

PROGRAMME DE RECHERCHE
" PAYSAGE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE "

Rapport final

15 juin 2009

TITRE DU PROJET

Paysage et biodiversité : évaluation participative de la durabilité des stratégies de gestion

Responsable scientifique

Pascal Marty

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, CNRS UMR 5175,
1919, route de Mende
34293 Montpellier Cedex 5, France
tel : (33) 467 613 219
fax : (33) 467 412 138

pascal.marty@cefe.cnrs.fr

Participants au projet :

CNRS – UMR 5175, « Centre d'Ecologie Fonctionnelle & Evolutive »

Chercheurs et ingénieurs : LEPART Jacques (IR1), MARTY Pascal (CR1), MARTIN Jean-Louis (DR2), MATHEVET Raphaël (CR2), BOBHOT Hervé (IR2)

Etudiants, stagiaires, contractuels : Le BARS Marjorie, BOULANT Nadine, SIRAMI Clélia, NESPOULOUS Amélie, HAJDEM Naïma, CAULA Sabina, M. ERIKSSON (M2, 2006), M. SOUSTELLE (M1, 2006), L. FURMAN (Ing. Agro, 2007), J. GADWELL (M2, 2009).

Consultant : ATTONATY Jean-Marie (DR émérite INRA)

SUPAGRO, UMR LAMETA

Chercheurs : LIFRAN Robert, HOFSTETTER Annie., THOYER Sophie

Etudiants, stagiaires, contractuels : SAID Sandra, WESTERBERG V

UMR Espace / CIRAD CIRAD ER-TETIS

Chercheurs : CHEYLAN Jean-Paul, (DR2)

Imperial College London, Environmental Policy and Management Group

Chercheur : SHEATE William

Etudiants, stagiaires, contractuels : OJIKE Uzoma

Partenaires scientifiques : Tour du Valat – Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes, Brigitte POULIN (CR1), Gaétan LEFEBVRE (CR1)

Partenaires locaux : Syndicat Mixte pour la Gestion et la Protection de la Camargue gardoise (SMCG), Réserve de Biosphère de Camargue, Syndicat Mixte d'Aménagement de la Basse Vallée de l'Aude (SMBVA), Conservatoire des Espaces Naturels Languedoc-Roussillon (CEN-LR), Ecologistes de l'Euzière, Chambre d'Agriculture de l'Hérault, Service d'Utilité Agricole Montagne Méditerranéenne Elevage (SUAMME), CPIE Larzac Héraultais (Centre Permanent pour l'Initiation à l'Environnement), l'Institut de l'Elevage.

