

RAPPORT SCIENTIFIQUE - EXTRAITS

Gestion Intégrée d'une Zone humide littorale méditerranéenne aménagée : contraintes, limites et perspectives pour l'île de CAMargue (GIZCAM)

LITEAU 2

Responsable scientifique du projet :

Philippe Chauvelon, Tour du Valat

Noms des autres partenaires scientifiques bénéficiaires :

A. Mayer, O. Radakovitch, F. Sabatier, O. Samat, UMR 6635 CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement) (Univ. d'Aix-Marseille 1 et 3)

A. Dervieux, A. Allouche, G. Jolly, UMR 6012 ESPACE, Equipe DESMID (CNRS, Univ. Aix-Marseille 2)

S. Chiron, L. Comoretto, P. Höhener, Université de Provence, Laboratoire de Chimie de l'Environnement

R. Mathevet, CNRS, CEFE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Montpellier P. Gaufres, CETMEF Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales, Aix en Provence

Y. Chérain, E. Coulet, Réserve Nationale de Camargue

M. Pichaud, A. Sandoz, Tour du Valat

AVANT PROPOS

Afin de faciliter le transfert de ce projet, nous avons choisi de produire un rapport scientifique sous la forme de fiches thématiques de synthèse, bien que n'étant pas de vulgarisation, le caractère transdisciplinaire du projet impliquait qu'elles soient compréhensibles par un non spécialiste. A priori chacune d'entre elles peut être lue indépendamment des autres bien qu'il existe évidemment des renvois entre elles, au sein d'une même action ou avec celles d'une autre action.

Action 1 : Hydrologie – Hydraulique – Bilans salins et sédimentaires

Personnes impliquées : P. Chauvelon, M. Pichaud (TDV), P. Gaufres (CETMEF)

Fiche thématique 1.1 : Les contraintes hydro-climatiques et hydrauliques pour l'Ile de Camargue P 6

Fiche thématique 1.2 : Modélisation du fonctionnement de l'hydrosystème Vaccarès dans l'Ile de Camargue en situation de crise hydro climatique P 15

Fiche thématique 1.3 : Quantification des flux hydro-salins et sédimentaires dans l'hydrosystème Vaccarès P 23

Action 2 : Analyse de la dynamique spatiale

Personnes impliquées : A. Sandoz, M. Pichaud, P. Chauvelon (TDV), E. Coulet, Y. Chérain (RNC).

Fiche thématique 2.1 : SIG de l'occupation du sol sur le bassin de l'Ile de Camargue P 30

Fiche thématique 2.2 : Topo-bathymétrie du système Vaccarès et morphométrie de la zone des Etangs Inférieurs P 33

Action 3 Volet 1 : Flux et transfert de pesticides

Personnes impliquées : P. Höhener, S. Chiron, L. Comoretto (Université de Provence LCE) ; P. Chauvelon, M. Pichaud (TDV)

Fiche thématique 3.1 : Modélisation des flux de pesticides dans l'Ile de Camargue. P 38

Action 3 Volet 2 : Flux souterrains vers les étangs

Personnes impliquées : O. Radakovitch, A. Mayer, (CEREGE).

Fiche thématique 3.2 : Quantification des apports d'eaux souterraines à l'étang du Vaccarès. P 43

Action 4 : Protection côtière et dynamique littorale

Personnes impliquées : F. Sabatier, O. Samat (CEREGE).

Fiche thématique 4.1 : Erosion du rivage en aval dérive des épis. P 48

Fiche thématique 4.2 : Impact d'une digue frontale sur l'érosion des fonds. Le cas de la digue de Véran. P 52

Fiche thématique 4.3 : Erosion sous-marine devant les Saintes-Maries-de-la-Mer. P 57

Action 5. Volet 1 : La commission exécutive de l'eau et la gestion des ouvrages hydrauliques dans l'Île de Camargue

Personnes impliquées : A. Dervieux, G. Jolly, A. Allouche, (DESMID)

Fiche thématique 5.1.1 : Gestion de l'eau dans l'Île de Camargue et contraintes mer-fleuve-climat : la Commission exécutive de l'eau (CEDE) P 62

Fiche thématique 5.1.2 : Gestion de l'eau dans l'Île de Camargue et contraintes mer-fleuve-climat : de possibles alternatives à la gestion actuelle P 66

Action 5. Volet 2 : Gestion concertée en zone humide littorale: approche par la modélisation d'accompagnement.

Personnes impliquées : R. Mathevet, C. Calvet, CEFÉ-CNRS

Fiche thématique 5.2.1 : Représentations systémiques individuelles et apprentissages au sein de la Commission Exécutive de l'Eau P 69

Fiche thématique 5.2.2 : CEDESIM : un jeu de territoire autour de la gestion sociale de l'eau.

P 76

Ce document constitue un extrait du rapport scientifique final pour les fiches thématiques relatives à **Action 5. Volet 2 : Gestion concertée en zone humide littorale: approche par la modélisation d'accompagnement.**

FICHE THEMATIQUE 5.2.1 : REPRESENTATIONS SYSTEMIQUES INDIVIDUELLES ET APPRENTISSAGES AU SEIN DE LA COMMISSION EXECUTIVE DE L'EAU

Responsable : Raphaël Mathevet CNRS CEFE – Montpellier

ACTION 5.2 - GESTION CONCERTEE EN ZONE HUMIDE LITTORALE: APPROCHE PAR LA MODELISATION D'ACCOMPAGNEMENT.

