étang de Rhée Longue, zone inondable qui jouxte la Baisse de l'évêque.

La digue frontale s'arrête au niveau des marais. Aujourd'hui, la plage a entièrement disparu et la mer arrive contre la digue.

Le recul du rivage à long terme pour l'horizon 2100

Sur ce littoral en recul, les tendances linéaires passées (1895-2009) du rivage sont validées par des coefficients de détermination robustes supérieurs à 0,85 (fig. 61). Proche du Petit Rhône, le recul s'établit à 7m/an environ puis il décroît vers l'ouest pour atteindre 2,5 m/an environ. Cette évolution s'inscrit dans le fonctionnement d'une cellule littorale contrôlée par la dérive littorale déjà identifiée dans les travaux antérieurs (Blancs, 1977, Sabatier et al., 2009).

Le recul à long terme du rivage montre des tendances linéaires bien marquées malgré l'implantation d'ouvrages depuis le milieu des années 80. Les vitesses de recul entre -3 et -8 m/an durant la période naturelle, affichent par contre des reculs de -2m/an environ à la suite de la construction des ouvrages. En effet, le recul du rivage continue encore lorsque les ouvrages sont implantés, et le poids de la période naturelle, plus longue (environ 70 ans) que celle aménagée, (environ 30 ans) pèse sur les résultats de la période longue (1895-2009).

Selon les points de vue et les différentes discussions avec les gestionnaires des espaces littoraux de Camargue, deux lectures de ces résultats sont donc possibles :

- 1- les ouvrages réussissent à ralentir significativement le recul du rivage, ou
- 2- ces enrochements sont inutiles car incapables de stabiliser la côte. De plus, ils induisent une érosion en aval dérive déjà renseignée (Samat, 2007).

A ce jour cependant, le recul continu du rivage a détruit les ouvrages et on peut s'attendre à ce que les vitesses de reculs retrouvent progressivement celles connues durant la période anté-ouvrages (fig. 60).

La projection de la ligne du rivage pour 2100 sur le site retenu par les partenaires indique donc un recul de 500 à 800 m environ par rapport à la position actuelle du rivage. Les marais salés où pâturent les taureaux seraient directement affectés. Le rivage se rapprocherait des zones agricoles et de la ferme du Grand Radeau. La projection du rivage pour 2100 ne présente qu'une position moyenne du rivage et non pas les zones potentiellement inondées durant les tempêtes car l'expérience des tempêtes passées montre déjà le caractère inondable de la zone (sans attendre 2100). La montée de la mer ne fera que rendre plus vulnérable aux submersions ce secteur de Camargue.



Figure 60 : La plage du Grand Radeau. Les ouvrages se sont affaîssés et ils jouent aujourd'hui le rôle de brise-lames (!). Au fond on distingue un épi isolé en mer du fait du recul du rivage (cliché F. Sabatier, mars 2012).

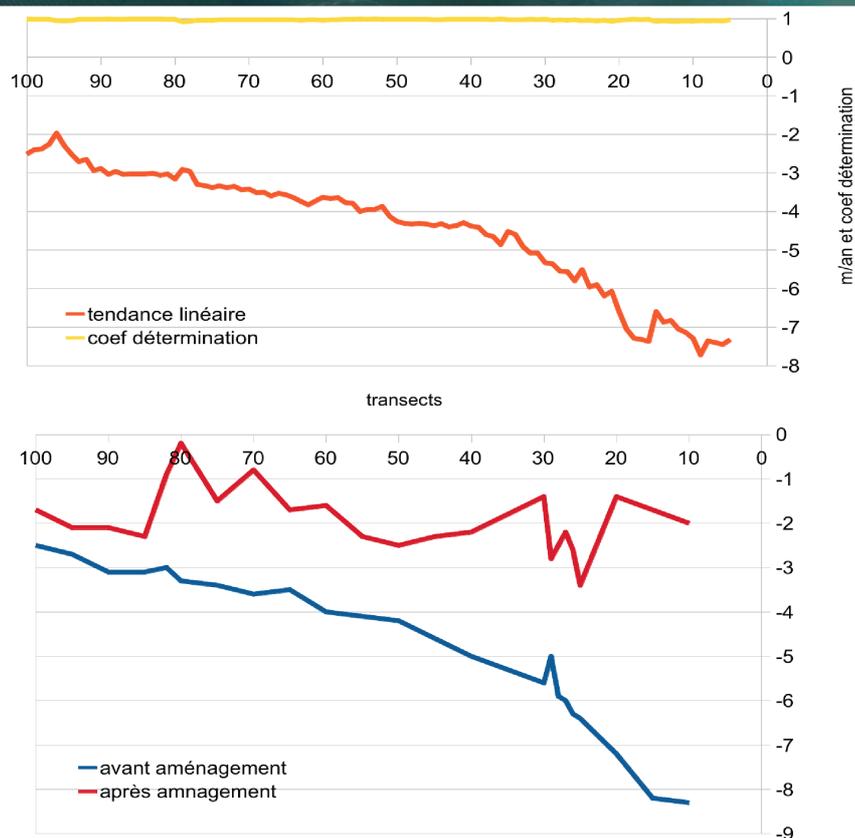


Figure 61 : En haut : tendance linéaire du recul du rivage entre 1895 et 2009 sur le site de Petite Camargue. Les excellents coefficients de détermination valident les tendances. En bas : tendances linéaires du recul du rivage entre 1895-1977 (avant aménagements) et 1977-2009 (après aménagements)



Figure 62 : Prédiction du rivage pour 2100 au Grand Radeau

c) Le scénario « recul »

Le recul du Grand Radeau, territoire « sans enjeux »

L'étude des phénomènes de submersion marine sur le littoral des Saintes-Maries a, en 2003, localisé le Grand Radeau comme étant un secteur sensible aux phénomènes de submersion marine¹⁵³. Mais bien qu'il s'agisse d'un secteur extrêmement vulnérable, la zone du Grand Radeau est appréhendée comme une zone ne présentant « *pas d'enjeux particuliers* », en termes économiques¹⁵⁴. Il y a en effet peu d'immeubles bâtis sur ce site, qui ne compte qu'une manade en bordure de la mer, qui ne reçoit pas de locataires et n'organise que des festivités à la journée, ce qui se rapproche des préconisations pour les biens situés en zone à risque. D'autres mas sont davantage retirés dans les terres. Les principales habitations sont regroupées au hameau du Pin Fourcat, distant de la mer d'environ 8 km et qui semble peu vulnérable au recul du trait de côte. En revanche, sa vulnérabilité provient des risques d'inondation par le Petit Rhône et des entrées de la mer par les étangs alentour.

Une partie des acteurs publics semble donc admettre de laisser évoluer naturellement le trait de côte.

Le rapport Chassain reconnaît ainsi que « *le manque d'espace sur le littoral camarguais exclut toute gestion par repli stratégique, **sauf** au Grand Radeau, où la ligne de défense pourrait être reculée pour restaurer le fonctionnement naturel du rivage* »¹⁵⁵.

Il s'agit par ailleurs d'une stratégie déjà abordée dans l'étude des enjeux de 2006, qui envisage pour le secteur littoral du Grand Radeau comme seul mode de gestion possible « *l'abandon des ouvrages lourds, trop dégradés et coûteux, pour privilégier une **restauration du fonctionnement naturel** en cohérence avec le Plan Rhône et d'éventuelles possibilités d'évacuation de crues par ce secteur* »¹⁵⁶.

De même, le Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC) prône depuis peu une politique de non intervention systématique de maintien des ouvrages de protection de plage en s'appuyant sur des études de suivi des impacts des ouvrages côtiers. Une politique de gestion globale du trait de côte intégrant la possibilité de recul stratégique est désormais proposée par le PNRC contrairement aux objectifs de la précédente charte où le maintien du rivage et des ouvrages comme la digue à la mer était une priorité.

Enfin, le site pourrait faire l'objet de mesures d'adaptation dans le PCET du Pays d'Arles en cours d'élaboration¹⁵⁷.

Cette solution laisserait donc aux autorités compétentes la possibilité d'un recul contrôlé, sans hypothéquer l'avenir des zones à enjeux forts et « non-déplaçables », comme la zone urbaine du village des Saintes-Maries, où des mesures de contention plus fortes peuvent être maintenues voire renforcées. Pourtant, la politique de la commune qui sera menée sur le site du Grand Radeau semble encore incertaine.

D'un côté, tout laisse à penser que la commune des Saintes-Maries de la Mer ait admis le recul du trait de côte sur le littoral du Grand Radeau. Les conversations avec le gardien du

¹⁵³ BRGM, Etude des phénomènes de submersion marine sur le littoral de la commune des Saintes-Maries de la Mer, Rapport de synthèse final, janvier 2004, p.5.

¹⁵⁴ BRGM, Etude des phénomènes de submersion marine sur le littoral de la commune des Saintes-Maries de la Mer, Rapport de synthèse final, Op., cit. p. 27.

¹⁵⁵ CHASSAIN Roland, Op., cit, p.29.

¹⁵⁶ Etude de définition des enjeux de protection du littoral sableux, Phase A : Réflexion sur les principes intégrant la GIZC dans le cadre d'une démarche de concertation avec les acteurs locaux, menée par EID Méditerranée et le Parc Naturel Régional de Camargue, 2006, p. 18.

¹⁵⁷ Entretien avec Pauline BRUNNENGREBER, chargée de mission Plan Climat, Syndicat Mixte du Pays d'Arles.

site semblent indiquer que la mairie ait implicitement décidé d'abandonner le site à la mer. Ceci expliquerait en partie pourquoi la fréquentation du public est rendue difficile, la piste d'accès étant fermée à tout véhicule (y compris vélos et chevaux), sauf autorisation de la mairie accordée aux résidents du village. Ceci semble indiquer un abandon progressif du site, et un évitement des cas de fréquentation pouvant entraîner la responsabilité du gestionnaire du site.

D'un autre côté, lors d'un entretien, un adjoint de la commune indique qu'il ne désespère pas d'inscrire la portion de digue allant du Petit Rhône à la pointe de l'Espiguette dans le périmètre d'intervention du Symadrem, ce qui permettrait une prise en charge du renforcement de la digue par cet organisme. En effet, pour l'instant, le Symadrem ne gère que la digue à la mer, second rang de protection derrière le cordon dunaire, qui s'étend de l'embouchure du Petit Rhône à l'ouest jusqu'à Faraman à l'Est. Ainsi le Grand Radeau n'est-il pas protégé par la digue à la mer, et sa protection n'est donc pas garantie par l'entretien des ouvrages du Symadrem. On peut comprendre que la commune des Saintes-Maries souhaite étendre la compétence du Symadrem à cette digue, tant le financement du syndicat est favorable aux communes puisque le budget de fonctionnement est alimenté pour un tiers par la Région, un tiers par le Département et un tiers par les communes membres, la clé de répartition entre celles-ci prenant en compte le linéaire de digue, la population et le potentiel fiscal. Quant au budget d'investissement, il est financé à hauteur de 40% par l'Etat, 30% par le Conseil Régional concerné par les travaux (PACA ou LR), 25 % par le Conseil Général concerné par les travaux et seulement 5% par la commune siège des travaux¹⁵⁸. Ainsi, ce mode de financement auquel les communes ne participent qu'à très faible proportion, ne peut que renforcer la demande d'ouvrages de défense par les élus locaux.

On peut regretter à cette occasion que la mission de cet organisme, étant uniquement tournée vers la question des digues, n'intègre pas le financement des méthodes de protection douce (recréation d'un cordon dunaire littoral) ou de recul.

Pour l'heure, la prise en charge par le Symadrem n'a pas été décidée. L'entretien de la digue et des épis revient ainsi à la commune qui n'a pas les moyens de ces travaux, ce qui explique l'enfoncement continu des ouvrages. En outre, la récente loi MAPAM (cf supra 1-2-c) qui prévoit le transfert de responsabilité des digues à la commune ou aux EPCI pourrait bien favoriser le basculement de la commune vers un abandon des ouvrages.

La comparaison avec l'idéo-type étang de Rimale

Le site du Grand Radeau peut lui aussi se rapprocher de l'idéotype fictif de l'étang de Rimale¹⁵⁹, imaginé pour le rapport de prospective du Conservatoire du Littoral.

« L'étang de Rimale se trouve au cœur d'une large zone de marais protégée des influences maritimes par un étroit cordon dunaire en érosion. Son caractère préservé pousse le Conservatoire à y mener une politique active d'acquisition du site afin de garantir sa préservation, en partenariat avec les éleveurs locaux. L'érosion du cordon et sa possible rupture pose néanmoins la question de l'intérêt de cette acquisition. Dans un tel scénario, l'étang passerait en effet dans le Domaine Public Maritime (DPM) ».

Les enjeux sont l'élevage extensif dans les marais, ce qui correspond bien au site du Grand Radeau, l'adaptation pourrait s'orienter vers un élevage sur prés salés.

¹⁵⁸ Source : <http://www.symadrem.fr/le-symadrem/le-syndicat>. Pour 2013, La section d'investissement s'élève à : 41 680 786€,

¹⁵⁹ Conservatoire du littoral, Sogreah, Rapport prospective, op.cit., p.22

Dans le cadre du Scénario C du Conservatoire (accélération du changement climatique et élévation de + 1m du niveau marin), on assisterait à une « maritimisation progressive de l'étang et du marais, qui se mue peu à peu en baie maritime et passe dans le DPM (...) une fois le cordon dunaire définitivement rompu ». L'érosion et le recul du cordon dunaire pourraient se traduire par des « ruptures ponctuelles, sous l'effet de l'augmentation de la récurrence des submersions marines. À terme, une submersion définitive de l'étang est envisageable, avec la formation progressive d'une baie maritime ».

Dans le cas du Grand Radeau, la submersion définitive est cependant délicate à prévoir. En effet, la montée séculaire du niveau de la mer va s'accompagner de dépôts d'overwash (Sabatier et al., 2005) compensant naturellement la topographie des zones basses. Par contre, selon la vitesse de la montée des eaux, il est possible que ce mécanisme naturel d'adaptation soit rompu mais dans ce cas de figure, Day et al., (1995) montrent aussi que la sédimentation naturelle des zones humides deltaïques peuvent compenser la montée des eaux. Malheureusement, les connaissances scientifiques actuelles ne permettent donc pas de trancher sur la maritimisation d'une dépression inondable comme le Grand Radeau. Néanmoins, la montée de la mer augmentera la fréquence des fortes tempêtes susceptibles de submerger les zones basses camarguaises.

Dans ce cas de figure, on peut se demander dans quelle mesure le Conservatoire aurait intérêt à l'acquisition de ces domaines, puisqu'il existe une possibilité, à terme, que l'étang, une fois en communication permanente avec la mer, soit incorporé au Domaine public maritime (DPM) sans que le Conservatoire ait à déboursier un centime.