1. introduction.....	7
1.1 Cadrage.....	8
1.2 Méthodes, terrains, cas.....	9
1.3 Plan.....	9
2. paysage et biodiversité : les enjeux écologiques	11
2.1 Les transformations des paysages et leurs effets sur la biodiversité.....	13
Dynamiques des paysages : modification des habitats et biodiversité.....	13
Garrigues du Pic Saint-Loup : mutations agricoles et croissance urbaine.....	13
Grands Causses : colonisation par les ligneux et progression de la forêt	19
Les roselières : un paysage support de biodiversité.....	21
Paysages et fonctions écologiques : analyse des services des écosystèmes et réhabilitation urbaine dans l'estuaire de la Tamise.....	24
Paysage et intensification de l'agriculture : des approches économiques	25
Marais des baux : drainages et agriculture intensive	26
Enjeux paysagers et mesures agri-environnementales (Aubrac, Lozère)	27
2.2 Paysage et biodiversité : identification des enjeux par les acteurs sociaux	27
Biodiversité et enjeux d'aménagement du territoire	28
Garrigues du Pic Saint-Loup : les enjeux de la pression périurbaine	28
Rénovation du paysage urbain et dynamiques écologiques.....	30
Paysages et ressources.....	31
Larzac Méridional : gestion pastorale et sylvo pastorale des ressources et biodiversité	31
Roselières méditerranéennes : ressources et gestion de l'eau.....	32
Economie et paysage : une approche indirecte des enjeux de biodiversité.....	36
Enchères environnementales et biodiversité	36
Marais des Baux : la biodiversité, une des composantes des choix stratégiques en matière d'aménagement paysager	36
3. Elaboration des objectifs de gestion du paysage : quels dispositifs participatifs ? ..	37
3.1 Introduction	39
3.2 Dispositifs participatifs	39
Economie du paysage : méthode des choix contingents	39
La méthode des choix contingents	39
Prise en compte de l'hétérogénéité des préférences.....	40
Déroulement du processus	41
Allocation des aides publiques à la gestion du paysage : les enchères agri- environnementales.....	43
Enchères environnementales : méthodologie.....	44
Axe 1 : Évaluation des préférences des agriculteurs.....	44
Axe 2 : outil d'aide à la décision pour atteindre plusieurs objectifs	45
Discussion des projets paysagers : mise en place d'un groupe de discussion	46
Garrigues du Pic Saint-Loup : Constitution d'un groupe de travail	46
Evaluation de la durabilité et groupe d'acteurs paysagers dans l'opération de rénovation urbaine de l'estuaire de la Tamise. Le cas de The Bridge.	47
Déroulement du processus participatif.....	49
Les jeux de rôles et la modélisation multi-agent : un outil pour la simulation des dynamiques du paysage de roselière	50
Elaboration participative de simulateurs de dynamique du paysage et d'évolution du tissu agricole : l'exemple du Larzac méridional	57
L'automate cellulaire <i>genévrier</i>	58
Le simulateur technico-économique Larzac	64

Conclusion : association des acteurs du paysage à l'élaboration des simulateurs.....	66
3.3 Principaux résultats.....	68
Economie du paysage : des scénarios et leur évaluation par les acteurs.....	68
Allocation des aides publiques à la gestion du paysage.....	69
Axe 1 : Evaluation des préférences des agriculteurs : résultats.....	69
Axe 2 : outil d'aide à la décision pour atteindre plusieurs objectifs : résultats.....	69
Quels projets paysagers pour les garrigues du Pic Saint Loup.....	70
Première réunion (9 février 2007) : présentation et méthode de travail.....	70
Thème 1. Périurbanisation.....	71
Thème 2. Développement agricole.....	72
Thème3. Milieu naturel.....	73
Deuxième réunion (19 avril 2007) : élaboration des scénarios.....	74
« La garrigue désirée ».....	76
La garrigue la plus probable.....	77
La garrigue redoutée.....	77
Mise en place des scénarios.....	78
Scénario 1 : La biodiversité par l'agriculture.....	79
Scénario 2 : Une ville verte dans une forêt méditerranéenne.....	81
Scénario 3 : Pressions urbaines.....	82
Scénario 4 : La garrigue après la crise énergétique.....	84
Dernière réunion (22 juin 2008) : présentation des scénarios et préférences du groupe d'acteurs.....	86
Conclusion.....	86
Thames gateway : évaluation des services des écosystèmes.....	87
Paysage et jeux de rôles : quels enseignements ?.....	87
Vendres.....	87
Charnier-Scamandre.....	89
Démocratie technique et double exploration du paysage.....	90
Apprentissage et changement social.....	91
Perspectives pour l'action publique.....	92
Dynamique du paysage et élevage : des outils pour construire et évaluer des scénarios.....	93
Le simulateur Genévrier : simuler les dynamiques écologiques et humaines du paysage.....	93
Propriétés participatives : ergonomie du modèle.....	93
Le simulateur Larzac : réponse des exploitations aux contraintes technico-économiques.....	97
Scénario1 : Meilleure valorisation des produits par la vente directe, augmentation de 10% :.....	99
Scénario2 : Changements dans les aides du premier pilier de la PAC.....	101
Perspectives.....	106
4. Enjeux et limites de la participation à partir de nos expériences.....	107
4.1 Participation et pratique scientifique.....	109
4.2 Quel bilan critique tirer des démarches participatives utilisées dans nos terrains?.....	110
Acteurs directs / acteurs indirects : justification des acteurs choisis pour le terrain causes.....	110
Implication des acteurs.....	112
Quelle représentation ?.....	112
Interactions sociales dans un contexte d'incertitude.....	113
La consultation : modalité « soft » de la participation.....	114
5. Conclusion.....	116
6. références.....	117