Contexte général

Plusieurs approches ont été développées ces dernières années pour favoriser la gestion collective des écosystèmes. La résolution de conflits liés à la gestion des ressources naturelles renouvelables est de plus en plus menée par la médiation, l'apprentissage ou les approches participatives. Beaucoup d'études relatives aux conflits de gestion de l'eau considèrent qu'il s'agit avant tout d'un problème de coordination multi-acteurs. D'autres considèrent que les principaux enjeux sont davantage un problème de dialogue, de dispositif de concertation permettant de partager la pluralité des points de vue sur le fonctionnement hydraulique du système et d'apprendre collectivement sur ce dernier. Le collectif de chercheurs, travaillant sur la modélisation d'accompagnement, propose de s'appuyer sur des outils de simulation et de mise en situation pour aider les parties prenantes à réfléchir collectivement à cette gestion (Antona et al., 2005 ; Collectif ComMod, 2006; Mathevet et al., 2007). Dans notre approche nous considérons l'Ile de Camargue comme un système écologique et social (SES) complexe. Il s'agit de comprendre l'organisation du SES et d'explicitier les interactions qui président à sa dynamique. Pour cela, l'objectif est de définir et mettre en œuvre un dispositif stimulant l'interaction entre les différents porteurs de connaissances sur le SES, qu'ils soient chercheurs ou acteurs locaux, au moyen de différents outils, notamment le jeu de rôles et les modèles de simulation multi-agents.

Objectifs généraux du projet

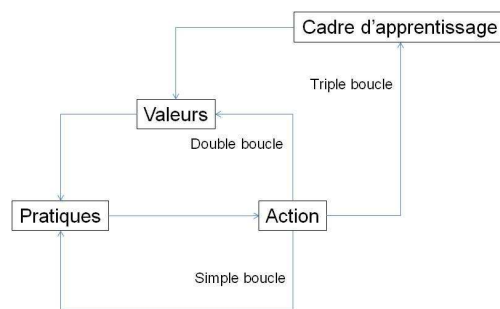
Depuis 1996, les principaux représentants des acteurs de la gestion de l'eau ont pris l'habitude de se retrouver dans une commission informelle autour du Parc Naturel Régional de Camargue appelée la Commission Exécutive de l'Eau (CEDE). Cette commission a pour principale mission la mise en place d'une gestion hydraulique concertée de l'Ile de Camargue, des étangs centraux et inférieurs (Dervieux et al., 2006). Les participants de cette commission se rencontrent régulièrement selon l'évolution du contexte (de 6 à plus de 12 fois par an) afin d'échanger sur l'état hydraulique de la Camargue et d'instaurer un dialogue entre les principaux usagers de l'eau. Ce collectif propose des actions pour améliorer la gestion des conflits autour des différents usages de l'eau. Dans ce contexte, nous avons cherché à construire une approche, des outils afin de contribuer à animer la réflexion des membres de la CEDE en étudiant les représentations que chacun a de la gestion de l'eau dans l'Ile de Camargue. Nous nous sommes interrogés pour savoir si l'adhésion depuis de nombreuses

années à une telle commission entraîne, grâce au dialogue et aux interactions entre ses participants, une modification de cette représentation. Nous avons cherché si cette modification est issue d'un apprentissage collectif, conséquence d'un partage des représentations de chaque acteur et si elle permet d'aboutir à une vision partagée de la gestion de l'eau dans l'Ile de Camargue.

Ainsi si la Commission Exécutive de l'Eau est une « organisation apprenante » au sens d'Argyris et Schön (1996), trois hypothèses pouvaient être testées:

- (1) les membres de la CEDE partagent une représentation du système de gestion de l'eau de l'Ile de Camargue ;
- (2) cette vision partagée est différente de celle portée par des acteurs locaux qui ne participent pas à la CEDE ;
- (3) un exercice collectif de co-construction permet de produire un modèle conceptuel plus riche que les modèles individuels des membres de la CEDE en raison du dispositif de partage de connaissance et de points de vue.

Pour Argyris et Schön une organisation apprenante est une organisation qui développe des processus et des stratégies d'apprentissage. Ce dernier induit la détection des erreurs et leur correction. Les objectifs, les moyens, les règles sont plus opérationnalisés que questionnés. On parle alors d'apprentissage en simple boucle. L'alternative est une remise en cause des variables, normes et valeurs qui conduisent les pratiques et les objectifs, par une analyse critique. On parle alors d'apprentissage en double boucle. Enfin, le changement de cadre d'apprentissage traduit un apprentissage dit en triple boucle (cf. figure ci-dessous).



Adapté d'Argyris et Schön, 1996

Les séances collectives avec des membres de la CEDE avaient également pour objectif de co-construire une représentation partagée de la gestion de l'eau sous la forme d'un modèle conceptuel et ainsi de poser les bases du développement d'un simulateur informatique du système. Cet outil de simulation est destiné à être utilisé dans le cadre de séances de jeux de rôles, pour tester des scénarios de politiques publiques et réfléchir aux interactions entre les différents usages de l'eau dans l'Ile de Camargue (cf. Fiche 5.2.2).

Quelques éléments de méthodologie (et éventuelles difficultés rencontrées)

Afin de tester ces hypothèses nous avons développé une approche de modélisation participative. Le collectif ComMod mobilise régulièrement une méthode particulière, la méthode ARDI qui permet de construire collectivement et de représenter sous la forme de modèles conceptuels systémiques, la vision des personnes interrogées sur une problématique posée en leur faisant décliner les acteurs, les ressources, les dynamiques (processus) et les interactions en jeu (Etienne, 2006).

Dans un premier temps, nous avons appliqué individuellement cette méthode avec tous les membres de la CEDE (23) puis avec un échantillon d'individus de même catégories socio-professionnelles et origines géographiques mais ne faisant pas partie de la CEDE (17). Dans un second temps, nous avons construit collectivement un modèle conceptuel avec une douzaine de membres de la CEDE.

Nous avons utilisé des tests non-paramétriques pour comparer les modèles conceptuels individuels des membres de la CEDE et du second échantillon. Pour comparer les éléments qualitatifs des modèles conceptuels nous avons également utilisés la méthode d'analyse de consensus à l'aide du logiciel UCINET. Cette méthode permet de réaliser un traitement statistique sur le contenu et le partage des mots, des informations et des connaissances entre individus. Cette technique nous a permis de cartographier les relations et leur importance entre les composantes de chaque modèle systémique (acteurs, ressources, processus et interactions) et de caractériser le niveau de consensus au sein de chaque échantillon.