Les risques contentieux

Contrairement au cas de Beauduc, où les cabanons sont des biens sans titre qui ne peuvent être vendus, les mas et les maisons du Pin Fourcat sont des immeubles qui peuvent faire l'objet de ventes. Or dans ce cas, le vendeur est tenu à une information de l'acquéreur sur les risques d'inondation. Cette information prend la forme, dans les zones couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé (ce qui est le cas sur le territoire de la commune des Saintes-Maries), de la production d'un état des risques naturels et technologiques (L 125-5-I Code de l'environnement). Le vendeur doit aussi informer par écrit l'acquéreur de tout sinistre survenu pendant la période où il a été propriétaire de l'immeuble ou dont il a été informé.

En cas de non-respect de cette obligation d'information, la loi prévoit que l'acquéreur puisse demander l'annulation de la vente ou une diminution du prix de vente (L125-5-V Code de l'environnement).

Mais il convient de noter que la jurisprudence peut être beaucoup plus exigeante. Ainsi la Cour d'Appel de Fort de France a-t-elle jugé que, même en l'absence de PPRN, le vendeur qui avait volontairement caché le caractère inondable du terrain pouvait être tenu de rembourser davantage que le prix initial de la vente¹⁶⁰. La Cour a ainsi condamné le vendeur à rembourser la totalité du crédit accordé pour l'achat de ce bien (40 389€), mais en outre le prix de la maison construite sur ce même terrain après acquisition (250 000 €) ainsi que les pertes et dégâts dus à trois inondations successives (15 000€).

Intérêt de la méthode Marel

On conçoit désormais que les ventes de biens immobiliers soumis à des risques naturels présentent des risques élevés de contentieux. Dans ces conditions, les propriétaires de ces biens doivent être conscients des difficultés qui peuvent s'aggraver à l'avenir concernant la revente de biens vulnérables, même si l'attractivité du littoral l'emporte pour le moment sur la

¹⁶⁰ CA Fort-de-France, 16 mars 2012, n°09/00607

conscience des risques à long terme. Dans ce contexte, la perte de propriété prévue par la méthode Marel devrait être plus supportable si elle est expliquée en ces termes.

la délimitation du DPM

Si aucune délimitation officielle du DPM n'existe à ce jour, le fait que la mer entre dans la Rhée Longue par les brèches de la digue pose la question de savoir si les étangs derrière la digue peuvent être considérés comme des « étangs salés en communication directe, naturelle et permanente avec la mer », au titre de l'article L2111-4, 2° du Code général de la propriété des personnes publiques. Il semble que l'affaissement de la digue laisse la mer repousser un faible cordon dunaire à l'intérieur de l'étang, qui empêche pour le moment une communication permanente. Jusqu'ici, la communication permanente n'existe donc pas entre ces zones basses et la mer car les ouvertures se bouchent par les houles de beau temps. Selon les services de la DIRM Méditerranée / DDTM des Bouches-du-Rhône, la limite du DPM se situerait donc « en haut de la plage, au pied de la digue frontale »¹⁶¹. Aucune délimitation n'est prévue, ni étude estimant le temps restant pour que ces étangs soient en communication directe, permanente et naturelle avec la mer par les services de l'État.

Cette délimitation du DPM serait pourtant un signal fort qui permettrait aux habitants et usagers de comprendre clairement ce qui pourrait se passer dans l'avenir. D'autant que si les mas ne sont pas aujourd'hui menacés par l'érosion du trait de côte, la zone est néanmoins submersible et serait particulièrement vulnérable du fait de la difficulté d'évacuer les populations en période de hautes eaux¹⁶².

Ainsi, il apparaîtra nécessaire de délimiter le DPM si la faible accumulation de sable sur le littoral vient à s'éroder et que la grande Rhée Longue ou la Baisse de l'Evêque se retrouvent ennoyées. C'est dans cette hypothèse que la ferme du Grand Radeau et le Mas Le Ferradou se retrouveraient en bordure de baie et donc plus vulnérables aux tempêtes et événements extrêmes.

La réversibilité du DPM - L'application de la jurisprudence Etang Napoléon

La mise en communication permanente des étangs avec la mer reste encore une hypothèse de travail. Mais il n'est pas inimaginable d'envisager comme autre hypothèse de travail un scénario ultérieur, qui envisagerait que le cordon dunaire se reconstitue progressivement, plus en arrière du littoral actuel, que la baie se referme et redevienne un étang. On se retrouverait exactement dans le cas de figure de l'Etang Napoléon¹⁶³.

Intérêt de la méthode Marel

Dans ce cas, la méthode Marel, si elle était appliquée aux deux mas les plus exposés, présenterait l'avantage de permettre aux anciens propriétaires de récupérer les propriétés incorporées au DPM. En effet, même si la méthode supprime la nue propriété du bien immobilier dans une première phase, elle permet toujours d'identifier l'ancien propriétaire, qui reste occupant pendant les deux phases suivantes.

¹⁶¹ Entretien avec Eric TOURROU, Adjoint au chef du Pôle Gestion du Domaine Public, DDTM des Bouches-du-Rhône, décembre 2012.

¹⁶² Entretien avec un élu des Saintes-Maries, le 20 février 2014

¹⁶³ cf supra, note 84

Partie 4 : L'intégration interdisciplinaire par la modélisation et le jeu de rôle, pour l'exploration participative de stratégies d'adaptation à l'échelle du delta rhodanien

Les systèmes socio-écologiques comme le grand delta du Rhône sont le siège d'interactions entre divers acteurs qui ont des pouvoirs et des représentations différents. Les équipes de recherche qui investissent ce terrain d'étude ont, elles aussi, des visions du monde différentes et conduisent des travaux critiques, de recherche-action ou d'aide à la décision. Ainsi, le premier obstacle à l'émergence d'une collaboration fructueuse entre des protagonistes (scientifiques de champs disciplinaires différents) aux intérêts différenciés est le manque de communication et de compréhension mutuelle. Afin d'y remédier le projet CAMADAPT a choisi la méthode de la modélisation d'accompagnement¹⁶⁴ pour développer un contexte transdisciplinaire « opérant ».

La modélisation d'accompagnement consiste à mettre en œuvre une démarche de modélisation participative itérative et continue selon un objectif de production de connaissances interdisciplinaires (entre scientifiques) ou d'aide à la réflexion collective avec les acteurs des systèmes étudiés. Si elle n'échappe pas aux difficultés inhérentes aux jeux de pouvoirs et aux problèmes d'équité de toutes démarches participatives, cette approche considère l'apprentissage collectif comme un processus déterminant pour parvenir à des formes d'interactions coopératives. Elle s'inscrit aussi dans une perspective constructiviste qui met en exergue les diverses interprétations du système par les acteurs qui le composent en fonction de leurs normes et valeurs. Enfin, elle propose un dispositif, qui au-delà de l'injonction de la concertation, permet de dépasser le simple respect des différentes opinions en développant le pouvoir de faire penser, hésiter ensemble, diverger pour mieux converger, pour mieux apprendre individuellement et collectivement.

L'usage de simulateurs informatiques, de modèles multi-agents, de jeux de rôles assistés par ordinateur, permet de stimuler l'apprentissage collectif sur le système en créant, modifiant et observant un modèle et des simulations avec les acteurs. En s'appuyant sur le partage de ces représentations et des simulations, la connaissance mutuelle des acteurs (chercheurs compris) est changée. Enfin, la modélisation enrichit le processus de prise de décision, que ce soit sous son aspect technique (informations, effets des actions) ou sociologique (concertation, place de l'acteur dans la décision), et encourage des aller-retour constants entre l'amélioration de la connaissance et le processus de prise de décision.

Un jeu de rôles est une forme de modèles ou systèmes multi-agents : des personnes jouent un rôle, interagissent, et on étudie les effets de ces comportements et de ces interactions sur l'ensemble du système. Par exemple, on regardera si les décisions prises entraînent une augmentation ou une diminution des ressources, si les joueurs s'appauvrissent ou s'enrichissent, si des relations se créent ou se perdent, etc. : la dynamique du système dépend des actions des individus, de leur perception de la situation, de leurs interactions avec les autres, de la dynamique de leurs ressources naturelles, de l'organisation du groupe ou des sous-groupes de joueurs.

¹⁶⁴ Collectif ComMod, (2009). La posture d'accompagnement des processus de prise de décision: les références et les questions transdisciplinaires. In: D.L.Hervé, F. (Editor), *Modélisation de l'environnement: entre natures et sociétés*. Quae, NSS -Dialogues, collection Indisciplines, pp. 71-89.

Les jeux de rôles avaient déjà été utilisés dans le monde de l'environnement et de la gestion des ressources. Associé ou pas à des simulations informatiques, le jeu de rôles peut être conçu et utilisé comme une représentation collective afin de permettre aux acteurs impliqués (acteurs et/ou scientifiques) d'échanger leurs connaissances et leurs points de vue, de prendre collectivement des décisions et d'en observer les conséquences. Ici nous avons fait le choix de construire un plateau de jeu sans simulateur à partir des connaissances disponibles et des modèles existants par ailleurs. Rappelons que les objectifs du jeu de rôles sont les suivants : (1) stimuler la réflexion à propos de l'adaptation ; (2) penser les interdépendances fonctionnelles de territoire camarguais en intégrant les problématiques urbaines et littorales à la problématique agricole et protection de la nature. Enfin, l'outil doit intégrer les différentes connaissances des disciplines impliquées dans les autres volets du projet et s'adresser à un public cible varié (acteurs du territoire, scientifiques et étudiants).

1. Le jeu de rôles CAMADAPT

Le grand delta du Rhône est soumis à des changements économiques et climatiques qui modifient la gestion des eaux et bouleversent le littoral du fait de l'érosion des plages et du risque croissant de submersion marine. C'est pourquoi, afin d'aider les acteurs locaux à considérer la complexité sociale et écologique des interdépendances dans tout processus de planification ou de gestion adaptative, les équipes ont développé un simulateur de la gestion de l'eau d'une zone humide méditerranéenne générique pour penser individuellement les effets de ces choix (Mar-Eau-Sel), un simulateur multi-agents sur les roselières (ReedSim) pour penser la gestion collective et individuelle de l'eau et l'exploitation des ressources naturelles et enfin un jeu de rôles de plateau (CAMADAPT) pour penser collectivement l'adaptation à l'échelle du delta. Nous présentons ici le jeu de rôles. Le travail piloté par le CNRS CEFE avec l'aide des chercheurs des différentes équipes du projet s'est basé sur la méthode de modélisation d'accompagnement. La démarche a eu pour particularité d'impliquer d'abord les scientifiques (droit, géomorphologie, hydrologie, écologie, sociologie, géographie) puis les chargés de mission des gestionnaires de la réserve de biosphère (PNR de Camargue et Syndicat Mixte Camargue Gardoise) et du CPIE Rhône Pays d'Arles (chargé de mission éducation à l'environnement et au territoire) dans la co-construction du modèle conceptuel, du jeu, l'implémentation des sessions et leur évaluation en tant qu'observateurs. Un total de 3 séances tests puis une séance avec les acteurs locaux issus de la commission exécutive de l'eau et de la commission milieux naturels du parc naturel régional ont eu lieu durant le projet.

1.1. Objectifs

Les objectifs du jeu sont triples : (1) stimuler la réflexion sur l'adaptation ; (2) penser les interdépendances fonctionnelles de territoire camarguais en intégrant les problématiques urbaines et littorales à la problématique agricole et protection de la nature. De par sa conception, cet outil doit permettre de traiter de multiples problématiques :

- Allocation de la ressource en eau (partage amont/aval)
- Gestion multi-usage de l'espace
- Gestion de la biodiversité et des ressources naturelles
- Gestion intégrée des territoires
- Adaptation aux changements globaux

Enfin, l'outil doit intégrer les différentes connaissances des disciplines impliquées dans les autres volets du projet.

1.2. Le plateau de jeu

Le plateau de jeu est composé de 7 propriétés subdivisées en unités spatiales élémentaires (cf. fig. 63) sur lesquelles on peut disposer d'une seule occupation du sol parmi les 15 disponibles (de la plage à la rizière ou zone urbaine).

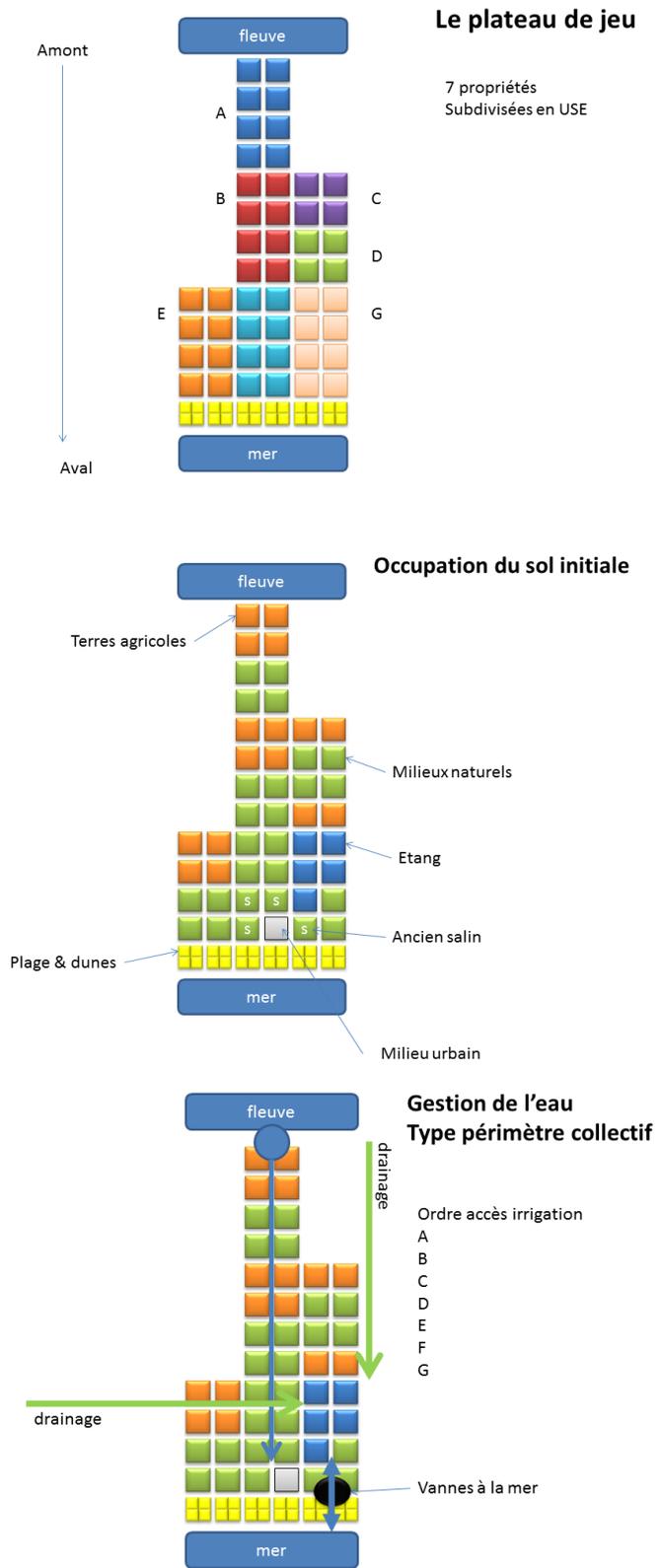


Figure 63 : Le plateau de jeu de CAMDAPT. (a) les propriétés et unités spatiales élémentaires ; (b) l'occupation du sol initiale ; (c) gestion de l'eau

1.3. Les unités décisionnelles, activités et infrastructures

Une **propriété** est constituée de plusieurs **unités spatiales élémentaires** (USE). Une propriété constitue tout ou partie d'une **zone hydraulique fonctionnelle** (ZHF) pour le drainage et l'irrigation.