6.1	Résultats publiés à partir des travaux réalisés dans le programme	117
	Articles et chapitres d'ouvrages	117
	Thèses, rapports de stage.....	119
	Thèses.....	119
	Habilitation à diriger des recherches.....	119
	Rapports de stages.....	119
	Communications orales	120
	Actions de transfert ou de communication.....	121
6.2	Autres références.....	122

1. INTRODUCTION

Les résultats présentés dans ce rapport sont issus d'une recherche menée sur plusieurs terrains et par plusieurs équipes. Ces recherches poursuivent deux objectifs qui, malgré les particularités des approches disciplinaires et des contextes géographiques étudiés, leur donnent leur unité. Le premier point commun l'analyse de la manière dont les acteurs du paysage peuvent être associés à la réflexion puis à la décision concernant les paysages. Le recueil de l'avis des acteurs concernés peut se faire de plusieurs manières. Nos recherches envisagent plusieurs et les résultats acquis permettent de discuter des points forts et des faiblesses des dispositifs participatifs. Le deuxième point commun est la prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement ou la gestion durable des paysages. Ces deux dimensions, participation et biodiversité, sont d'une importance cruciale pour envisager les relations entre développement durable et paysage. Elles constituent notre entrée pour traiter la question « paysage et développement durable ».

En effet, envisager des paysages soutenables ne peut se faire sans associer les acteurs locaux. De ce point de vue, la solution qui consisterait à adopter des solutions élaborées par des experts qui se fonderaient sur des résultats obtenus à partir de la science paraît dépassée et inadaptée. Les politiques de développement rural, par exemple, s'orientent clairement vers le soutien à des projets élaborés localement, à partir de groupes de travail associant les différentes composantes de la société locale. Du point de vue des paysages, les acteurs possèdent des informations, qu'ils tirent de leur expérience quotidienne et professionnelle. Ils sont en outre concernés en premier par ce que deviendra le paysage qui est leur cadre de vie mais également un pourvoyeur de ressources pour leur activité professionnelle (agriculture, tourisme, secteur immobilier). Du point de vue de la biodiversité, même s'ils ne disposent pas tous de connaissances naturalistes de pointe, ils ont des relations avec les non-humains (plantes, animaux) qu'ils sont les seuls à bien pouvoir connaître et décrire et qui sont complémentaires avec les connaissances des scientifiques. La participation des acteurs à la réflexion sur le paysage est donc une des conditions de l'émergence de paysages soutenables et elle correspond au pilier social du développement durable.

Concernant la biodiversité et ses relations avec les paysages, on peut défendre l'idée que la capacité des paysages à accueillir et à contenir des espèces sauvages est un indicateur important de durabilité environnementale. En outre, la biodiversité est un des compartiments fondamentaux à prendre en compte pour mener l'évaluation de la durabilité des paysages mais également des projets d'aménagement et d'utilisation des ressources qui contribuent à les façonner.

Toutefois, nos recherches n'ont pas totalement abouti à des résultats intégrés. Ce manque d'intégration des résultats est lié au fait nos travaux ont cherché à explorer plusieurs techniques participatives appliquées à la réflexion sur les futurs du paysage et son aménagement. Ces recherches, grâce au programme, ont pu débiter et donner de nombreux résultats que ce rapport présente. Mais elles vont se continuer à partir de ces éléments originaux. De ce point de vue, le programme « paysage et développement durable » a joué pour nos équipes un rôle très important d'amorçage d'une réflexion et d'une pratique de recherche interdisciplinaire sur le paysage.

Ce rapport, enfin, comporte des résultats acquis durant le programme. Il mentionne également des résultats plus anciens sur lesquels se sont fondées les équipes. La bibliographie sépare les

travaux cités et acquis dans le programme et les travaux cités non acquis durant le programme.