Les méthodes issues de l'analyse des réseaux sociaux ont été également utilisées pour évaluer les aspects structurels des modèles conceptuels ainsi produits par les individus de chaque échantillon. L'analyse des réseaux sociaux fournit une analyse visuelle et mathématique des modèles conceptuels construits par chaque acteur. La centralité d'un nœud (d'un acteur ou d'une interaction donnée) nous éclaire sur les rôles des différentes composantes dans la gestion de l'eau de l'Ile de Camargue.

et ASA (Associations Syndicales Autorisées) d'irrigation et de drainage. Dans l'échantillon de la CEDE, 6 acteurs ont un fort degré de centralité (ASA, scientifiques, gestionnaires d'aires protégées, services de l'Etat, parc naturel régional et pêcheur). Ces résultats soulignent une vision bien différente de la distribution du pouvoir relatif à la gestion de l'eau. Selon l'analyse, plus un acteur dépend d'un autre acteur pour établir des connections plus ce dernier a du pouvoir. Ainsi, d'après les schémas produits, les ASA et les riziculteurs disposent davantage du pouvoir décisionnel (sur la gestion hydraulique globale) que la CEDE. Une autre manière d'interpréter les données et de réaliser les mêmes analyses sur les relations plutôt que sur les acteurs eux-mêmes. Il en résulte que pour les membres de la CEDE, la relation pêcheur-CEDE a le plus grand degré d'interaction après la relation riziculteur-ASA, soulignant ainsi la volonté des pêcheurs d'exercer une influence majeure sur les décisions de gestion de l'eau. Selon les non participants à la CEDE, les ASA, éleveurs, chasseurs et riziculteurs ont le plus grand degré de centralité et sont considérés comme les plus influents. Cependant, les riziculteurs, les chasseurs et les ASA ont le plus grand nombre d'interactions à leur endroit, ce qui les rend incontournables dans la gestion de l'eau. La relation pêcheur-municipalité (des Saintes Maries de la Mer) dispose du plus grand degré d'interaction, soulignant encore leur volonté de contribuer au choix de gestion de l'eau et de la ressource piscicole.

En conclusion, l'utilisation de la méthode ARDI pour établir de façon systématique et reproductible des modèles systémiques individuels de la gestion de l'eau, conjuguée à l'usage d'outils statistiques (analyse de consensus, analyse des réseaux), a permis de comparer les modèles conceptuels des deux échantillons et de confirmer que la CEDE est bien une organisation apprenante mais que l'apprentissage semble plutôt de première boucle pour les « nouveaux » membres et de seconde boucle pour les anciens. Une modification du dispositif d'animation et de concertation devrait permettre d'accroître sensiblement les apprentissages et ainsi l'efficacité opératoire de la CEDE comme nous le proposons plus avant.

Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation

- Implications pratiques : l'institutionnalisation de la CEDE et ses enjeux de représentation

Les exercices de construction des modèles conceptuels et les analyses de consensus montrent que les chasseurs, les éleveurs et les propriétaires privés sont les grands absents dans la participation effective à ce titre à la CEDE. Ce résultat, en partie déjà identifié par certains membres, soulignent les problèmes de représentativité de cette commission *ad hoc* et les conflits potentiels de légitimité de ses décisions. Les enjeux de pouvoir semblent avoir évolué des acteurs « forts » du système (riziculteurs, grands propriétaires terriens) aux acteurs autrefois plus « faibles », les pêcheurs et les acteurs institutionnels (services de l'Etat, ASA, parc naturel régional, scientifiques, élus et gestionnaires d'aire protégée). La CEDE est un forum informel. Cependant, ses décisions sont de plus en plus mises en œuvre et relayées par la commission « gestion de l'eau et des milieux aquatiques » (CGO) du PNRC, laquelle a été élargie fin 2008 à « chasse et pêche » (cf. fiche 5.1.1). Il semble qu'un besoin de changement de représentation et d'établissement de règles de composition, relatif au processus d'institutionnalisation de la CEDE, voit le jour afin de limiter les risques de manipulation par certaines catégories d'acteurs. Intégrer les chasseurs et les propriétaires privés reste néanmoins difficile en absence de représentation officielle par une structure existante. Mais,

l'exercice a montré que leur influence sur la gestion de l'eau à l'échelle de leur propriété et zone humide, est sous estimée à l'échelle globale au regard en tout cas des schémas produits par les individus issus des deux échantillons.

L'institutionnalisation (à considérer qu'elle soit en cours..) de la CEDE va impliquer un positionnement plus efficace au regard de la gestion globale de l'eau en Camargue et va permettre d'afficher plus clairement son rôle, y compris celui de relais en termes de demandes de recherches scientifiques auprès de la commission gestion de l'eau.

Son rattachement à la charte du Parc devrait permettre de mieux connaître et reconnaître le travail qui y est effectué, de valider des besoins dépassant son cadre d'activité, et de renforcer l'objectif du Parc, qui est d'évoluer vers une meilleure gestion globale de l'eau. Le travail effectué au sein de cette commission et ses objectifs d'évolution sont très positifs, surtout dans un contexte de conflits et d'enjeux si importants. Il est toutefois nécessaire que la CEDE mette en place des critères d'adhésion et que la représentativité de ses membres soit rendue plus explicite.

- Recommandations et limites éventuelles : vers un nouveau dispositif d'animation pour un apprentissage individuel et collectif plus performant ?