Pour occuper une USE et exercer une activité sur cette USE le joueur doit disposer des droits d'accès auprès du joueur propriétaire. Chaque joueur dispose d'un rôle initial et peut investir dans plusieurs activités et les mettre en œuvre dans les USE dont il dispose.

Chaque activité se caractérise par :

- Une occupation du sol
- Des besoins en eau
- Des retours en eau
- Un coût de mise en œuvre (action)
- Un coût de compétence
- Un coût d'accès (droit d'accès ou d'usage)
- Un chiffre d'affaires (production)

Les infrastructures se caractérisent par :

- Un coût d'investissement (x2)
- Un coût de maintenance (1/2)

1.4. Les rôles et activités

7 rôles possibles (propriétaire exploitant, éleveur, chasseur, coupeurs de roseaux, gestionnaire aire protégée et maire). L'activité de pêche est agrégée, une matrice a été établie sur la base des connaissances des biologistes et des sociologues ayant suivi les argumentaires des pêcheurs dans la commission exécutive de l'eau du PNR de Camargue. Elle fournit un niveau de satisfaction des pêcheurs auprès de la mairie en fonction des niveaux d'eau et de la salinité et de l'ouverture des vannes.

En cours de partie chaque joueur peut décider une nouvelle activité mais doit négocier un coût d'accès et payer un coût d'entrée dans l'activité : agriculture, chasse, élevage, coupe, autre (photovoltaïque);

Chaque joueur a la possibilité d'exercer une ou plusieurs activités directement ou de louer le droit d'usage à un autre joueur du plateau ou un joueur virtuel (dans un délai de 1 an)

1.5. Les unités de jeu

L'eau est représentée par des perles bleues. Un gobelet permet d'irriguer un autre permet de drainer le surplus. Les deux gobelets circulent d'amont vers l'aval parmi les joueurs.

L'argent (Y€\$) est représenté par des jetons de loto, les joueurs disposent de cartes compétences (grandes cultures, chasse etc.) et de cartes actions pour cultiver, couper, chasser etc. et enfin de cartes infrastructures de type pompe, canal ou digue. Enfin, des cartes services sont également disponibles pour certains rôles (cf. annexe 1).

1.6. Les règles du jeu

Les règles du jeu ont été établies et testées par les membres du projet. Le calibrage économique a été basé sur les travaux récents de l'INRA sur le système agricole camarguais.

Les joueurs n'ont pas le droit de parler entre eux durant le tour en dehors des phases d'échanges.

Gestion de l'eau

- Si pas assez d'eau pour irriguer pas de gain ;
- L'eau d'irrigation est pompée dans le fleuve et disponible par réseau collectif (gouttes bleues dans gobelet transparent) ;
- L'eau de drainage (gouttes bleues) est évacuée par un drain collectif qui débouche à l'étang (gobelet vert) ;
- L'étang est en contact avec la mer par des Vannes qui peuvent être ouvertes (100 ou 50%) ou fermées en fin de tour.

Actions

- Si pas assez de Y€\$ pour action pas de gain
- Pour jouer l'action placer la carte sur la USE correspondante
- Pour retirer la carte pour le tour suivant le joueur doit payer 1 Y€\$ au maitre de jeu
- Si 2 tours sans gains le joueur perd sa carte action
- Le joueur a la possibilité d'innover, d'inventer de nouvelles activités qui ne sont pas parmi les cartes prédéfinies.

Echanges ou achat de compétences et cartes actions, locations

- Le joueur peut échanger ou acheter des compétences ou cartes actions à la fin de chaque tour
- Le joueur peut louer le droit d'usage dans une autre propriété à la fin de chaque tour ;

Aménagements infrastructures

- Le joueur peut installer des pompes, créer un canal, une digue, des enrochements s'il a des Y€\$ à la fin de chaque tour

Changement occupation du sol des USE

- Si pas d'action la USE évolue en friche puis en autres milieux (MdJ)
- Changer d'affectation coûte l'équivalent de la carte compétence correspondante

1. 7. Déroulement du jeu

Tour t

1. Annonce ou pas de changement de politique agricole (gains)
2. **Décider de ses actions,**
 1. Décider ou pas de changer l'occupation du sol, les noter sur post-it l'occupation du sol nouvelle
 2. Placer ou retirer les cartes action des USE
 3. Mettre ses Y€\$ sur les cartes actions
3. **Payer sa cotisation** Irrigation/drainage dans le gobelet blanc collectif qui circule d'amont en aval
4. Annonce de la météo: année humide, normale, sèche par le Maître de jeu
5. **Tour d'eau.**
 1. Prendre les jetons d'eau d'irrigation et les distribuer sur les cartes actions faire suivre le gobelet Irrigation
 2. Quand tout le monde a irrigué prendre les billes de drainage correspondantes et les mettre dans le gobelet Drain vert qui circule d'amont en aval
6. **A la fin du tour d'eau (bilan),**
 1. Le joueur Gestionnaire de la réserve compte les billes dans l'assiette pluie et l'assiette drainage

2. Le maître du jeu fait le paiement des joueurs et collecte les jetons d'eau
 7. **Réunion publique** Le Maître de jeu ou Animateur du territoire convoque une réunion publique et annonce le nb de billes dans l'étang, le niveau de la mer et le vent, décision sur le mode de décision, décision collective d'ouvrir, totalement ou à 50% ou de laisser fermées les vannes à la mer
 8. Mise à jour du tableau Satisfaction des pêcheurs
 9. **Marché aux compétences et cartes actions** (échanges ou ventes, rappel qu'il est possible de louer le droit d'accès ailleurs)
 10. Le Maître de jeu annonce début du tour suivant
- Tour t+1

Le premier tour est un tour à blanc pour bien comprendre l'allocation des activités, les paiements et la distribution de l'eau et la décision collective des vannes à la mer.

1.8. Procédure d'aménagement

Si un joueur demande des aménagements lourds, la procédure retenue est la suivante :

Tour t - Annonce de l'idée

Tour t+1

- Enquête publique (sondage express qui est pour ?)
- Etude d'impact (risque, vulnérabilité, biodiversité) et avis négatif de l'Etat, invitation à revoir le projet ou abandon
- Décision par vote des joueurs du plateau maintenir le coût actuel d'investissement mais doubler fonctionnement (infrastructures)
- Mise en place de l'aménagement

1.9. La règle pour les niveaux d'eau de l'étang/lagune centrale

Si trop d'eau dans propriétés pas de gain pour chasseur/coupeur (débordement de l'étang)

Dans l'étang (règles)

- 2 gobelets (drainage et pluie)
- Résiduel total 5 billes
- Côte alerte total 40 billes (drainage gêné à partir de 50, pénalité pas de drainage parcelles milieu de plateau de jeu, augmentation cout fixe ASA pour impacter ceux de l'amont)
- Inondation total > 50 billes
- Tempête (vent sud) ajouter 3 billes dans étang
- Année humide ajouter 5 billes, normale 3 billes, sèche 2 billes
- Vidange à la mer 50%/50%, 100% reste 50% si mer normal, 20 si mer basse

1.10. Scénario climatique général pour le maître du jeu

Ce scénario a été établi et testé par les membres du projet et les gestionnaires de la réserve de biosphère (PNRC et SMCG). La succession des événements permet notamment, sur proposition du géomorphologue, de l'hydrologue et de la juriste de l'équipe, de créer une situation de crise sur le littoral en 2 temps. Cela permet de mieux apprécier les anticipations et réactions des joueurs mais aussi d'articuler la réflexion sur la crise hydrologique et la gestion

des étangs centraux et la crise des submersions marines et érosions littorales, telle qu'elles sont décrites et analysées par les sociologues, géographes et écologues du projet.

- Tour 1. Année normale, vent faible, mer normale
- Tour 2. Année humide, vent fort, mer basse
- Tour 3. Année normale avec érosion ligne front de mer, vent faible, mer normale
- Tour 4. Année sèche avec tempête marine et érosion seconde ligne, vent fort, mer basse
- Tour 5. Année normale avec tempête marine et submersion marine ou inondation étang (par l'excès drainage si joueur), vent faible, mer haute
- Tour 6. Année sèche et bon drainage général, vent faible, mer normale
- Tour 7. Année sèche (pénurie d'eau), vent fort, mer basse
- Tour 8. Année humide (mise en place PPRL), vent fort, mer basse
- Tour 9. Année normale, vent faible, mer normale
- Tour 10. Année normale, vent faible, mer normale

1.11. La gestion de la crise

Au tour 5. Annonce publique de la demande de création PPRL (Plan de prévention des risques littoraux) au terme de 2 tours sinon imposé par l'Etat. Le maître de jeu peut évoquer quelques pistes, discutées en particulier avec la juriste de l'équipe et les gestionnaires du territoire, si jamais les joueurs sont totalement démunis :

- Arsenal juridique (usus, abusus, fructus) Usage du bien, usufruit du bien, la transmission ;
- Adaptation technique aménagement de Vannes plus larges et automatisées pour optimiser les ouvertures de l'étang en cours d'année ;
- Génie écologique, restauration/compensation ;
- Acquisition foncière type CdL ;
- Relocalisation d'activités ;
- Zone expansion des eaux choisie (salins)

1.12. Structuration du débriefing après la partie

Après le dernier tour, il est proposé de poser progressivement 4 questions : Quels étaient les objectifs du jeu ? Quels étaient vos objectifs ? Etes-vous satisfait de vos résultats ? Pourquoi ? Pourrait-on faire mieux ? Individuellement *vs* collectivement.

Il s'agit ensuite d'évoquer les concepts clés à discuter s'ils n'apparaissent pas dans la discussion : vulnérabilité, adaptation, capacité adaptative, résilience.

Enfin, la stratégie de recul proposée par les juristes est discutée après une courte présentation. Après deux hivers successifs pendant lesquels les tempêtes ont sévèrement érodé les plages du littoral, la commune se porte volontaire pour expérimenter en collaboration avec l'Etat une opération de "relocalisation" des biens et activités littorales. Il s'agit, sur une bande d'une largeur de 500m/ 1km/2 km (à discuter) ou 20 ans, 50 ans, 100 ans à compter du rivage, d'organiser un recul progressif, notamment des maisons d'habitations.

Il est proposé aux propriétaires:

- soit d'être immédiatement exproprié et que leurs biens soient détruits (indemnisation tenant compte de la dévalorisation des biens due aux submersions récentes) ;

- soit de bénéficier du dispositif MariL: expropriation en 3x 30 ans (indemnisation au prorata : perte de la capacité d'aliéner le bien / puis perte de la capacité de louer le bien / et enfin perte du droit d'occuper le bien) ;
- soit de rester dans les lieux, sachant que si la mer occupe le terrain d'ici quelques années, la propriété sera intégrée au domaine public maritime sans dispositif d'indemnisation.
- Quelle stratégie choisissent les propriétaires ?

Précisions que dans la mesure du possible, des observateurs (dans notre cas les sociologues de l'équipe) permettent de porter un regard extérieur sur le déroulement de la partie et les interactions entre joueurs. Ce regard nourrit utilement les échanges et permet d'abonder les montées en généralité.

1.13. Résultats et discussions



Figure 64 : séance de jeu avec scientifiques et techniciens au DESMID à Arles



Figure 65 : séance de jeu avec les acteurs du territoire – ici un céréalier, un riziculteur et un éleveur. PNRC, Arles

Sur le plan de la jouabilité et des comportements individuels, les principaux points saillants de cette mise en situation montrent : (1) que les joueurs ont plutôt reproduit leurs pratiques et ont ainsi pu apprécier les interdépendances amont/aval, les effets de voisinage et les conséquences sociales, économiques et écologiques des changements sur le littoral sur leur propre stratégie de développement et de gestion de leur exploitation agricoles ou activités de chasse ; (2) que le joueur du rôle *chasseur* a revendiqué d'être reconnu comme « gestionnaire » de la nature au même titre que le conservateur de l'aire protégée (en particulier en demandant lui aussi des cartes actions « suivi naturaliste ») du fait de ses compétences en gestion des milieux naturels. Ce comportement a été régulièrement observé avec les chasseurs de Vauvert lors des ateliers

du Scamandre lors de l'élaboration et de la discussion des scénarios de ReedSim, cf. volet suivant) ; (3) qu'un autre joueur (qui ne jouait pas son rôle) a su s'approprier le rôle de *riziculteur* et le mettre en œuvre alors que lors des phases de décision collective sur la gestion des vannes à la mer il a systématiquement repris sa casquette de pêcheur par exemple ; (4) ou enfin qu'un joueur *riziculteur* n'est pas parvenu à valoriser les milieux naturels de son exploitation, n'ayant jamais eu de milieux naturels sur sa propre exploitation céréalière. Cette difficulté à penser la gestion et la valorisation des milieux naturels a été observée chez certains agriculteurs lors de l'étude des représentations des membres de la CLE du SAGE Camargue gardoise (cf. partie 2 chap. 5), elle révèle que généraliser le multi-usage des propriétés traditionnelles camarguaises à l'ensemble des exploitants agricoles ne va pas de soi, selon leur localisation géographique dans le grand delta, les acteurs méconnaissent encore aujourd'hui les articulations et solidarités fonctionnelles du territoire.

Le débriefing collectif a duré plus longtemps que prévu et certains ont souligné l'intérêt de renouveler l'exercice sur une journée. Nous retenons de ce débat les points suivants :

Sur l'appropriation des rôles, malgré les difficultés mentionnées plus haut, expliciter la diversité des points de vue sur le devenir souhaitable des exploitations et du territoire dans son ensemble a été souligné comme l'un des points forts de l'exercice.

Sur la conception du jeu, certains questionnent le calibrage économique du plateau, notamment le poids des coûts de mise en culture dans le scénario choisi, d'autres souhaiteraient jouer leur propre exploitation pour pouvoir vraiment tester leur choix d'adaptation plutôt que de se projeter dans une situation qui d'entrée ne leur est pas familière. Enfin, l'agrégation du temps de gestion à l'année, alors qu'il est dans la réalité saisonnier ou dépendant des aléas météorologiques, a été débattu mais finalement il n'a pas été considéré comme réhibitoire ou bloquant. Il en a été de même pour le fait de cotiser même lorsque l'on n'irrigue pas (du fait que dans le jeu la cotisation est unique pour le drainage et l'irrigation).