1.1 Cadrage

Ce projet se fonde sur l'idée que la durabilité est une entrée pertinente pour traiter de la manière dont les sociétés traitent leur environnement. Durabilité et évaluation ne sont pas seulement des mots d'ordre politiques à la mode. Ce sont des enjeux cruciaux : envisager les coûts et avantages environnementaux des projets et des démarches suppose d'intégrer le raisonnement environnemental dans l'action et les stratégies, en amont. Les travaux récents de J. Diamond (2006)¹ montrent comment les choix de développement des sociétés peuvent venir buter brutalement contre les limites physiques des écosystèmes.

S'agissant du paysage, nous avons proposé de le traiter comme l'interface spatiale entre les systèmes écologiques et les choix, usages, valeurs et pratiques des habitants-utilisateurs. De ce point de vue, le paysage est une mosaïque écologique d'habitats mais dont la production est très fortement dépendante des choix humains et du contexte dans lequel ils se forment. L'état et les propriétés de cette mosaïque conditionnent très largement la biodiversité dans le paysage. Étudier le paysage dans sa relation à la biodiversité, c'est essayer d'analyser les interactions entre les projets d'utilisation de l'espace et les fonctionnements des milieux pour la biodiversité. De ce point de vue, envisager la durabilité des stratégies et engager une démarche prospective équivaut à examiner les projets humains pour le territoire. Notre objectif est de proposer des pistes de réflexion sur la manière de mener une « évaluation participative » de ces projets en intégrant les habitants-utilisateurs au processus de réflexion sur les projets paysagers. Notre approche est donc inspirée de l'écologie des paysages mais ne souhaite pas déconnecter la réflexion sur la dimension naturelle du paysage des conditions sociales, économiques et culturelles de son émergence.

La durabilité, même si son interprétation pose problème (Williams et Millington 2004), renouvelle la manière d'envisager les dynamiques des paysages (Benson et Roe 2000; Antrop 2006). En mettant l'accent explicitement sur la durée, la réflexion sur des paysages soutenable demande de se projeter dans le futur à partir des connaissances existantes. Or ces futurs sont évidemment multiples tant les possibilités et les contingences sont nombreuses. La science n'a plus la possibilité de fournir à elle seule des réponses ou de proposer des solutions, fût-elle non dogmatique, décloisonnée et ouverte aux connaissances empiriques des acteurs de terrain.

La notion de développement durable appliquée aux paysages demande de prendre en compte les dynamiques environnementales de l'espace concret, la viabilité économique des stratégies professionnelles, les relations entre groupes sociaux. Elle force également à revoir les modes de gouvernance et à faire place, dans la décision, aux aspirations des acteurs sociaux qui seront les premiers usagers des territoires de demain. Cet impératif participatif projette les sciences du paysage en dehors de la position d'expertise extérieure et descendante.

La Convention Européenne du Paysage (Conseil de l'Europe, Florence, 20-12-2000) mentionne explicitement la participation du public dans son préambule en rappelant la convention d'Aarhus « sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement » (25 juin 1998). Dans son article 5 (Mesures générales) elle indique la nécessité de « mettre en pace des procédures de

¹ Diamond J., 2006. Effondrement. Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie, Paris, Gallimard, NRF essais

participation du public, des autorités locales et régionales, et des autres acteurs concernés par la conception et la réalisation des politiques du paysage ».

1.2 Méthodes, terrains, cas.

Du point de vue opérationnel, nous avons proposé une structure avec des terrains d'étude en France (Larzac Méridional ; zones humides méditerranéennes -Petite Camargue gardoise et Etang de Vendres- ; Garrigues du Montpelliérais ; Marais des Baux) et un en Grande Bretagne (Thames Gateway). Ces contextes paysagers sont tous fortement dynamiques et les changements sont induits principalement par les changements de pratiques et de stratégies d'aménagements. Ces dynamiques de paysage sont plus agri-environnementales pour les cas du Larzac méridional, des roselières méditerranéennes et des Marais des Baux ; elles sont mixtes (agro-pastoralisme / pression périurbaine) pour les Garrigues du Montpelliérais ; elles sont principalement de l'ordre de l'aménagement urbain pour le terrain Thames Gateway.