L'objectif de cette commission est bien de réfléchir collectivement à la gestion globale de l'eau de l'Ile de Camargue et de prendre des décisions ou orientations de gestion opérationnelle (d'où le terme « exécutive ») en fonctions des ouvrages manœuvrables disponibles. Dans ce contexte comment mieux accompagner l'apprentissage des acteurs afin de les amener à participer pleinement au choix de gestion et d'évolution du territoire ? Il ressort de nos travaux que l'apprentissage se déroule en participant à la CEDE, même si pour certains, cette commission demeure le lieu d'expression d'intérêts particuliers ou catégoriels. Il ressort également qu'au-delà de l'acquisition ponctuelle de connaissances voire de pratiques, au-delà d'échanger sur les points de vue des uns et des autres, sur les valeurs, la CEDE a besoin pour aller plus loin de développer un dispositif permettant d'apprendre collectivement à apprendre à plusieurs niveaux décisionnels. Il s'agit de développer un dispositif qui permette, au-delà de la concertation actuelle, d'interagir au niveau individuel afin d'accroître le capital humain, au niveau du groupe mobilisé afin d'accroître le capital social, et enfin au niveau institutionnel local afin d'accroître ce que nous avons appelé le capital territorial (Mathevet, 2004). Il s'agit bien de développer un dispositif d'apprentissage à chacun de ces niveaux pour parvenir à dépasser l'apprentissage en simple boucle d'Argyris et Schön (1996) et même l'apprentissage en double boucle pour tendre vers un nouveau cadre d'apprentissage permettant de modifier valeurs et pratiques de ces trois niveaux d'organisations. Il s'agit de changer les références qui orientent à la fois l'action individuelle et l'action collective, accepter la remise en cause, faire évoluer les échanges et les réseaux sociaux, développer des partenariats, s'inscrire dans un apprentissage permanent et des relations constructives.

- Réalisations pratiques et valorisation :

Le bilan effectué avec les personnes interrogées suite aux entretiens est positif, l'expérience de conception individuelle et collective de schémas systémiques est jugée très intéressante, comme le souligne un acteur local « j'ai vraiment pris conscience lors de l'exercice de l'absence d'actions directes du parc ou des municipalités, alors que je croyais que c'était des acteurs majeurs de la gestion de l'eau ». Il se dégage que l'utilisation de schémas systémiques permet une prise de conscience des lacunes concernant le fonctionnement hydraulique du système camarguais et des usages de certains acteurs, considérés comme silencieux dans les

discussions collectives (par exemple les éleveurs). « Je commence à comprendre pourquoi je me fais avoir depuis trente ans » commente un acteur. « Cela met en évidence la complexité du système » précise un responsable de l'administration, « finalement l'Etat est très peu représenté au niveau de ses activités régaliennes, ce qui est typique de la Camargue » commente un autre. « La multiplicité des acteurs, puis le schéma final montre qu'en dehors de la gestion thématique et locale, il y a une faible centralisation de la gestion sociale de l'eau. Il s'agit d'actions en cours, le schéma nous révèle la prise de conscience du décalage entre notre discours et la réalité, nos ambitions » s'attarde un représentant de l'Etat. « Tu comprends mieux pourquoi c'est compliqué la Camargue » conclut un gestionnaire.

Les personnes interrogées sont également surprises et satisfaites du résultat produit par cette méthode, soit la conception de leur représentation du système sous la forme d'un modèle. Le modèle créé rend compte de la complexité de la gestion de l'eau en Camargue et fait ressortir les zones qui restent confuses. Les individus pensent globalement que c'est une méthode efficace pour dégager le système global de la gestion de l'eau, nécessaire pour la mise en place d'actions concrètes. « L'intérêt de l'exercice est de réviser et de repositionner certains mécanismes ou acteurs que j'avais mis de côté ou que j'avais oublié car centré sur autre chose » commente un scientifique. Certains participants à ce travail, comme un représentant d'une ASA, ont immédiatement demandé l'accès à leur schéma pour l'utiliser pour décrire le système de gestion de l'eau auprès des membres de leur structure.

L'approche de modélisation d'accompagnement, qui sera prolongée à travers la poursuite du développement du jeu de rôles (cf. fiche 5.2.2), devrait permettre de préciser les conditions nécessaires de mise en place d'un nouveau cadre d'apprentissage au sein de cette commission.

Pour en savoir plus (quelques références)

- Antona M., D'Aquino P., Aubert S., Barreteau O., Boissau S., Bousquet F., Daré W., Etienne M., Le Page C., Mathevet R., Trébuil G., et J. Weber (Collectif ComMod), (2005). *La modélisation comme outil d'accompagnement*. Natures Sciences Sociétés, 13: 165-168.
- Argyris, C., and D. Schön. 1996. *Organizational learning II: Theory, method and practice*, Reading, Mass: Addison Wesley.
- Bioret F. & R. Mathevet (2008). La gestion adaptative des territoires de la biodiversité. in L. Garnier (ed.), *Entre l'Homme et la Nature : une démarche pour des relations durables*. Réserves de biosphère, Notes Techniques n°3, UNESCO, Paris, pp.74-76.
- Collectif ComMod, (2006). Modélisation d'accompagnement», In F. Amblard and D. Phan (Edit), *Modélisation et simulation multi-agents pour les sciences de l'homme et la société: une introduction*, Londres, Hermes-Sciences & Lavoisier, p. 217-228.
- Dervieux, A., Jolly, G., Allouche, A. (2006). Gestion de l'eau et projet de territoire : vers une gestion intégrée du delta du Rhône. *Vertigo – La revue en sciences de l'environnement*, Vol7no3, décembre 2006. [online] URL: www.vertigo.uqam.ca/vol7no3/framerevue.html
- Etienne M., (2006). La modélisation d'accompagnement : un outil de dialogue et de concertation dans les réserves de biosphère, In Bouamrane M (Edit), *Biodiversité et acteurs : des itinéraires de concertation*, Réserves de Biosphère, note technique 1, Paris, UNESCO, 2006, p. 44-52.
- Jones N., Ross H., Perez P., Lynam T., Leitch A., Mathevet R. (2010). Mental Models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. *Ecology and Society*, soumis en mai 09.
- Lardon S., Le Ber F., Brassac C., Caron P., Mainguenaud M., Préau J., (2006). Conception collaborative d'objets géographiques. Application aux jeux de territoire », *Revue Internationale de Géomatique*, vol 16,2, 2006, p.269-284.