Sur l'adaptation, différents thèmes ont été identifiés. Rappelons que l'adaptation est un ajustement dans les systèmes écologique, social ou économique en réponse à des changements attendus ou observés et leur effets et impacts afin d'éviter les effets négatifs ou prendre avantage des nouvelles opportunités.

L'observation du jeu et le débriefing montrent différentes formes d'adaptation à l'œuvre durant l'expérience : une *adaptation par anticipation* qui prend place avant les effets de l'érosion du littoral par exemple ; une *adaptation par réaction* qui prend place après les impacts de l'érosion avec la construction de digue pour protéger le hameau ou le renforcement des dunes ; une *adaptation spontanée* en réponse à la rentabilité des cultures donc de l'évolution du marché ou de la politique agricole plutôt qu'aux effets des remontées de sel liées aux changements climatiques ; une *adaptation planifiée* à partir d'une délibération publique stimulée par l'Etat et ses services ou une collectivités territoriale (relocalisation des activités de pâturage en réponse à la submersion marine) ; une *adaptation privée et individuelle* (choix d'aller vers le bio ou de développer l'activité touristique en addition des activités agricoles et pastorales traditionnelles).

Sur les alternatives, le jeu (tout comme les discussions autour des simulations de ReedSim en Petite Camargue) a mis en évidence le rôle prépondérant de l'attachement au territoire et ses attributs identitaires dans les choix d'adaptation de certains exploitants/propriétaires. Deux formes d'adaptation ont été discutées durant le jeu (la crise du 4^{ème} tour) puis lors du débriefing. La première adaptation est d'ordre économique face à la déprise agricole (du fait du changement de politique agricole commune et de la perte de rentabilité du riz). Les

éleveurs et l'environnementaliste présents autour du plateau de jeu pensent qu'une solution est dans le tourisme du fait des 5 millions de visiteurs annuels de la Camargue, même si les éleveurs ont du mal à projeter une Camargue sans la riziculture c'est-à-dire sans prise en charge économique des apports en eau douce via l'irrigation collective. D'autres soulignent que ce n'est pas le riz mais l'eau le problème. Les éleveurs considèrent qu'ils ne peuvent pas prendre en charge à eux seuls le fonctionnement hydraulique. Le débriefing accordera une place importante à la place du tourisme et de la vente directe des produits locaux (principalement la viande de taureau mais aussi le riz conventionnel ou bio) dans les revenus alternatifs. Un nouveau modèle de développement agricole en zone humide semble possible et envisagée ici et là au regard des convergences de valorisation économiques des paysages, de la biodiversité et des produits associés. Cependant, certains refusent de voir leurs terres agricoles transformées en roseaux ou marais pour attirer les touristes ou valoriser le droit de chasse ou de coupe ou même de pâturage ; d'autres considèrent que la vente directe ou locale est un autre métier, une requalification professionnelle qui n'est pas à la portée de tous ou peu souhaitée, ce qui peut apparaître comme un verrou pour l'adaptation. La complémentarité de ce revenu est soulignée par certains qui ne le considère pas assez élevé pour constituer une véritable alternative.

La seconde concerne l'érosion littorale et les submersions marines. Un joueur riziculteur s'est inquiété immédiatement des remontées de sel dans les terres. Des solutions techniques ont été proposées comme changer les techniques de vannage pour les canaux d'irrigation et de drainage. Il s'agit d'inverser les systèmes d'ouverture des martelières (par le bas et non par le haut) pour éviter la remontée du coin salée vers l'amont. Il a été proposé également de vendre au conservatoire du littoral les terres immergées par la mer. Certains ont alors considéré que le conservatoire n'entretenant pas le front de mer, cela revenait à abandonner les terres à la mer. Il a été proposé notamment par le conservateur de réserve naturelle une adaptation selon les modalités suivantes : (1) cession au conservatoire du littoral, (2) endiguement léger du hameau isolé et menacé, 3) contrat de fermage pour accueillir les bêtes de l'éleveur pénalisé sur la réserve naturelle ; 4) installation d'un droit de pêche sur les terres nouvellement conquise par la mer. Même si le coût de cette « solution » n'est pas véritablement évalué, celle-ci a été validée par les joueurs comme l'alternative raisonnable et réaliste. Il est intéressant de noter ici comment l'espace protégée se positionne comme espace d'accueil du pâturage (activité économique compatible avec la protection de la nature) et comment les secteurs urbanisés sont protégés sans qu'il n'y ait le moindre débat sur le coût de cette protection.

Par ailleurs, cette expérimentation a au final surtout permis de créer un langage commun et de requalifier les enjeux entre scientifiques et techniciens mais aussi de modifier certains rapports entre participants au projet qui tendent vers davantage de reconnaissance des apports de chacune des disciplines, vers plus de confiance et aussi une meilleure écoute.

Sur le plan plus théorique de la résilience des systèmes socio-écologiques, cet outil permet d'explorer et évaluer collectivement d'une part, la quantité de perturbation qu'un système peut absorber tout en restant dans le même domaine d'attraction, et d'autre part la capacité du système camarguais à s'auto-organiser (versus une organisation forcée par des facteurs externes) et ainsi la capacité du système dans son ensemble à apprendre et s'adapter.

Nous retiendrons que face aux changements globaux, nos travaux de modélisation et enquêtes montre l'importance d'une gestion contextualisée, du dialogue mais aussi le rôle clé jusqu'à présent des institutions complexes et redondantes qui facilitent régulièrement l'expérimentation et l'apprentissage.

Apports de chaque discipline au jeu de rôles et contributions de celui-ci aux questionnements des disciplines à travers sa conception, son test et sa mise en œuvre ¹⁶⁵

Disciplines	Principaux apports au jeu de rôles	Contributions aux points de vue des disciplines
Hydrologie	Calibrage irrigation/drainage Calibrage ouverture/fermeture vannes à la mer Règles ouverture/fermeture vannes à la mer	Complexité de la concertation et confirmation des difficultés d'acceptation sociale Non prise en compte du coût économique dans la décision, coût social peut être moindre qu'escompté
Sociologie et ethnologie	Règles ouverture/fermeture vannes à la mer Règles décisions publiques Règles aménagements	Opportunité d'une observation en situation interactionnelle et projective des usagers, habitants et gestionnaires Confrontation d'observations et d'analyses issues des enquêtes aux expertises hydro et géomorphologiques
Ecologie	Calibrage irrigation/drainage Règles évolution des milieux Calibrage activités humaines (économie et impacts milieux) Indice biodiversité	Prise en compte des héritages et dépendances amont/aval des activités humaines dans la dynamique des milieux naturels Meilleure intégration des enjeux économiques et des dimensions humaines du changement écologique
Géomorphologie	Règles et séquençage crise érosion/submersion marine	Meilleure compréhension du fonctionnement des activités humaines, des interdépendances amont/aval et des processus de décision publique Appréciation du fatalisme de certains acteurs et des facteurs de blocage face à l'expertise
Droit	Règles et séquençage crise érosion/submersion marine Règles aménagements Stratégies de retrait	Prise de conscience de l'importance des liens d'attachement aux lieux dans la décision des joueurs au-delà des aspects patrimoniaux (économiques) Possibilités de requalification et de redistribution des activités humaines au sein des aires protégées
Géographie et modélisation	Définition plateau de jeu Calibrage activités humaines (économie et impacts milieux) Calibrage irrigation/drainage Règles ouverture/fermeture vannes à la mer Règles aménagements	Le processus de conception du jeu comme processus d'animation et de dialogue interdisciplinaire et de rencontre avec des communautés épistémiques différentes Poids des représentations et habitus dans la prise de décision économique des acteurs (au-delà des rationalités économiques)
Gestionnaire RB de Camargue	Définition plateau de jeu Calibrage activités humaines (économie et impacts milieux) Règles ouverture/fermeture vannes à la mer Règles et séquençage crise érosion/submersion marine Règles aménagements Stratégies de retrait	Meilleure intégration des enjeux amont/aval dans la gestion du territoire en articulation avec les enjeux littoraux Appréciation de la valeur ajoutée d'un regard transdisciplinaire sur l'objet de leur gestion quotidienne Prise de temps et de recul réflexif

¹⁶⁵ Toutes les disciplines ont contribué à la conception du jeu et à la définition des scénarios climatiques par conséquent, les modalités de contribution à ces scénarios n'apparaissent pas.

2. Intégration des enquêtes socio-ethnologiques et géographiques à l'objectif appliqué du jeu de rôles et à sa transférabilité.

Comme dit précédemment, le jeu de rôle permet d'explorer et d'évaluer collectivement la capacité du système camarguais à apprendre et à s'adapter. Cet objectif nécessite, du point de vue des interactions entre joueurs, la satisfaction de deux conditions (nécessaires, mais non suffisantes). D'une part, le jeu de rôles, élaboré collectivement avec l'apport de l'ensemble des participants de CamAdapt, doit être suffisamment pertinent et réaliste (tout en restant suffisamment abstrait pour assurer une jouabilité) pour que les joueurs mobilisent réellement les cognitions (raisonnement, catégorisation, référents, etc...) qui entrent usuellement dans leur compréhension du littoral et du système camarguais. Comme il sera vu plus loin, cette première condition paraît satisfaite. Il est en effet notable que le jeu de rôle a vu se reproduire dans son déroulement des cognitions et des processus que les enquêtes ethnologiques et sociologiques ont enregistrés plus largement sur le delta dans les autres volets de ce projet et les travaux antérieurs. **Ce point, qui apparaîtra en détail dans ce qui suit, doit d'ores et déjà être mis en exergue, car il indique que la construction du jeu et la jouabilité du scénario et des rôles sont pertinents et rendent possible l'écho de phénomènes plus larges.** Le travail collectif et interdisciplinaire entre les différents volets de CamAdapt semble bien avoir doté le jeu de qualités à la fois réalistes, pertinentes et jouables permettant que des perceptions et des processus sociologiques puissent se « recontextualiser » dans une séance de jeu. Cela plaide pour une opérativité du jeu en contexte de questionnement gestionnaire.

Une seconde condition doit être remplie pour que le jeu s'approche de son objectif : les interactions entre joueurs doivent dans leur déroulement permettre (aux acteurs comme aux chercheurs) d'identifier et de questionner des processus entrant dans la connaissance et l'innovation collective. Il ne suffit donc pas que les joueurs aient dans le temps de la séance de jeu amorcé un apprentissage individuel et collectif des dynamiques d'évolution du delta (par exemple) ou qu'ils aient esquissé ensemble des éléments d'une solution adaptative. Il faut encore que les processus qui permettent - ou inversement empêchent - les acteurs de produire collectivement des connaissances ou des innovations deviennent, au cours de débriefing, visibles aux acteurs, afin de favoriser une réflexivité sur les processus d'adaptation.

A bien des égards, cette seconde condition gagne à être abordée à partir des théories de la médiation sociale de l'apprentissage (Roux et Gilly, 1993 ; Gilly *et al.*, 2001), lesquelles abordent l'apprentissage collectif à partir des modalités d'interaction entre acteurs en situation de résolution collective d'un problème. Des nombreux facteurs étudiés par ce champ, on se concentrera sur un élément à partir duquel ce champ théorique rencontre celui du versant habermassien des théories de la démocratie participative : l'importance de la décentration cognitive dans la construction d'apprentissage collectif et, plus encore, dans la résolution collective de problèmes (une convergence notable est également à souligner avec Moscovici et Doise, 1992). Lorsque des individus sont en situation de devoir résoudre collectivement un problème (par exemple, définir des solutions d'adaptation à un aléa naturel) et de prendre une décision, ils mobilisent des cognitions très inégalement réparties parmi eux (certains n'ont aucune connaissance, d'autres en ont de nombreuses, etc.) et tendent à formuler le problème à partir des raisonnements et des catégories qui sont pertinents par rapport à leurs propres connaissances, à leur propre activité et à leurs propres intérêts. Les interactions sociales entre ces acteurs participent à l'apprentissage collectif si elles obligent à une décentration cognitive des acteurs qui adaptent, reformulent, refondent leurs cognitions pour parvenir à comprendre les autres participants autant qu'à être compris par eux. La décentration cognitive est de ce

fait tenue comme un phénomène majeur de l'apprentissage collectif et de l'innovation conceptuelle et décisionnelle.

Nous ne suivons comme ligne d'analyse que ce seul facteur, celui de l'évolution par décentration cognitive dans le cadre de séances de jeu. Parmi les nombreux facteurs entrant en ligne de compte dans l'apprentissage collectif et l'innovation partagée, on se focalisera donc sur la capacité du jeu de rôle à utiliser des dissensions importantes dans la problématisation par les usagers des solutions adaptatives, à faire exprimer des écarts interindividuels entre les évaluations des situations, étant entendu que le rééquilibrage de ces écarts est le plus souvent synonyme d'apprentissages individuels et collectifs mais aussi d'innovations conceptuelles ou décisionnelles.

On se limitera ici à mettre en exergue la reproduction au sein du jeu, sous une forme élémentaire, que de trois processus qui peuvent être observés à une échelle sociologique plus large, incluant notamment l'espace public : 1) l'existence de formes de raisonnement minorant la recherche de solutions adaptatives, alors même que les acteurs sont pleinement sensibles aux risques littoraux ; 2) un processus ayant trait aux dynamiques d'autorité épistémique ; 3) la variabilité des perceptions selon les usages.

Tous ces processus ont en commun dans le cadre empirique retenu de jouer positivement ou négativement sur le décalage entre les connaissances et les perceptions des différents acteurs. L'apprentissage comme l'innovation décisionnelle repose sur un rééquilibrage majorant des écarts de connaissances et de perceptions entre les acteurs, c'est-à-dire sur la production ou l'élargissement des cognitions de chaque acteur en vue d'accéder à la compréhension que les autres acteurs se font du problème (par le partage de connaissances entre acteurs, par la réévaluation de ses propres catégories, par l'application d'un schème de raisonnement à un nouveau domaine, etc.). Ces trois processus que nous allons détailler conditionnent, lors des interactions au sein de l'espace public, soit la reconnaissance (la vocalisation) d'un écart entre les connaissances et les perceptions en présence, soit, dans le cas où cet écart est perçu par les acteurs, la production de nouvelles cognitions permettant de rééquilibrer les connaissances et de dépasser les désaccords.

La mise en évidence de ces processus doit doter le jeu d'un intérêt opérationnel supplémentaire. Si un des objectifs appliqués du jeu est que les acteurs accroissent leurs perceptions des interdépendances entre leurs usages et le jeu de ces interdépendances dans l'évolution du delta, on peut penser que l'accent mis sur ces processus pourrait également accroître la perception que ces acteurs ont de leurs modes d'interaction dans l'espace public, ainsi des dynamiques entrant dans la diffusion et l'utilisation des connaissances scientifiques.

Détaillons ces processus.

2.1 Des formes de raisonnement minorant la recherche de solutions adaptatives par des acteurs pleinement sensibles aux risques littoraux

L'analyse de l'espace public et l'enquête sur les perceptions ont montré que parmi les modes d'appréhension de l'évolution du littoral, certains raisonnements tendaient à désinvestir les habitants et les usagers d'une réflexion sur les actions publiques à mener, alors même que ces acteurs ne minoraient aucunement les dynamiques d'évolution de delta et du littoral.

Deux types de raisonnement sont concernés en particulier. En premier lieu, certains acteurs peuvent adopter un fort fatalisme dans leur raisonnement. Pour ces acteurs, la submersion, l'élévation du niveau marin et l'érosion sont absolument inévitables et conduiront à brève ou

moyenne échéance (de 20 à 50 ans) à la disparition de la Camargue ou tout comme la réduction de la disponibilité en eau douce conduira à la disparition des marais roséliers de Petite Camargue. Cette perception marque une sensibilité forte aux risques, mais conduit, en un sens, à une désensibilisation quant à la recherche d'adaptations possibles. La réflexion s'abandonne à un fatalisme qui consiste à un renoncement abstrait et à une attente relativement passive. Cette conception est parfois renforcée par l'affirmation d'une impuissance face aux intérêts agricoles et politiques supérieurs qui s'imposent aux locaux, ou d'une impuissance face à la nature, qui doit reprendre ses droits, réduisant en cela l'adaptation au seul abandon. Ces deux attitudes que l'on enregistre dans l'espace public étaient présentes, bien que moins affirmées, chez un joueur qui affirmait que tout dépend de la rentabilité des terres donc de la politique agricole commune (PAC) ou encore un autre participant au jeu qui affirmait que lorsque « la mer veut reprendre ses droits, on ne peut pas toujours forcer ». Très rapidement dans le jeu, cet acteur s'affirme favorable à un « abandon » du territoire, sans par ailleurs discuter des conditions d'un tel abandon. Il renonce à la protection de l'unité urbaine lorsque débute le scénario d'érosion du littoral au droit de ce village. Si la protection par une digue lui paraît à terme inutile, la recomposition d'un cordon dunaire lui paraît encore plus inutile : « vaut mieux rien faire ».

Lorsqu'un projet de création d'un centre de vacances dans cette unité urbaine émerge, il marquera son désaccord au nom du fait qu'il faudrait rebâtir ce village tous les ans. Une certaine désensibilisation fataliste par rapport à l'adaptation au risque paraît caractériser son attitude. Sous la forme de ce renoncement, il ne discutera ni d'une adaptation de la structure d'accueil touristique ni d'activités économiques suppléant l'éventuelle impossibilité d'installer des infrastructures touristiques.

Le déroulement du jeu prend son importance ici. Cette attitude première est confrontée à celle d'autres joueurs grâce à la rapidité des échanges et aux réactions successives aux évolutions du delta que seul le caractère artificiel du jeu permet. L'obligation faite au joueur de réagir à des aléas très rapprochés (nécessité à laquelle était arrivée la co-construction des scénarios du déroulement du jeu par l'ensemble des équipes de CamAdapt) ne permet pas à cet acteur de rester dans cette attitude de fatalisme passif. Celui-ci doit entrer en discussion avec des tentatives d'adaptation entreprises par les autres usagers et, inversement, sa forte évaluation du risque profite comme d'un aiguillon pour pousser la réflexion collective à répondre à des risques importants. On peut penser que la brièveté des délais entre la prise de décision et la résultante matérielle de ces choix est de nature à favoriser cet effet d'entraînement dans les échanges, conduisant à une décentration d'une attitude de simple résignation fataliste. Le débriefing du jeu peut alors permettre un retour sur les attitudes initiales et, de là, un étalonnage des cognitions (ne serait-ce que par auto-évaluation, ce qui pourrait être le mécanisme le plus pérenne en matière d'apprentissage, (Rawson *et al.* 2012)

Il convient de se garder de généralisation trop hâtive à partir de cette séance de jeu. Néanmoins, on peut penser au regard de ce qui précède que le jeu de rôle peut fournir une situation d'interaction sociale utile à la réévaluation des attitudes envers l'adaptation au risque. Ce caractère positif dépend de deux facteurs : un calibrage adéquat du scénario par rapport à la succession des aléas et au temps de réaction du milieu aux décisions prises et une hétérogénéité des attitudes en présence permettant des effets d'entraînement.

2.2 Dynamiques d'autorité épistémique et autorité à agir

Ainsi que l'enquête sociologique et ethnologique l'a montré, la place occupée dans l'espace public par la gestion du littoral dépend de grandes proportions des dynamiques

d'autorité épistémique. Depuis la perception des caractéristiques de l'aléa, jusqu'à la « polémisation » des débats, un élément majeur réside dans la capacité d'un énonciateur à se faire reconnaître comme faisant autorité pour la connaissance des aléas littoraux, des évolutions géomorphologiques, etc.

Plusieurs phénomènes entrent en ligne de compte. D'une part, un individu donné sera davantage sensibilisé par un énoncé à propos duquel il attribue une autorité épistémique à son énonciateur. Mais le domaine pour lequel un acteur peut revendiquer une autorité épistémique est souvent flou et toujours sujet à interprétation. On a pu voir que dans le cas de la protection de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer, cette question était régulièrement posée dans l'espace public à propos des « experts » scientifiques : leur autorité épistémique est parfois simplement déniée par des acteurs locaux, d'autres fois, c'est l'étendue du domaine de leur autorité épistémique qui est récusée - cela étant patent lorsque l'expertise revendique de s'étendre à des préconisations de gestion. Dans les deux cas, une partie des acteurs locaux se rend peu sensible aux constats scientifiques (par exemple à l'analyse des processus d'érosion sous marine des enrochements). D'autre part, la non-reconnaissance par des acteurs publics d'une autorité épistémique à des usagers ou habitants non experts, mais néanmoins porteurs d'une connaissance réelle du littoral, peut également conduire au désinvestissement de ces derniers dans l'espace public et, éventuellement, à l'affaiblissement de la portée des arguments scientifiques auprès d'eux. Phénomène observé à plusieurs reprises au cours des dix dernières années en Petite Camargue au sujet de la gestion des roselières.

L'importance de l'autorité épistémique est accrue dans les situations où autorité épistémique et autorité dans l'aménagement du territoire tendent à s'entrecroiser.

Le déroulement du jeu de rôle permet d'intégrer certaines des dynamiques d'autorité épistémique à condition, bien sûr, de rester au simple niveau des conditions d'interaction et d'intersubjectivité des agents.

En effet, très rapidement dans le jeu, lorsque la décision collective porte sur la gestion de l'exutoire des étangs centraux à la mer, deux acteurs s'abstiennent de prendre part à la réflexion et s'excluent d'eux-mêmes de la prise de décision, car ne se reconnaissant pas légitimes en raison de la faible connaissance du système hydraulique qu'ils s'attribuent. Cette situation ne nous paraît pas artéfactuelle, elle fait écho à des cas bien concrets. Elle est également illustrative (sinon révélatrice) de présupposés forts (et tacitement ratifiés par les autres joueurs) à propos de la gestion participative : la participation doit se faire sur la base d'une expertise individuelle. Or cela n'appelle aucune évidence. La participation d'un usager à une instance collective de décision peut être légitimée, par exemple, par la volonté de faire valoir et respecter son droit d'usage du territoire, d'autres acteurs se chargeant alors de suppléer aux insuffisances épistémiques de cet usager, qui seul, en revanche, peut faire valoir son droit à une gestion favorable à ses intérêts. De plus, un acteur peut également se sentir légitime de participer à la gestion concertée en raison de sa capacité à être utile au collectif sur des critères autres qu'épistémiques. On peut, par exemple, parfaitement ignorer le fonctionnement hydraulique d'un delta et néanmoins être indispensable à la prise de décision collective en raison de sa capacité à débattre de critères éthiques, économiques, culturels, etc.

L'apriori technocratique (non au sens péjoratif, mais au sens propre du terme, c'est-à-dire, au sens du pouvoir de décision attribué aux détenteurs de connaissances) portant sur la gestion participative peut conduire des acteurs à s'exclure de celle-ci et d'autres acteurs à admettre cette exclusion. Ici, autorité épistémique et autorité dans la gestion du territoire tendent à être confondues dans les conceptions implicites de l'action collective concertée. Bien évidemment, cet enjeu dépasse très largement le cadre du jeu de rôle. Toutefois, deux remarques s'imposent. D'une part, la jouabilité du jeu et la pertinence de son scénario permettent de

faire émerger au sein du jeu des tendances que nous avons pu observer en situation réelle. D'autre part et en raison de cela, si les phénomènes d'auto-exclusion des acteurs pour des raisons épistémiques dépassent le cadre du jeu de rôle, le débriefing post-jeu peut fournir la possibilité d'une explicitation par les acteurs de pareils phénomènes qui doivent leur existence au caractère tacite et implicite des raisonnements à l'œuvre.

Le problème de la reconnaissance de l'autorité épistémique des différents acteurs a par ailleurs été posé par un joueur lorsqu'il fut question de réagir à la première érosion du trait de côte (tour n° 3). Rapidement, le joueur ayant pour rôle celui de l'élu d'une agglomération de front de mer a choisi comme solution pour protéger l'unité urbaine de construction une digue frontale et d'aménager hors zone urbaine un espace de liberté à la mer. Un des joueurs, pêcheur de son état, soulève le risque de contournement par la mer des protections frontales, du fait de l'instauration d'une zone non endiguée. Les autres joueurs ne relèvent pas son intervention et ça ne sera qu'au tour suivant que le risque de contournement sera reconnu par tous les joueurs, notamment parce qu'il aura fait l'objet d'un constat par des acteurs plus « experts ». Mais ce premier joueur ne manque pas de relever le traitement qui a été fait de sa parole. En tout état de cause, la non-reconnaissance de son autorité épistémique se traduit par le retard d'un tour, ce qui conduit l'action collective d'une situation de prévention d'un aléa de contournement de l'ouvrage (*adaptation par anticipation*, cf. supra) à une situation de réaction à ce contournement avéré au tour n° 5 (*adaptation par réaction*). La place des dynamiques d'autorité dans le passage d'une gestion préventive à une gestion réactive peut de cette façon être abordée dans le débriefing et conduire les acteurs à un questionnement de leurs interrelations dans l'espace public.

2.3 L'inscription dans les échanges de la variabilité des perceptions selon les usages

Le jeu – et c'est là un de ses apports majeurs – a fait émerger une modalité d'adaptation spécifique : l'implication du gestionnaire d'espace naturel dans la production de solutions adaptatives aux changements littoraux (érosion, submersion, salinisation des terres), et ce, au-delà de son domaine d'action. Ainsi lorsqu'un joueur dans son propre rôle de gestionnaire d'espace naturel propose de recourir au Conservatoire du littoral pour se porter acquéreur de terrains promis à l'érosion et /ou à la submersion marine. Cette stratégie adaptative, après plusieurs échanges entre joueurs, est apparue comme souhaitable à l'ensemble des acteurs, du moment où les conditions de maintien de leur propre activité étaient satisfaites. Cette adhésion fut partagée y compris par un des acteurs jouant le rôle d'exploitant agricole, mais pêcheur de son état, qui s'est montré favorable à cette stratégie de gestion, laquelle s'accompagnait de l'installation d'un droit de pêche sur les espaces reconquis par la mer. Tout cela donne à penser qu'il y a là un raisonnement adaptatif à prospecter sur le territoire, en questionnant toutes les limites qui peuvent se poser dans un contexte réel mélangeant propriétés publiques et privées.

Mais, précisément, la prospection d'un tel raisonnement dans le cadre de la gouvernance du territoire doit nous inviter à interroger un autre point. Sur le fond, les joueurs n'ont pas questionné cette impulsion du gestionnaire d'espace naturel et la sortie de son domaine « normal » d'actions. Tacitement ou implicitement, il a été tenu pour évident que la proposition du gestionnaire devait être évaluée sur sa capacité à résoudre la crise soulevée par la rupture des digues et par la submersion marine. Cette remarque peut paraître évidente, mais trouve son intérêt au regard de ce qui n'est pas questionné. En terme de gestion du littoral, l'action du gestionnaire paraissait être évaluée au regard des contraintes qu'elle résout,

mais aucunement au regard de contraintes qu'elle créerait éventuellement à son tour. Certes, la question était posée de la création d'une zone refuge pour le bétail dans l'hypothèse où on laisserait la mer rentrer dans les terres. Mais l'action du gestionnaire n'était pas abordée comme pouvant elle-même créer des contraintes pesant sur la capacité à gérer les évolutions du littoral. Dans quelle mesure l'action « salvatrice » du gestionnaire d'espace naturel n'exercerait-elle pas à son tour un effet sur ses propres objectifs de conservation de la biodiversité et aussi sur la capacité globale du territoire à s'adapter aux évolutions du littoral ?

Sans nul doute, les conditions matérielles du déroulement du jeu ont contribué à ce que cette question n'émergeât pas. Il est néanmoins des perceptions d'une catégorie d'usagers qui, si elles avaient été vocalisées, auraient pu créer une dissonance suffisamment forte pour lever un questionnement de fond sur le rôle du gestionnaire d'espace naturel en matière d'adaptation aux évolutions du littoral, voire sur les différents paradigmes liant la conservation des espaces naturels et l'adaptation globale du delta.

En effet, certaines positions n'ont pas été représentées dans le jeu, car elles auraient nécessité la création d'un rôle très peu jouable, ce qui aurait été défavorable à l'ensemble du jeu. Nous pensons ici au rôle de pêcheur au petit métier (nous disons bien le rôle, car l'activité, elle, était représentée au travers de « cartes-action »). Cet aspect n'est pas crucial pour la mise en œuvre du jeu et pour les conditions d'intercompréhension des usagers du territoire. Néanmoins, l'enquête ethnologique a révélé auprès de cette catégorie d'usagers une compréhension des aménagements littoraux qui auraient pu largement bénéficier aux processus de réflexion et éventuellement d'apprentissage au sein du jeu. Notons avant de préciser ce point que le point de vue des pêcheurs est de facto, dans la réalité des scènes de concertation, accessible aux autres usagers et aux acteurs publics et contribue à l'évolution des perceptions de ces derniers, parfois à leur insu ou à leur corps défendant.

En effet, les enquêtes ethnographiques et de géographie humaine révèlent (voir partie 2 et 3) que certains usagers, tels que les telliniers, pêcheurs à pied, chasseurs de gibier d'eau, récoltants de roseaux, évaluent au fil de leur expérience quotidienne que l'adaptation de leur activité professionnelle est davantage en prise à des évolutions du mode de gestion et des contraintes d'accès qu'à des évolutions physiques ou écologiques qu'ils acceptent pour certains parfaitement pour d'autres (chasseurs, récoltants) tendent à limiter la variabilité et les effets non recherchés via des aménagements ou des modifications des pratiques.