- Mathevet R. (2008). Roubine et marais : quand la nature s'artificialise in L. Garnier (ed.), *Entre l'Homme et la Nature : une démarche pour des relations durables*. Réserves de biosphère, Notes Techniques n°3, UNESCO, Paris, pp.92.
- Mathevet R., Le Page C., Etienne M., Lefebvre G., Poulin B., Gigot G., Proréol S., Mauchamp A., (2007). ButorStar : a role-playing game for collective awareness of reedbed wise use, *Simulation and Gaming*, 38(2), p. 233-262.
- Mathevet R., (2004). *Camargue incertaine. Sciences, usages et natures*. Buchet-Chastel Editions, Paris.
- Mathevet R., Etienne M., Calvet C. (2010). Mental Models and Water Management in the Camargue Biosphere Reserve: Applying ARDI. *Ecology and Society*, soumis en mai 09.

FICHE THEMATIQUE 5.2.2 : CEDESIM : UN JEU DE TERRITOIRE AUTOUR DE LA GESTION SOCIALE DE L'EAU

Responsable : Raphaël Mathevet CNRS CEFE – Montpellier

ACTION 5.2 - GESTION CONCERTEE EN ZONE HUMIDE LITTORALE: APPROCHE PAR LA MODELISATION D'ACCOMPAGNEMENT.

Contexte général

Comme rappelé dans la fiche thématique 5.2.1, l'objectif est de définir et mettre en œuvre un dispositif stimulant l'interaction entre les différents porteurs de connaissances sur le système écologique et social de l'Ile de Camargue, qu'ils soient chercheurs ou acteurs locaux, au moyen notamment d'un jeu de rôles et d'un modèle de simulation multi-agents. Nous développons une approche qui permet une exploration du capital territorial (Mathevet, 2004) en s'inscrivant dans une approche dialogique (Callon et al. 2001) qui favorise un travail de traduction propice à la transformation des opinions et du capital social des acteurs mobilisés. En créant un espace de dialogue ouvert et rassemblant des acteurs aux intérêts et visions hétérogènes comme des chasseurs, des techniciens municipaux, des représentants de syndicat d'irrigation, des pêcheurs et des naturalistes, nous créons un forum hybride au sens de Callon et al. (2001). Les entretiens individuels puis les réunions collectives permettent aux acteurs du territoire d'exprimer leurs opinions, leurs préférences sur la gestion de l'eau, des milieux et sur les processus de prise de décision. L'exploration des mondes possibles devrait permettre de dépasser la logique d'expertise classique pour tendre vers davantage de coopération et de légitimation des savoirs portés par les acteurs mobilisés. L'exploration du collectif doit reposer sur la création d'un processus d'interactions sociales, de discussions, de négociations entre les acteurs impliqués dans le projet. Cela doit permettre de partager leurs expériences, de dépasser certains conflits et de mettre en perspective l'intérêt de la démarche au regard des questions concrètes de gestion de l'eau et des étangs centraux.

Notre approche n'a pas vocation à se substituer aux démarches de concertation en cours au sein de la CEDE et dans les multiples forums camarguais mais de favoriser le partage des points de vue. Néanmoins, les changements qu'il est susceptible d'induire chez les acteurs favorisent le passage d'un régime d'implication à celui d'un engagement dans un processus destiné à modifier le fonctionnement actuel du système. Notre démarche d'accompagnement vise à favoriser la qualité du processus qui conduit à un choix de gestion et à établir les conditions du suivi et de sa révision éventuelle. En nous inscrivant dans une approche post-normale (Funtowicz et Ravetz, 1993), nous reconnaissons également l'importance de l'incertitude et des valeurs des acteurs dans la prise de décision. Les discussions, relatives à la gestion des incertitudes du fonctionnement du milieu, devraient montrer l'intérêt du jeu comme outil d'apprentissage collectif des dynamiques socio-écologiques. Le processus d'apprentissage attendu devrait se situer à plusieurs niveaux : (1) individuel, chaque acteur apprend individuellement les connaissances des autres (capital humain) ; (2) collectif au sein du groupe, les joueurs apprennent collectivement à partir de la mise en commun des

connaissances individuelles (capital social) ; (3) au sein des institutions en charge de la coordination et de la gestion du territoire (capital territorial).

Objectifs généraux du projet

En se basant d'une part, sur les travaux de modélisation hydrologique réalisés par la Tour du Valat et d'autre part, sur une analyse du fonctionnement de la Commission Exécutive de l'Eau (CEDE) réalisée par le CNRS DESMID, il s'agissait initialement dans ce projet de réaliser une adaptation du jeu de rôles ButorStar, développé dans le cadre du projet européen Life Nature, au contexte de la gestion de l'Île de Camargue. Une série de séances de mise en situation des usagers de la zone humide devait permettre de tester ensemble des scénarios de politiques publiques afin d'évaluer leurs effets tant écologiques que socio-économiques à plusieurs niveaux spatiaux.