La verbalisation d'une telle conception dans le débriefing du jeu permettrait de faire porter le questionnement des joueurs sur l'étendue des actions qui peuvent être prises en charge par un gestionnaire d'espace naturel. Plus encore, cette dissonance permettrait d'étendre le travail de problématisation des usagers au-delà de l'efficacité des propositions du gestionnaire d'espaces naturels pour considérer, en retour, l'effet propre de ces actions sur l'adaptabilité globale du delta. Le rôle du gestionnaire d'espace naturel serait alors perçu dans une interdépendance plus forte avec les autres usages.

3. Perspectives

Les résultats et outils de simulation développés dans le cadre de CAMADAPT sont destinés à être utilisés à trois échelons de réflexion et d'apprentissage.

Le premier se situe au niveau individuel. Il s'agira lors d'ateliers de réflexion d'utiliser le simulateur « mar-o-sel » développé par la Tour du Valat avec des usagers des marais privés et publics. Il s'agira via l'usage et la discussion autour des scénarios testés et de leurs résultats, de questionner à la fois les connaissances techniques, scientifiques et empiriques des usagers et

des scientifiques mais aussi les conséquences du changement climatique sur la disponibilité saisonnière de l'eau et la dynamique des ressources naturelles et des paysages. Ces expérimentations individuelles permettront une mise en capacité réflexive des acteurs quant à la gestion future des marais.

Le second se situe au niveau collectif. La gestion adaptative de systèmes socio-écologiques complexes demande une coordination des actions pour parvenir à des objectifs partagés. La coordination des actions demande un niveau de compréhension partagée du système ou de la situation. Alors que l'usage du premier simulateur permet d'explorer comment les individus pensent et interagissent avec leur monde, l'outil est très limité pour penser les interdépendances et les effets de voisinages sur les milieux et les activités humaines. Les deux ateliers participatifs de juin et décembre 2013 (cf. annexes 1 et 2) conduits en Camargue gardoise seront poursuivis via la mise en place d'un atelier permanent avec le syndicat mixte de gestion de la Camargue gardoise. Une vingtaine de volontaires se sont engagés à participer à ces discussions et à mettre en œuvre avec les services de la mairie des pratiques de gestion adaptatives, facilitées par la mise en place du SAGE et l'installation de systèmes de mesures des hauteurs d'eau et de la salinité en temps réel. L'atout principal du simulateur ReedSim est sa spatialisation des dynamiques et l'intégration des effets de voisinage et du multi-usage, il permet de poursuivre l'exploration de scénarios avec des endiguements et des choix individuels et collectifs de gestion afin de discuter des conséquences sur les différents paramètres dans le contexte d'une évolution climatique avec de fortes pluies, des inondations, des étés secs, une érosion littorale, des étiages printaniers et estivaux (évolution du coin salé dans le Petit Rhône ; évolution de la qualité de l'eau ; arbitrages pour l'allocation de la ressource en eau).

Le troisième et dernier se situe au niveau territorial. Le jeu de rôles CAMADAPT va être utilisé à des fins de sensibilisation du grand public aux changements globaux avec le CPIE. Cette expérience a été également présentée lors de la conférence Internationale « Resilience 2014 » le 5 mai 2014 lors d'un workshop. Le jeu devrait enfin être utilisé lors de formation en master d'écologie et de gestion des territoires à Montpellier ainsi qu'avec l'ATEN sur la médiation territoriale et la gestion adaptative. De plus afin de poursuivre l'intégration des outils développés, nous avons construit les bases fonctionnelles d'un simulateur CAMADAPT. Disponible dans 2 résolutions spatiales (10 et 1 ha), il permettra d'intégrer l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement des milieux agricoles et naturels et d'explorer des scénarios de gestion à l'échelle du delta de façon complémentaire au jeu de rôles. Son achèvement sera néanmoins dépendant des financements futurs. Sur le plan plus théorique de la résilience des systèmes socio-écologiques, cet outil permettra d'explorer et évaluer collectivement d'une part, la quantité de perturbation qu'un système peut absorber tout en restant dans le même domaine d'attraction, et d'autre part la capacité du système camarguais à s'auto-organiser (versus une organisation forcée par des facteurs externes) et ainsi la capacité du système dans son ensemble à apprendre et s'adapter.

Valorisations

Publications (parues, soumises et *in prep*)

Allouche A. L'objectivation du territoire dans la gestion participative. Les facteurs épistémiques de l'intégration des représentations des habitants à la prise de décision, soumis dans *Nouvelles Perspectives en Sciences Sociales*

Allouche A., Dervieux A., Nicolas L., Adaptation au changement global par renaturation dans une zone humide littorale, le delta du Rhône. Une réponse à l'épuisement d'une gestion concertée de l'eau? *Territoires en Mouvement*, à paraître dans le numéro spécial « Gestions alternatives de la ressource en eau : approches territoriales »

Allouche A., 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 and cohesion*, vol 1 issue 3, pp 67-92

Allouche A., Nicolas L., Entre perceptions, publicisation et stratégies d'acteurs, la difficile inscription des risques littoraux dans l'action publique. Focus camarguais, Soumis dans *Vertigo*
Bousquet F., **Mathevet R.**, Le Page C., Agent-based modelling and biodiversity conservation : a review. Soumis.

Chauvelon P., Boutron, O., Loubet, A., M. Pichaud, Sandoz, A., and P. Höhener (in prep). Combining multi source data to estimate a suspended sediment budget for a Mediterranean deltaic hydro-system (Rhône delta, France).

Chauvelon P., Boutron, O., Loubet, A., Höhener, (in prep). Towards adaptive integrated water management for a Mediterranean deltaic lagoon system (Rhône Delta, France): Part II: Prospective simulations.

Chauvelon P., Boutron, O., Loubet, A., Pichaud, M., Coulet, E., Cherain, Y., Höhener, P., (in prep). Towards adaptive integrated water management for a Mediterranean deltaic lagoon system (Rhône Delta, France): Part I: Elaboration and validation of the hydrosystem model.

Chauvelon P., Boutron, O., Loubet, A., Sandoz, A., Höhener, P. (2013). A story of water, salt and sediments: constraints for adaptive management in the River Rhône delta. In: *Deltas: landforms, ecosystems and human activities*. IAHS special publication n°358, 2013. 176-184.

Davranche, A., G. **Lefebvre**, & B. **Poulin**. (2010). Wetland monitoring using classification trees and SPOT-5 seasonal time series. *Remote Sensing of Environment* 114:552-562.

Delmotte S., Barbier J.M., Mouret J.C., Le Page, C., Wery, J., **Chauvelon P.**, Sandoz, A., Lopez-Ridaura S. (Agricultural systems; en révision). Participatory integrated assessment of agricultural systems at different scales in Camargue, South of France.

Lambert M.L., GIZC et élévation du niveau marin - vers une gestion innovante des littoraux vulnérables, actes du colloque « les territoires de la GIZC, Boulogne sur mer, 22-23 janvier 2013, *revue Vertigo* Hors série 18 décembre 2013, <http://vertigo.revues.org/14331>

Lambert M.L., Maris V. et Brun C. 2013, Innovation et renoncement – réflexions sur la complexité du droit des risques environnementaux, in J Mestre et L. Merland (dir) *Droit et innovation* PUAM, 2013, p. 305-318.

Lambert M.L., «Le littoral face aux changements climatiques : la gestion des risques de submersion marine », *Revue Méditerranée (Journal of Mediterranean geography)*, n° 115 - numéro spécial : Rivages méditerranéens : faire reculer la ville, se protéger de la mer, 2010, p.131-138

Lambert M.L., direction d'un ouvrage collectif + article : « Le recul stratégique - De l'anticipation nécessaire aux innovations juridiques », in : *Droit des risques littoraux et changement climatique - connaissance, anticipation, innovation*, à paraître éditions Vertigo 2014

Lefebvre, G. & B. Poulin. Contribution of rainfall vs water management to Mediterranean wetland hydrology: development of an interactive simulation tool to foster adaptation to climate variability. Pour soumission à *Environmental Modelling & Software*, *in prep.*

Loubet, A., Boutron, O., Höhener, P., Pichaud, P., **Chauvelon**, P (in prep pour re-soumission). A quantitative approach of water management and suspended sediment fluxes in a coastal Mediterranean wetland (Rhône delta, France).

Loubet, A., Boutron, O., Pichaud, M., Höhener, P., Coulet, E., Cherain, Y., **Chauvelon**, P. (to be submitted to *Hydrology and Earth System Sciences*). Towards adaptive integrated water management for a Mediterranean deltaic lagoon system (Rhône Delta, France): Part I: Elaboration and validation of the hydrosystem model.

Loubet, A., Pichaud, M., **Chauvelon** P., 2010. Gestion hydraulique et flux hydro-sédimentaires dans l'Île de Camargue. LA HOUILLE BLANCHE/N° 6-2010, DOI 10.1051/lhb/2010064.

Mathevet R., Allouche A., Nicolas L., Resilient wetland, resilient people: theorizing the adaptive management regime of a protected social-ecological system. In prep.

Mathevet R., Couespel A. – *Waterfowl Hunting and Ecologization: Adaptation of the Camargue hunting system to global norms and values' changes*. In prep.

Mathevet R., Couespel A. (2012) – Histoire environnementale et Political Ecology des marais du Scamandre en Camargue occidentale in Gauthier D. & Benjaminsen T. (sous la dir.). L'approche Political Ecology. Pouvoir, savoir, environnement. Quaeed. Paris. Sous presse.

Mathevet R., Guillot F., Fourcade J.N. – *Making sense of global change and adaptation: the case study of the water management in the French Western Camargue*, in prep.

Mathevet R., Peluso N., Robbins P., Couespel A. – Why History Matters to Ecology and Political Ecology: Water, Reeds and Biodiversity in the French Western Camargue, soumis.

Mathevet R., Vuillot C., Sirami C., . Effective nature conservation on farmland: can we change our own models, not just the farmers'? *Conservation Letters*, sous presse.

Poulin, B., A. Davranche, and G. Lefebvre. 2010. Ecological assessment of *Phragmites australis* wetlands using multi-season SPOT-5 scenes. *Remote Sensing of Environment* 114:1602-1609.

Ullmann A., et **Sabatier F.**, 2010. Les types de temps associés aux risques d'inondations et d'érosions en Camargue : éléments de diagnostic et de perspectives pour le 21e siècle (1993-2100). *EchoGéo [En ligne]*, 14, mis en ligne le 16 décembre 2010. URL : <http://echogeo.revues.org/12190>

Conférences, Workshops et séminaires

Allouche, A., Dervieux A Nicolas L. « la difficile appropriation de la transformation des paysages des salins en Camargue », Colloque international « Paysages et patrimoine – connaissance, reconnaissance, protection, gestion et valorisation », Blois, septembre 2013

Allouche, A., Dervieux, A., Nicolas, L., (2011). Discordances et concordances de l'eau agricole dans le delta du Rhône. Actes Colloque International : Usages écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en Méditerranée : Quels enjeux pour quels services ? Université de Provence, Marseille, 20-21 janvier 2011

Barnaud C., D'Aquino P., Daré W., Fourage C., **Mathevet R.**, Trébuil G., 2010. Démarches participatives et asymétries de pouvoir : éliciter et interroger les positionnements, Colloque OPDE 2010 (Outils Pour Décider Ensemble), 25-26 octobre 2010, Montpellier. Communication orale..

Boutron O., Loubet A., Bertrand O., Höhener P., Coulet E., Chérain Y., **Chauvelon P.**, 2011. Modeling of a managed coastal Mediterranean wetland with TELEMAC-2D: the Vaccarès lagoons system (Rhône delta, Camargue, France). Proceedings of the XVIII Telemac and Mascaret User Club.

Boutron, O., Loubet, A., Höhener, P., **Chauvelon, P.** (2012). Modélisation de l'hydrosystème Vaccarès: complémentarité d'une approche hydrodynamique et conceptuelle. Séminaire final du projet START MaghLag ; Tunis, 25-27 juin 2012.

Chauvelon , P., Boutron, O., Loubet, A., M. Pichaud, and P. Höhener (2012). Combining multi source data to estimate a suspended sediment budget for a Mediterranean deltaic hydro-system (Rhône delta, France). International Conference on Sediment Transport Modeling in Hydrological Watersheds and Rivers, November 14-16, 2012, Istanbul, Turkey.

Chauvelon, P., Boutron, O., Loubet, A., Sandoz, A., Höhener, P. (2013). A story of water, salt and sediments: constraints for adaptive management in the River Rhône delta. Oral presentation; IAHS-IAPSO-IASPEI Joint assembly, "Knowledge for the future"; Session: Deltas: landforms, ecosystems and human activities. Gothenburg, Sweden, July 22-26th 2013.

Delmotte, S., Lopez-Ridaura, S., Goulevant, G., Mouret, J.C., Le Page, C., **Chauvelon, P.**, Sandoz, A., Barbier, J.M., Wery, J., 2011. Combining different modelling approaches for a participative assessment of alternative agricultural systems at different scales. Proc. 5th World Congress of Conservation Agriculture incorporating 3rd Farming Systems Design Conference, September 2011 Brisbane, Australia.

Lambert ML & Nicolas L : « Habitations littorales et élévation du niveau de la mer – De la précarité climatique à l'occupation temporaire » Colloque Actualités de l'habitat temporaire Université de Montpellier, 10-12 octobre 2013

Lambert M.L. , participation au colloque du projet de recherche ObservER (observation de la recherche sur la prise en compte de l'adaptation aux changements climatiques dans l'urbanisme : analyse critique et dynamique de l'offre et de la demande pour la formulation de préconisations) : ADEME, Burgeap, Conseil général de l'Hérault, Atelier 3 « Matrice juridique de l'adaptation au changement climatique », 14 et 15 mai 2014, Montpellier, Conseil général de l'Hérault

Lambert M.L « Habitations littorales et élévation du niveau de la mer – Quelle adaptation du droit de propriété à la précarité climatique ? » présentation au colloque AlterProp- "Alternatives de propriété pour l'habitat" séminaire final de l'ANR « Partages des espaces habités : vers des formes alternatives de propriété », Tours 28-20 octobre 2013

Lambert M.L. « Risques littoraux: évolution du droit et prospective » présentation au séminaire de la Fédération de Recherche Eccorev « changement climatique et littoraux », 21 juin 2013, Ecopole de l'Arbois, Aix-en-Provence

Loubet, A., Boutron, O., Bertrand, O., **Chauvelon, P.**, (2011). Two-dimensional hydrodynamic modeling of a managed coastal Mediterranean wetland: the Vaccarès lagoon system (Rhône delta, Camargue, France). Oral Presentation at the IUGG 2011 General Assembly, in Melbourne, 28 June - 7 July 2011.

Mathevet R. et al. 2012. Historical Political Ecology of wetlands and modeling issues, International Workshop “Ecologies for the Future: Connecting Resilient Landscapes and Models”, invite presentation orale Stockholm Resilience Centre, 13 février 2012.

Mathevet R. et al. Wine, Reed, Rice: a Political Ecology History of the French Western Camargue, Conférence Internationale de l'Association of American Geographers, 2010 – Washington 14-18 avril 2010. Communication orale.

Mathevet R., « Participer aux nouvelles formes d'action collective », XVIème Congrès des Conservatoires d'espaces naturels « Prendre soin de la nature ordinaire » Corum de Montpellier du 3 au 7 novembre 2010. Invité comme discutant.

Mathevet R., 2010. Biodiversity and Territorialities: Environmental History and Political Ecology of the French Western Camargue International Workshop « Social studies on biodiversity : knowing nature ». 16-17 Novembre 2010. CEMAGREF, Grenoble. Invité pour une communication orale.,. Projet Pan-Bioptique, ANR.

Mathevet R., 2010. Participatory Modelling and Wetland Conservation, Sino-French seminar on Biodiversity and management of natural resources. CAS-BSTRE/CNRS-INEE. Invité communication orale. 8 octobre 2010. Tour du Valat.

Mathevet R., 2011. Resilience of wetland with multiple uses: insights from the Biosphere Reserve of Camargue, International Workshop « Resilience, Water and Foresight » Invité presentation orale. Montpellier, Agropolis, January 18 and 19, 2011. CEMAGREF-CIRAD-Ministère de l'Ecologie.

Mathevet R., Couespel A., 2011. Territorialisation de la biodiversité et écologisation des pratiques agricoles et cynégétiques, Colloque national « Ecologisation des politiques et des pratiques agricoles », Présentation orale INRA Avignon, 16-18 Mars 2011.

Mathevet R., 2014, Organisateur off site session Resilience and biodiversité conservation, Adaptive management, Conférence internationale Resilience 2014, Montpellier 5 Mai 2014.

Nicolas L., 2014, La perception des changements globaux en Camargue, séminaire du Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes Tour du Valat, 20 janvier 2014

Thèse, masters et stages

Doze E., « La gestion multi-acteurs des risques naturels : questions juridiques émergentes sur le littoral méditerranéen » Thèse CIFRE (Conservatoire du Littoral) sous la dir. de Lambert M.L (2012-2015)

Couespel A. (2010). Les marais du bassin du Scamandre : Quand les aménagements d'hier expliquent les conflits d'usages d'aujourd'hui. Approche géographique et historique des aménagements hydrauliques, puis mise en perspective de l'évolution du système socio-

écologique. Mémoire de Stage de master I Territoire, Société, Aménagement et Développement, spécialité Gestion des Espaces Ruraux Aménagement et Développement Local, UM3 Paul Valéry, CEFE CNRS Montpellier, 119p, ss. la dir. de Mathevet R.

Couespel A. (2011). La chasse et l'écologisation. Représentations Sociales, Discours et Stratégies cynégétiques : Le cas de la chasse camarguaise. Master II T.S.A.D, spécialité G.E.R.A.D.L., UM3 Paul Valéry, CEFE CNRS, Montpellier, 120p, ss. la dir. de Mathevet R.

Guillot F. (2011). Social Water Management in Camargue Gardoise: Stakeholders' mental model comparison, MScInternship Integrated Water management, Earth System Science Group, Integrated Water Management Team, Wageningen University, CEFE CNRS, SMCG, Montpellier, 67p, ss. la dir. de Mathevet R.

Loubet, A., 2012. Modélisation de l'Hydrosystème Vaccarès : contribution à une gestion adaptative des ressources en eau dans le delta du Rhône, France. Thèse Doctorat, Université Aix-Marseille, 334p, sous la dir. de Chauvelon P.

Vulgarisations et transferts

Chauvelon P., Participation aux réunions courantes de la CEDE et à la Commission gestion Eau Milieu Aquatique, Chasse Pêche du PNRC durant la durée du projet.

Chauvelon, P., Modélisation hydro-saline du système Vaccarès: un outil de simulation pour l'aide à la gestion courante et prospective. Présentation à la « Commission gestion de l'eau et des milieux aquatiques, chasse et pêche » du Parc Naturel Régional de Camargue, 17/09/13.

Chauvelon, P., Modélisation hydro-saline du système Vaccarès: un outil de simulation pour l'aide à la gestion courante et prospective. Présentation au Colloque ONEMA-OIE : « Quand gestion hydraulique rime avec continuité écologique dans les zones humides littorales », Nantes 30/09 et 01/10/13.

Collectif CamAdapt, Séance de jeu avec la Commission gestion de l'eau PNRC – Décembre 2013

Dervieux A « un exemple des conséquences au niveau local du changement global : l'île de Camargue » Cycle de conférences « Le changement c'est global » organisées par le CPIE Pays d'Arles en collaboration avec le PNRC, 14 novembre 2013

Lambert M.L, Intervenante à la conférence-débat des *Dealers de sciences*, (association des étudiants du master professionnel Médiation scientifique) « Eau-pressure climatique : la mer monte, et ensuite ? », Bordeaux 20/03/2012, maison écocitoyenne.

Mathevet R. 2010. Les mesures agri-environnementales : expériences camarguaises. Forum Scientifique Camargue – 40ème anniversaire du PNR de Camargue – 24 septembre 2010, Arles. Invité pour communication orale.

Mathevet R., 2010. Conflits d'usages et de la biodiversité en Camargue Gardoise : approche historique. Bio Diversité – Conférence débat organisée par le CPIE Rhône Pays d'Arles, PNR de Camargue, PNR des Alpilles. Hommes et biodiversité – usages et bienfaits. Musée Camarguais. 23 novembre 2010.

Mathevet R., 2011. Quand les aménagements d'hier expliquent les conflits d'aujourd'hui. Apport d'une approche en Political Ecology, Séminaire organisé par le Syndicat Mixte pour

la Protection et la Gestion de la Camargue Gardoise, Centre du Scamandre, Vauvert. 3 février 2011.

Mathevet R., Réseau régional des gestionnaires d'espaces naturels protégés du Languedoc-Roussillon. Invité comme témoin et synthèse de la journée « Contribution des espaces naturels littoraux au développement Local », témoignages d'élus et techniciens. 20 septembre 2013, Aigues-Mortes.

Nicolas L. « Voyez vous changer la Camargue? » Cycle de conférences « Le changement c'est global » organisées par le CPIE Pays d'Arles en collaboration avec le PNRC, 14 novembre 2013

Sabatier F., Intervention dans une émission de France télévision 3: La voix est libre. La Camargue va-t-elle disparaître ? 6 Avril à 11h30.

Bibliographie

- Abric, JC (1976). Jeux, conflits et représentations sociales. Thèse de Doctorat d'État. Université de Provence
- Acreman, M.C. Harding, R.J. Lloyd C.R. & D.D. McNeil. 2003. Evaporation characteristics of wetlands: experience from a wet grassland and a reedbed using eddy correlation measurements. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 7(1), 11–21.
- Allouche, A., Dervieux, A., Nicolas, L., Allard, P., Voiron, C., Chauvelon, P., Echalié, C., 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, 295p.
- Allouche, A., Dervieux, A., Nicolas, L., (2011). Discordances et concordances de l'eau agricole dans le delta du Rhône. Actes Colloque International : Usages écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en Méditerranée : Quels enjeux pour quels services ? Université de Provence, Marseille, 20-21 janvier 2011, 12p.
- ANEL (Association Nationale des Elus du Littoral) (2006), Actes des Journées d'Etudes ANEL « De la défense contre la mer à la gestion durable du système côtier », 27 et 28 avril 2006, Torreilles
- Anziani R., (2010) *Les conséquences de la tempête Xynthia*, Rapport du sénat n°647 du 7 juillet 2010.
- Basilico, L et al. (2011) Synthèse des actes séminaire du programme de recherche MEDDM « LITEAU » 18 et 19 octobre 2010, Fréjus
- Billet P., « Catastrophes naturelles : le retour du bouc émissaire ? » , *Environnement et développement durable* février 2013, p.3
- Blanc, J.J., (1977). Recherche en sédimentologie appliquée au littoral du delta du Rhône, de Fos au Grau du Roi. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 75(1193): 69.

- Bolduc, F. & A. Afton. 2004. Relationships between wintering waterbirds and invertebrates, sediments and hydrology of coastal marsh ponds. *Waterbirds* 27, 333-341.
- Borel L. (2012), *Histoire des Saintes-Maries-de-la-Mer*, ed. Errance, Paris
- Boutron, O., Loubet, A., Bertrand, O., Höhener, P., Coulet, E., Chérain, Y. & Chauvelon, P. (2011) Modeling of a managed coastal Mediterranean wetland with TELEMAC-2D: the Vaccarès lagoons system (Rhône delta, Camargue, France). In: *Proceedings of the XVIIIth Telemac and Mascaret User Club*, 19–21 October 2011, Chatou, France; 64–68.
- BRGM, *Etude des phénomènes de submersion marine sur le littoral de la commune des Saintes-Maries-de-la-Mer, Rapport de synthèse final*, janvier 2004
- BRL ingénierie, (2013a). Amélioration de l'évacuation des crues en Camargue insulaire. Phase 2 : Modélisation, étude de propagation et proposition d'un schéma d'aménagement. PNRC ; Rapport Juillet 2013, 146p.
- BRL ingénierie, (2013b). Amélioration de l'évacuation des crues en Camargue insulaire. Note de synthèse. PNRC, 30p.
- Brunel, C., Sabatier, F., 2009. Potential sea-level rise influences in controlling shoreline position for French Mediterranean Coast. *Geomorphology*, 107, 47-57.
- Cazenave, A. C., K. Cabanes, K. Dominh, et S. Mangiarotti, 2001, Recent sea level changes in the Mediterranean Sea revealed by TOPEX/Poseidon satellite altimetry, *Geophysical Research Letters*, 28, pp. 1607–1610.
- Centre Européen de Prévention des Risques d'Inondation *La gestion des digues de protection contre les inondations*, Février 2011
- Centre Européen de Prévention des Risques d'Inondation 2007, *Les digues de protection contre les inondations - La mise en œuvre de la réglementation issue du décret n° 2007-1735 du 11/12/2007*
- Chassain Roland, *Pour un plan de gestion du littoral camarguais*, Rapport de mission, 2010
- Chauvelon, P. 1996. Hydrologie quantitative d'une zone humide Méditerranéenne aménagée : le bassin du Fumemorte en Grande Camargue, delta du Rhône. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, 275 pp.
- Chauvelon P. (1998). A wetland managed for agriculture as an interface between the Rhône River and the Vaccarès lagoon (Camargue, France): transfers of water and nutrients. *Hydrobiologia* 373/374, 181–191.
- Chauvelon, P. (2009) Gestion Intégrée d'une Zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'Ile de CAMargue (GIZCAM). Rapport final, Programme LITEAU 2, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire, Fondation Tour du Valat, 84 p + annexes.
- Chauvelon, P., Pichaud, M., (2007). Modélisation du fonctionnement de l'hydrosystème Vaccarès dans l'Ile de Camargue en situation de crise hydro climatique. Contribution au rapport final IMPLIT « Impact des événements extrêmes (tempêtes et surcotes) liés au Changement Climatique sur les hydrosystèmes du littoral méditerranéen français ». Programme GICC-2 (Gestion et Impact du Changement Climatique), MEDD, Tour du Valat, mai 2007, rapport, 50 p.

- Chauvelon, P., Tournoud, M. G. & Sandoz, A. (2003) Integrated hydrological modelling of a managed coastal Mediterranean wetland (Rhône delta, France): initial calibration. *Hydrol. Earth System Sci.* 7, 123–131.
- Clus-Auby C. et al. (2006) « Le patrimoine foncier du Conservatoire du littoral et le changement climatique : scénarios d'évolution par érosion et submersion », *Annales de géographie*, 2006/2 n° 648
- Collectif (2013). Site des étangs et marais des salins de Camargue. Conservatoire du Littoral ; Parc Naturel Régional de Camargue, SNPN Réserve Nationale de Camargue, Fondation Tour du Valat. Rapport d'activités 2013, 162p.
- Collombat Y., Rapport au Sénat n°775 *Se donner les moyens de ses ambitions - les leçons des inondations du Var et du sud-est de la France* – 24 septembre 2012 Comité de la Prévention et de la Précaution de juin 2013 - *Adaptation aux changements climatiques – acceptabilité et gouvernance des risques*, 38 p. Juin 2013
- Comoretto, L., Arfib, B., Talva, R., Chauvelon, P., Pichaud, M., Chiron, S. Höhener, P., (2008). Runoff of pesticides from rice fields in the Ile de Camargue (Rhône river delta, France): Field study and modeling. *Environ. Pollut.*, 151 486-493.
- Conseil d'Etat - *Responsabilité et socialisation du risque - Rapport public 2005* Etudes et documents n°56, La documentation Française
- Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, Rapport n°007488-01 *Les enjeux écologiques et fonciers en Camargue*, juillet 2011, p. 30.
- Conservatoire du Littoral - *Changement climatique et stratégie à long terme du Conservatoire du littoral – Rapport Prospective*, décembre 2011, 108 p.
- Cour des Comptes, *Les enseignements des inondations de 2010 sur le littoral atlantique (Xynthia) et dans le Var*. 2012 Cousin A., 2011, *Propositions pour une stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de défense contre la mer, partagée entre l'État et les collectivités territoriales*, rapport Assemblée Nationale, novembre 2011
- Crige, *Etude de l'évolution du trait de côte du littoral des Bouches-du-Rhône au regard de l'érosion marine*, juillet 2009,
- Crowell, M., M. Honeycutt, D. Hatheway, 1999, Coastal erosion hazards study : phase one mapping, *Journal of Coastal Research*, SI 28, pp. 10-20.
- Daligaux J. et Minvielle P. « De la loi Littoral à la Gestion Intégrée des Zones Côtières- Regard critique sur vingt ans d'urbanisation des littoraux méditerranéens français », *Revue Méditerranée* n°115-2010, p. 55-67
- Daniel, E.B., M.D. Abkowitz, 2005, Improving the design and implementation of beach setbacks in Caribbean small islands, *URISA Journal*, 17, 1, pp. 53-65.
- Davranche, A., G. Lefebvre, & B. Poulin. 2010. Wetland monitoring using classification trees and SPOT-5 seasonal time series. *Remote Sensing of Environment* 114:552-562.
- Doze E. *La gestion multi-acteurs des risques naturels : questions juridiques émergentes sur le littoral méditerranéen*, thèse (en cours) CIFRE, Conservatoire du Littoral-Aix-Marseille Université
- DREAL PACA, *Evaluation préliminaire des risques d'inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée, unité Littoral PACA*, décembre 2011, Fenster, MS., R. Dolan, R.A. Morton,