En raison des difficultés de mobilisation des acteurs locaux, dans un contexte social local particulier (déstabilisation du parc naturel régional par une procédure en justice), fort occupés à participer aux très nombreuses réunions organisées par le Parc naturel régional de Camargue dans le cadre de la révision de sa Charte et de la mise en œuvre de Natura 2000, il a été décidé en accord avec les partenaires institutionnels de minimiser le nombre de réunions afin d'éviter une démobilisation générale des acteurs locaux. Nous avons donc adapté nos objectifs, ceux-ci se décomposent comme suit :

- sensibilisation des membres de la CEDE à l'approche jeu de rôles et à la modélisation d'accompagnement via l'organisation de séances de jeu (2006) – cf. Fiche 2 ;
- élaboration d'une étude comparative afin de tester les niveaux d'apprentissage de deux échantillons, les membres de la CEDE versus un groupe d'acteurs locaux non participants à ce forum (2007-08) – cf. Fiche 1 ;
- élaboration d'un modèle conceptuel collectif du fonctionnement de l'Île de Camargue avec un groupe d'acteurs issus de la CEDE (2008) – cf. Fiche 1 ;
- implémentation d'un modèle multi-agents afin de développer un simulateur support d'un jeu de territoire, support d'aide à la réflexion collective : CEDESIM (2008-09) – cf. Fiche 2.

Résultats obtenus

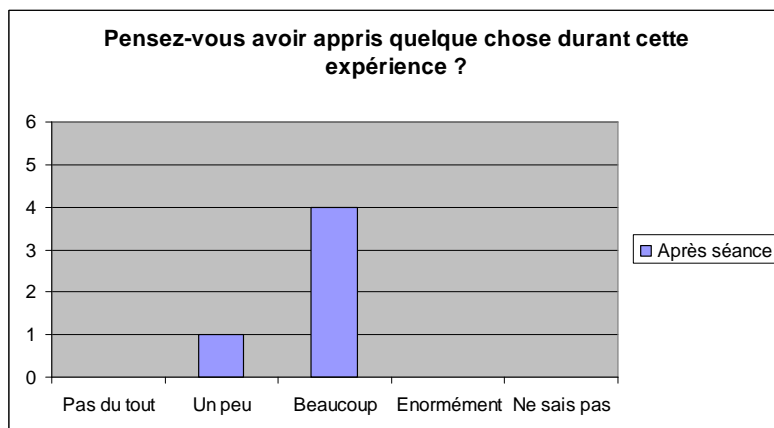
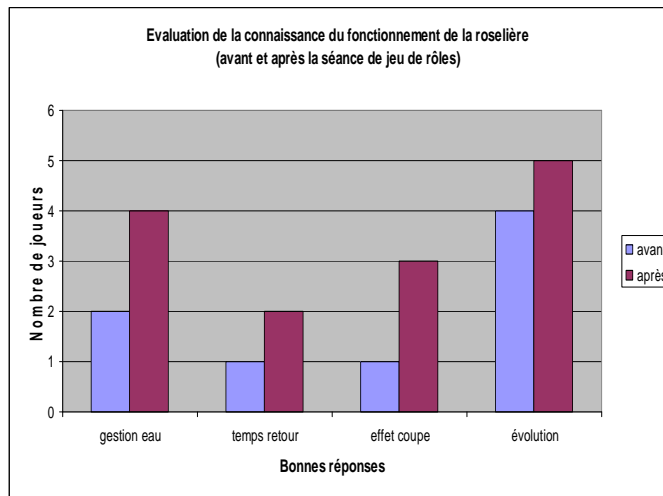
Mise en situation des membres de la CEDE

Les travaux ont débuté au second semestre 2006. Une séance de jeu a été organisée avec le PNR de Camargue et les membres de la CEDE. L'objectif de cet atelier consistait à mettre au point une méthode innovante de participation basée sur l'emploi du jeu de rôles ButorStar, comme outil d'accompagnement de la réflexion des usagers sur la gestion collective d'une zone humide. La séance a eu lieu en novembre 2006 avec six membres de la CEDE. Il s'agissait d'amener les joueurs à considérer la perspective des autres joueurs, de les mettre en situation afin qu'ils se rendent compte des enjeux techniques, sociaux, économiques et environnementaux de chaque usage. Il s'agissait de favoriser la discussion sur une gestion globale et l'intérêt de la concertation. Dans cette perspective, cette séance avait également comme objectif de tester ce que peut apporter l'outil et la démarche, d'évaluer avec des acteurs de terrain, ce que peut apporter le jeu et ce qu'il peut engendrer comme réactions.

L'évaluation a été réalisée à partir de questionnaires. Des questions identiques ont été posées individuellement avant et après le jeu de rôles.

Les principaux résultats de la séance de jeu de rôles avec les membres de la CEDE sont : Les joueurs ont sensiblement amélioré leurs connaissances sur l'évolution écologique de la roselière sous les effets des activités humaines, notamment ceux liés à la coupe et au pâturage. La prise de conscience des effets des pratiques des usagers sur les autres usages et le milieu est démontrée par l'évaluation de l'acquisition de connaissances mais aussi par les commentaires étayant les réponses aux questionnaires. Pour plus des deux tiers des joueurs cette expérience aurait modifié leur façon de voir le fonctionnement des marais et de considérer les relations des hommes entre eux au sujet du fonctionnement des marais.

Nous retiendrons également que la concertation a été dominante et les joueurs ont toujours tenté de répondre aux objectifs des autres. Les « experts » mobilisés ont été plutôt déstabilisés et ont peu investi les rôles qui leur étaient confiés. De ce fait, les discussions ont été très consensuelles. Le débriefing à chaud a montré (i) un intérêt mitigé de la part des « experts » mais un riziculteur s'est déclaré « vraiment enchanté » par l'expérience ; (ii) dans l'ensemble l'expérience est jugée intéressante mais trop éloignée des préoccupations de la gestion des étangs de la CEDE ; (iii) finalement la perspective d'aller vers une expérience similaire plus proche de la problématique de la gestion des étangs a motivé le groupe.





Séance de jeu de rôles : les « usagers » de l'espace se concertent sur la future gestion de l'eau...

L'atelier qui a suivi a permis de préciser l'intérêt non pas d'adapter ButorStar et de jouer des rôles d'usagers du territoire camarguais mais plutôt de développer un outil de simulation pour réfléchir aux décisions de gestion globale de l'eau dans l'Ile de Camargue. L'atelier a permis de décrire les principaux acteurs et ressources à simuler. Les joueurs ont également considéré que la période de la révision de la charte du PNRC n'était pas favorable pour réunir les différents partenaires déjà très sollicités par ailleurs.