- 2001, Coastal Storms and Shoreline Change: Signal or Noise? *Journal of Coastal Research*, 17, 3, pp. 714-720.
- Ferreira, O., T. Garcia, A. Matias, R. Taborda, J.A. Dias, 2006, An integrated method for the determination of set-back lines for coastal erosion hazards on sandy shores, *Coastal Engineering*, 26, pp. 1 030-1 044.
 - Frémaux C., La responsabilité des maires face aux risques naturels, *Annales des Mines* août 2002, p.43-48
 - Genz, A.S., C. H. Fletcher, R. A. Dunn, L. Neil Frazer, et J. J. Rooney, 2007 The Predictive Accuracy of Shoreline Change Rate Methods and Alongshore Beach Variation on Maui, Hawaii, *Journal of Coastal Research*, 23, 1, pp. 87 – 105.
 - Gilly, M., Fraisse, J. & Roux, J.-P. (2001). Résolutions de problèmes en dyades et progrès cognitifs chez des enfants de 11 à 13 ans: dynamiques interactives et mécanismes socio-cognitifs. In A.-N. Perret-Clermont & M. Nicolet (Ed.), *Interagir et connaître* (pp. 79-101). Paris, L'Harmattan.
 - Höhener, P., Comoretto, L., Al Housari, F., Chauvelon, P., Pichaud, M., Cherain, Y., Chiron, S. (2010). Modelling anthropogenic substances in coastal wetlands: application to herbicides in the Camargue (France). *Environmental Modelling and Software*, 25: 1837-1844.
 - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013, The physical science basis. Work group 1 contribution to the fifth assessment report of the IPCC, World Meteorological Organization, Genève.
 - Jongman B et al, « Increasing stress on disaster-risk finance due to large floods », *Nature Climate Change* 4, 264-268 (2014)
 - Klein R. J. T., R. J. Nicholls, S. Ragoonadeu, M. Capobianco, J. Aston, E. N. Buckley, 2001, Technological options for adaptation to climate in coastal zones, *Journal of Coastal Research*, 17, 3, pp. 531-543.
 - Kouklevsky M., *Prévention des risques littoraux et gestion du trait de côte : quelles innovations urbaines à l'ère du changement climatique ?* mémoire de Master 2 Urbanisme durable, Aix-Marseille Université 2013
 - Lambert ML, « GIZC et élévation du niveau marin - vers une gestion innovante des littoraux vulnérables », revue *Vertigo* Hors série 18 décembre 2013
 - Lefebvre, G. & B. Poulin. *in prep.* Contribution of rainfall vs water management to Mediterranean wetland hydrology: development of an interactive simulation tool to foster adaptation to climate variability. Pour soumission à *Environmental Modelling & Software*.
 - Legal P-Y., (2012) « Droit de propriété et maîtrise des « sols environnementaux ». Quelques enseignements tirés de la tempête Xynthia », in *Xynthia, regards de la géographie, du droit et de l'histoire*, *Revue Norois* n°222-2012, PUR, pp.79-89
 - Legal P-Y., *Droit de propriété foncière et maîtrise des espaces littoraux : Innover face aux pesanteurs et aux contraintes*, intervention au Conseil Régional Languedoc-Roussillon 27 mars 2013
 - Lelouarn P., (2012), « Le droit dans la tempête », in *Xynthia, regards de la géographie, du droit et de l'histoire*, *Revue Norois* n°222-2012, PUR, pp.61-77

- Lenthéric C. (1876) *Les villes mortes du golfe du Lyon*, Jean de Bonnot éditeur, réédition de 1989.
- Loubet, A. (2012) Modélisation de l'Hydrosystème Vaccarès : contribution à une gestion adaptative des ressources en eau dans le delta du Rhône, France. Thèse de doctorat, PhD thesis, Aix-Marseille Université, France.
- Loubet, A., Pichaud, M. & Chauvelon P. (2010) Gestion hydraulique et flux hydro-sédimentaires dans l'Île de Camargue. *La Houille Blanche* 6, 33–39.
- Madoui L., « Gestion des milieux aquatiques: la compétence dont le bloc local ne veut pas », *La gazette des communes*, Publié le 09/12/2013 <http://www.lagazettedescommunes.com/210599/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-la-competence-dont-le-bloc-local-ne-veut-pas/>
- Magnan A (2009), La vulnérabilité des territoires littoraux au changement climatique : Mise au point conceptuelle et facteurs d'influence, Changements climatiques, n°1, publication IDDRI
- Magnan A. Duvat V. (2012) *Ces îles qui pourraient disparaître*, Paris, le Pommier.
- Mallet, T., (2013). Programme de sécurisation des ouvrages de protection contre les crues du Rhône du barrage de Vallabrègues à la mer. SYMADREM, rapport 490p.
- Marcangelo-Leos P., « Loi MAPAM : la nouvelle carte des compétences » 17 février 2014, *Localtis*, <http://www.localtis.info/cs/ContentServer?pagename=Localtis/LOCActu/ArticleActualite&cid=1250266626324>
- Marini P. (1998), *Les actions menées en faveur de la politique maritime et littorale de la France*, Rapport d'information n° 345 de M. Philippe MARINI, déposé le 6 mars 1998
- Masson A., *Plage de Beauduc – délimitation du domaine public maritime – rapport d'expertise*, affaires n°93-4492 à 93-4522, ordonnance du 8 décembre 1993 du TA de Marseille
- Mathevet R., Couespel A., (2012). Histoire environnementale et Political Ecology des marais du Scamandre en Camargue occidentale in Gauthier D. & T. Benjaminsen (sous la dir.), *L'approche Political Ecology. Pouvoir, savoir, environnement*. Quae Editions, Versailles, pp. 65-85
- Mathevet, R., C. Le Page, M. Etienne, G. Lefebvre, B. Poulin, G. Gigot, S. Proréol, & A. Mauchamp. 2007. BUTORSTAR: A role-playing game for collective awareness of wise reedbed use. *Simulation & Gaming* 38:233-262.
- MEDDE, DGPR, *Plans de gestion des risques d'inondation à l'échelle du district - des TRI aux stratégies locales - premiers éléments de cadrage*, août 2013, 45 p. Minvielle P., « La gestion d'un grand site camarguais : les cabanes de Beauduc », *Méditerranée*, n°105, 2005. Mis en ligne le 1^{er} juillet 2007 : <http://mediterranee.revues.org/336>
- Morin, E., (1985) *La méthode : la vie de la vie*, tome 2, Paris, éd. Seuil
- Moscovici, S., Doise W. (1992) *Dissensions et consensus. Une théorie générale des décisions collectives*, Paris, Presses universitaires de France
- Mulot V., Vignerot AL, Lambert ML., « Le littoral face aux changements climatiques, la gestion des risques de submersion marine », *Méditerranée*, n°115, 2010, p.6.
- Nicolas L., (2001), *Péril en la cabane*, La lagune de Beauduc, Paris, Textuel.

- Nicolas L. (2008), *Beauduc, l'utopie des gratte-plage – Ethnographie d'une communauté de cabaniers sur le littoral camarguais*, Marseille, Images En Manœuvre Editions,
- Osland, M., Gonzalez, E. & C. Richardson. 2011. Coastal freshwater wetland plant community response to seasonal drought and flooding in northwestern Costa Rica. *Wetlands* 31, 641-652.
- Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceeding of the Royal Society of London Series A* 193,120-145.
- Piaget, J., (1965) *Etudes sociologiques*, Genève, Librairie Droz
- Poulin, B., A. Davranche & G. Lefebvre. 2010. Ecological assessment of *Phragmites australis* wetlands using multi-season SPOT-5 scenes. *Remote Sensing of Environment* 114:1602-1609.
- Poulin, B., G. Lefebvre, & R. Mathevet. 2005. Habitat selection by booming bitterns *Botaurus stellaris* in French Mediterranean reed-beds. *Oryx* 39:265-274.
- Préfet de région, arrêté n°12-282 du 12 décembre 2012 - *liste des 31 Territoires à Risques Importants d'inondation du bassin Rhône-Méditerranée*.
- Provansal, M., Vella, C., Arnaud-Fassetta, G., Sabatier, F., Maillet G., 2003. Role of fluvial sediment inputs in the mobility of the Rhône delta coast (France). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 4, 271-282.
- Rawson K. et al. (2012) When is practice testing most effective for improving the durability and efficiency of student learning ?, *Educational Psychology Review*, vol. 24, pp 419-435
- Roche, H., Buet, A., Jonot, O., Ramade, F., 2000. Organochlorine residues in European eel (*Anguilla anguilla*), crusian carp (*Carassius carassius*) and catfish (*Ictalurus nebulosus*) from Vaccares lagoon (French National Reserve of Camargue) – effects on some physiological parameters. *Aquat. Toxicol.* 48, 443–459.
- Roche, H., Vollaire, Y., Persic, A., Buet, A., Oliveira-Ribeiro, C., Coulet, E., Banas, D., Ramade, F., (2009). Organochlorines in the Vaccares Lagoon trophic web (Biosphere Reserve of Camargue, France). *Environmental Pollution*, 157 : 2493-2506.
- Roux J. P. , Gilly M. (1993) Social significance of tasks, routines, and pragmatic schemas in distribution activities, *European Journal of Social Psychology*, vol 23, pp. 355-371
- Sabatier F., M. Chaibi, P. Chauvelon, 2007, Transport éolien par vent de mer et alimentation sédimentaire des dunes de Camargue, *Méditerranée*, 108, pp. 83-90.
- Sabatier F., O. Samat, C. Brunel, H. Heurteufeu, D. Delanghe-Sabatier, 2009, Determination of set-back lines on eroding coasts, Example of the beaches of the Gulf of Lions (French Mediterranean Coast), *Journal of Coastal Conservation*, 13, pp. 57-64.
- Sabatier, F., Maillet, G., Fleury, J., Provansal, M., Antonelli, C., Suanez, S., Vella, C., 2006. Sediment budget of the Rhône delta shoreface since the middle of the 19th century. *Marine Geology*, 234, 143-157.
- Sabatier, F., Provansal, M., Fleury, T., 2005. Discussion of: PASKOFF, R., 2004. Potential Implications of Sea-Level Rise for France. *Journal of Coastal Research*, 20(2), 424–434. *Journal of Coastal Research*, 21, 4, 860-864.

- Sabatier, F., Samat O, Ullmann A et Suanez S., 2009. Connecting large-scale coastal behaviour with coastal management of the Rhone delta. *Geomorphology*, 107,79-89.
- Sabatier, F., Suanez S., 2003. Evolution of the Rhône delta coast since the end of the 19th century. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 4, 283-300.
- Sabyasachi M., A. K. Bhattacharya, 2009, Shoreline change analysis and its application to prediction: A remote sensing and statistics based approach, *Marine Geology*, 257, 1-4, pp. 11-23.
- Samat, 2007. Efficacité et impact des ouvrages en enrochements sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du delta du Rhône. Thèse de l'Université de Provence, 342 p.
- Sfez L., Cauquelin A., (2006) Attitudes face à l'adaptation au changement climatique, le cas de la Camargue, rapport pour l'ADEME, CREDAP-CREDATIC
- Taché A. (2003) , *L'adaptation : un concept sociologique systémique*, Paris, L'Harmattan.
- Tsimplis, M. N., M. Marcos, S. Somot, 2008, 21st century Mediterranean sea level rise: Steric and atmospheric pressure contributions from a regional model *Global and Planetary Change*, 63, 2-3, pp. 105-111.
- Ullmann A., et Sabatier F.,2010. Les types de temps associés aux risques d'inondations et d'érosions en Camargue : éléments de diagnostic et de perspectives pour le 21e siècle (1993-2100). *EchoGéo* [En ligne], 14, mis en ligne le 16 décembre 2010. URL : <http://echogeo.revues.org/12190>.
- *VuLiGAM - Vulnérabilité des systèmes Littoraux d'une Grande Agglomération Méditerranéenne* - Projet de recherche 2008-2011 -PIRVE– www.pirve.fr
- Zhang K., B. Douglas, S. Leatherman, 2002. Do Storms Cause Long-Term Beach Erosion along the US East Barrier Coast?, *Journal of Geology*, pp. 214-225.

Annexes

Annexe 1.

Extrait du Journal Midi Libre Juin 2013

Gallician

Les recherches sur l'évolution
des marais ont été présentées



Les utilisateurs des zones humides se sont retrouvés au Scamandre.

En accord avec Patrick Botton, président du syndicat mixte de la Camargue gardoise, une réunion animée par Raphaël Mathevet chercheur au CNRS de Montpellier a été organisée jeudi 27 juin au centre du Scamandre.

En présence de Jean-Pierre Saurel, premier adjoint à la mairie de Vauvert, et de Jean-Claude Dourieu, représentant la commune de Saint-Gilles, les participants étaient invités à découvrir les travaux du CNRS et à faire un point sur l'évolution des marais et de leurs usages au regard des changements du territoire.

Primordial de favoriser la circulation de l'eau

Des modèles ont été présentés pour comprendre comment les zones humides évolueraient en fonction de la façon dont on les gère, selon les niveaux d'eau, la salinité et les

modes d'alimentation ou de vîckange. Les chasseurs, sagesseurs, pêcheurs et agriculteurs présents ont pu échanger sur les différents scénarios et se sont unanimement entendus sur la nécessité d'assurer une gestion interventionniste pour conserver les marais. Il apparaît primordial de favoriser la circulation de l'eau et d'entretenir les ouvrages, roulines, martelières, stations de pompage créés à cet effet. La question du coût des opérations a été soulevée par Jean-Pierre Saurel.

En conclusion, l'idée a été retenue de poursuivre la réflexion en vue d'actions concrètes en tenant compte de l'avis et de l'expérience des utilisateurs des zones humides. Une réflexion à laquelle le CNRS, la **Tand** du Vau et les équipes du syndicat mixte ont proposé d'apporter leurs compétences.

Correspondant ML 06 25 17 56 83

Vauvert Un programme pour simuler l'évolution des marais

Il anticipe l'état des roselières en fonction de la gestion de l'eau.

A l'invitation de Raphaël Mathevet, chercheur au CNRS de Montpellier, et de Sonia Pagès, responsable du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (Sage) en Camargue gardoise, les utilisateurs des marais et étangs vauverdois se sont récemment retrouvés au centre du Scamandre.

Cette réunion a permis de relever les attentes des chasseurs, pêcheurs, sagneurs, manadiers et autres usagers, pour la sauvegarde des zones humides. Les participants ont donné leurs impressions sur la façon dont le communal vauverdois a évolué depuis une trentaine d'années et ont fait part de ce qu'ils souhaiteraient dans l'idéal en termes d'avenir pour leurs marais.

Télégestion et interventions

Ce fut également l'occasion pour Raphaël Mathevet de mentionner la fiabilité des études et du simulateur, réalisé en partenariat avec la Tour du Valat, qui permettent dorénavant d'anticiper l'état des roselières en fonction de la gestion de l'eau pratiquée.

En présence de René Belin et Jean-Jacques Balderelli représentant la municipalité, Sonia Pagès a, quant à elle, fait un point notamment sur la mise en pla-



■ Une réunion riche en enseignements au centre du Scamandre.

ce des moyens de télégestion favorables à une intervention précise sur les entrées et les sorties d'eau en fonction de la salinité, de la côte du canal et du niveau du Rhône. Tous ces travaux et connaissances sont mis au service de la

collectivité et peuvent amener à des actions concrètes en concertation avec les usagers, pour la protection de ce patrimoine auquel les habitants de la commune sont naturellement attachés.

Corres. ML : 06 20 96 43 47