Dans ce contexte un premier simulateur CEDESIM a été développé à partir de la plateforme de simulation multi-agents CORMAS et des travaux issus de la modélisation hydrologique développée par les chercheurs de la Tour du Valat. Ce premier prototype permettait de simuler la gestion de l'eau de l'Ile de Camargue, l'évolution de la salinité, des herbiers à zostères, et de caractériser la pêche et la biodiversité par des indicateurs. Cependant, ce premier travail de modélisation a permis de révéler que tous les membres de la CEDE ne semblaient pas partager la même vision du fonctionnement non seulement des étangs mais aussi des usages du bassin versant. Aussi, il a été décidé de réaliser une campagne d'entretiens individuels au second semestre 2007 et premier semestre 2008 afin d'établir des modèles individuels et collectifs à partir de la méthode ARDI pour discuter et construire une vision partagée du fonctionnement de la gestion de l'eau dans l'Ile de Camargue (cf. Fiche 1).

Développement d'un jeu de rôles assisté par ordinateur : CEDESIM

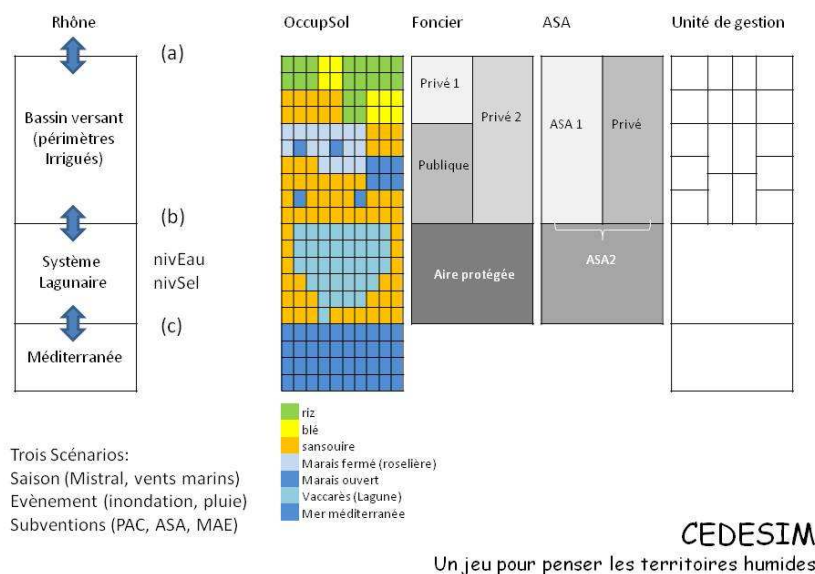
Le jeu de rôles CEDESIM (version 2) est basé sur un modèle simplifié des processus hydrologiques, écologiques, socio-économiques et spatiaux qui participent au fonctionnement de l'Ile de Camargue et des étangs centraux.

Il se décompose en trois sous-modèles : (1) un module hydrologique (niveau d'eau et salinité) et topographique qui définit les propriétés structurelles d'une zone humide virtuelle, (2) un module écologique qui simule la dynamique des milieux, des poissons et des oiseaux, (3) un module décisionnel qui rend compte des stratégies des principaux acteurs. Les décisions spécifiques à chaque type d'activités sont prises individuellement par chacun des principaux usagers (riziculteur, éleveur, exploitant de roseau, chasseur et gestionnaire d'aire protégée, animateur de la CEDE), tous soumis à la décision saisonnière de choix de gestion des ouvrages hydraulique pour mieux gérer les niveau d'eau et de sel du système. Le modèle de prise de décision laisse libre de règle les discussions et les négociations entre joueurs. Le modèle multi-agents qui sert de support au jeu de rôles a été développé sur la plateforme de

simulation Cormas (Bousquet et al., 1998). Le simulateur remobilise les acquis de plusieurs simulateurs (REEDSIM, BUTORSTAR et CEDESIM1) et sa conception se fonde sur les schémas systémiques produits lors des ateliers collectifs.

Les objectifs sont de fournir un outil de mise en situation assisté par un simulateur informatique afin de contribuer à animer la réflexion des acteurs locaux et des étudiants sur la problématique de la gestion sociale de l'eau dans l'Ile de Camargue. Les objectifs du jeu sont donc d'aider à discuter non pas seulement la gestion des ouvrages à la mer (principal objet de la CEDE) mais aussi les enjeux du territoire dans sa globalité et qui sous-tendent les contraintes et ces choix (nouvelles orientations de cette commission). Ainsi, le jeu doit pouvoir aider le joueur à mieux appréhender (1) les enjeux sociaux et économiques des différentes activités humaines en présence, (2) les relations d'interdépendances hydrologiques et biologiques, dans le temps et l'espace, (3) les modes d'interactions des participants dans les phases de concertation, leurs avantages et inconvénients ainsi que (4) les conceptions, mises en œuvre et effets des politiques publiques.

Le modèle multi-agents permet de simuler les effets à court et long terme de la gestion du territoire résultant des décisions prises par les joueurs. Ce modèle repose sur une représentation spatiale d'une zone humide archétype constituée d'un paysage virtuel divisé en quatre propriétés, deux privées, une communale, et une aire protégée, toutes interdépendantes d'un point de vue hydrologique (amont/aval). Chaque propriété est divisée en unités de gestion. Celles-ci peuvent être endiguées par les joueurs (2 à 10) s'ils souhaitent s'affranchir des contraintes hydrauliques du voisinage. Cinq profils saisonniers de gestion de l'eau sont proposés aux joueurs, plusieurs étant plus particulièrement adaptés à un usage de la zone humide. Les décisions d'utilisation du sol et de gestion de l'eau sont prises par les joueurs au niveau de la zone humide globale, de leur propriété et des unités de gestion. Ces décisions sont le résultat d'une négociation entre les joueurs localement et globalement lors de leur participation à une commission exécutive de l'eau. Elles sont intégrées dans le modèle par le maître de jeu. Leurs effets sur la salinité et les niveaux d'eau, les gains des joueurs, l'occupation du sol (par exemple passage de la sansouïre à la rizière, la roselière ou l'eau libre), sur la présence et la distribution spatiale de la faune sont simulés par l'ordinateur.



Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation

- Implications pratiques :

Ce jeu et son simulateur ont été l'objet d'un premier test avec des étudiants. Des éléments de calibrage (ressource piscicole et revenu pêche notamment) doivent être précisés dans les prochains mois lors d'un test avec les membres de la CEDE. Il s'agira d'une part, de finaliser les règles de décision, le choix des indicateurs et les points de vue nécessaires à leur décision et d'autre part, de clarifier collectivement les hypothèses, les choix de modélisation ainsi que les scénarios. L'interfaçage informatique devra être également révisé afin d'accroître l'ergonomie pour un transfert plus aisé de l'outil vers les enseignants et les animateurs du territoire camarguais.

- Recommandations et limites éventuelles :

Nos travaux (cf. Fiche 5.2.1) ont montré l'intérêt de traiter non seulement de la problématique de gestion des vannes hydrauliques entre la mer et les étangs centraux mais d'inscrire pleinement la réflexion collective sur les relations amont-aval et les enjeux de connaissances afférents. Ainsi, l'outil de simulation a-t-il évolué vers non plus seulement une mise en situation assistée par un simulateur informatique de la gestion de l'aval mais vers un jeu de territoire qui intègre pleinement les différentes gestions à différentes échelles de temps et d'espace dans un contexte de gestion multi-acteurs, cela afin de mieux comprendre les marges de manœuvre et les facteurs explicatifs des contraintes imposées à l'aval par les gestions des espaces situés en amont.

- Réalisations pratiques et valorisation :

Conçu pour être le support d'une réflexion collective des usagers et des fournisseurs d'infrastructures publiques pour une gestion durable du territoire, cet outil est également destiné à sensibiliser les étudiants à la gestion concertée des espaces humides. L'approche de modélisation d'accompagnement, sera poursuivie dans le projet CAMADAPT (programme LITEAU III). Elle devrait permettre de préciser les conditions nécessaires de mise en place d'un nouveau cadre d'apprentissage et de définir avec les parties prenantes les éléments de l'évaluation collective et individuelle de ce dernier.

Plus que jamais, la construction de dispositifs interdisciplinaires d'interactions entre chercheurs, acteurs locaux, bailleur de fonds et gestionnaires est nécessaire pour développer une gestion sociale garantissant une participation effective des partenaires. L'expérience menée dans le cadre de GIZCAM montre l'importance du dispositif de recherche-action mais aussi l'importance de s'inscrire dans les dispositifs existants d'animation territoriale.

Pour en savoir plus (quelques références)

- Antona M., D'Aquino P., Aubert S., Barreteau O., Boissau S., Bousquet F., Daré W., Etienne M., Le Page C., Mathevet R., Trébuil G., et J. Weber (Collectif ComMod), (2005). *La modélisation comme outil d'accompagnement*. Natures Sciences Sociétés, 13: 165-168.
- Bonnet B., Aulong S., Goyet S., Lutz M., Mathevet R. (2005). *La gestion intégrée des zones humides méditerranéennes*. Conservation des zones humides, Tour du Valat, Arles, 160p.
- Bousquet, F., Bakam, I., Proton, H., & Le Page, C. (1998) Cormas: Common-Pool Resources and Multi-agent Systems. *IEA/AIE '98: Proceedings of the 11th International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems: Tasks and Methods in*

Applied Artificial Intelligence, Lecture Notes in Computer Science, 1416, New York: Springer, 826—837

Callon M., Lascoumes P., Barthe Y., (1991). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Seuil, Collection La couleur des idées, Paris.

Collectif ComMod, (2006). Modélisation d'accompagnement In F. Amblard and D. Phan (Edit), *Modélisation et simulation multi-agents pour les sciences de l'homme et la société: une introduction*, Londres, Hermes-Sciences & Lavoisier, p. 217-228.

Funtowicz S. O., Ravetz J. R., (1993). Science for the post-normal age, *Futures* 25 (7), p. 739-755.

Mathevet R. (2007). *Éducation et médiation, un jeu de rôle assisté par ordinateur comme support de médiation*, Espaces Naturels 19 : 26-27.

Mathevet R., (2004). *Camargue incertaine. Sciences, usages et natures*. Buchet-Chastel Editions, Paris.

Mathevet R., Bousquet F., Le Page C., Antona M. (2003). Agent-based simulations of interactions between duck population, farming decision and hunting leasing in the Camargue (Southern France). *Ecological Modelling* 165: 107-126.

Mathevet R., Le Page C., Etienne M., Lefebvre G., Poulin B., Gigot G., Proréol S., Mauchamp A., (2007). ButorStar : a Role-Playing Game for Collective Awareness of Wise Reedbed Use. *Simulation & Gaming* 38(2): 233-262.

Mathevet R., Le Page C., Etienne M., Poulin B., Lefebvre G., Cazin F., Ruffray X., (2008). Des roselières et des hommes, ButorStar : un jeu de rôles pour l'aide à la gestion collective. *Revue Internationale de Géomatique* 18 : 375-395.

Mathevet R., Mauchamp, A., Lifran, R., Poulin, B., Lefebvre, G., (2003). ReedSim: Simulating Ecological and Economical Dynamics of Mediterranean Reedbeds, In Post, D. (sous la dir.). Integrative Modelling of Biophysical, Social and Economic Systems for Resource Management Solution. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand Inc., Townsville, Australia, pp. 1007-1012.