1.3 Plan

Le rapport comporte trois parties. La première partie présente les enjeux de biodiversité liés au paysage. On montre d'abord en quoi les transformations du paysage peuvent affecter la biodiversité. On développe ensuite comment les enjeux de biodiversité sont identifiés par les acteurs. De ce point de vue on distingue les recherches qui ont abouti à la mise en évidence des positions des acteurs de celles qui ont cherché, à partir de la science économique, à montrer si les acteurs acceptaient d'envisager des modes d'intervention sur le paysage à partir d'enjeux de biodiversité.

La deuxième partie présente les dispositifs participatifs testés et mis en œuvre dans nos recherches. On décrit d'abord les types de méthodes à caractère participatif utilisées par les équipes et notamment la manière dont les différents acteurs du paysage ont pu être (ou pas) mobilisés. Ces dispositifs participatifs sont regroupés en trois classes : i) la mobilisation des acteurs par les approches économiques (méthode des choix contingents ; mécanismes d'enchères agri-environnementales et leur intérêt pour la gestion des paysages) ; ii) les groupes de réflexion réunissant des acteurs du paysage (focus groups) ; iii) les approches de modélisation participative informatique (jeux de rôles, automates cellulaires et simulateurs technico-économiques) On présente ensuite les principaux résultats acquis pour ces trois types d'approches.

Enfin, la troisième partie est une réflexion, à partir des expériences des équipes ayant travaillé dans le programme, sur les enjeux, avantages et limites des approches participatives dans le domaine de la réflexion sur les options de gestion du paysage.

2. PAYSAGE ET BIODIVERSITÉ : LES ENJEUX ÉCOLOGIQUES

2.1 Les transformations des paysages et leurs effets sur la biodiversité

Dynamiques des paysages : modification des habitats et biodiversité

Deux des paysages étudiés par l'équipe (Grands Causses et Garrigues du Pic Saint-Loup, au nord de Montpellier) présentent des dynamiques comparables : simplification des mosaïques de paysages ouverts semi-naturels par le retour généralisé de formations végétales forestières ou pré-forestières. Dans les deux cas, la modification des paysages n'affecte pas seulement l'aspect visuel et la morphologie des paysages, elle représente une nouvelle donne écologique pour les espèces animales et végétales, au détriment des espèces qui contribuent le plus à l'originalité et à l'intérêt de la biodiversité méditerranéenne et périméditerranéenne.

Les problèmes posés par les transformations des paysages de marais méditerranéens concernent également la biodiversité. Cependant les moteurs de ces transformations sont différents : les paysages de roselières ont été drainés pour l'agriculture et l'urbanisation. Les choix d'aménagement des roselières existantes et la coexistence des activités (Récolte du roseau, chasse au gibier d'eau, pâturage, pêche et projets de conservation de la nature) sont les principaux enjeux pour la gestion de ces paysages et de leur biodiversité.

Garrigues du Pic Saint-Loup : mutations agricoles et croissance urbaine

L'ensemble paysager des garrigues du Pic Saint-Loup est, comme tout le nord du bassin méditerranéen, caractérisé par des changements complexes et rapides. Ces changements marquent une rupture avec les variations progressives qui ont eu lieu depuis le néolithique et ont contribué à façonner le paysage en mosaïque que l'on considère comme typique du nord du bassin méditerranéen. La nature de ces changements et le statut de « point chaud » de la biodiversité du bassin Méditerranéen font de la question des modifications des paysages en relation avec les activités humaines et de leurs effets sur la biodiversité un enjeu central dans l'aménagement du territoire.

La zone étudiée, les garrigues du Pic Saint-Loup (Figure 1) représente une superficie de 17 790 hectares située à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Montpellier, entre les communes de Saint-Martin-de-Londres, Saint-Mathieu-de-Trévières et Claret (43°48'N, 03°48'E).

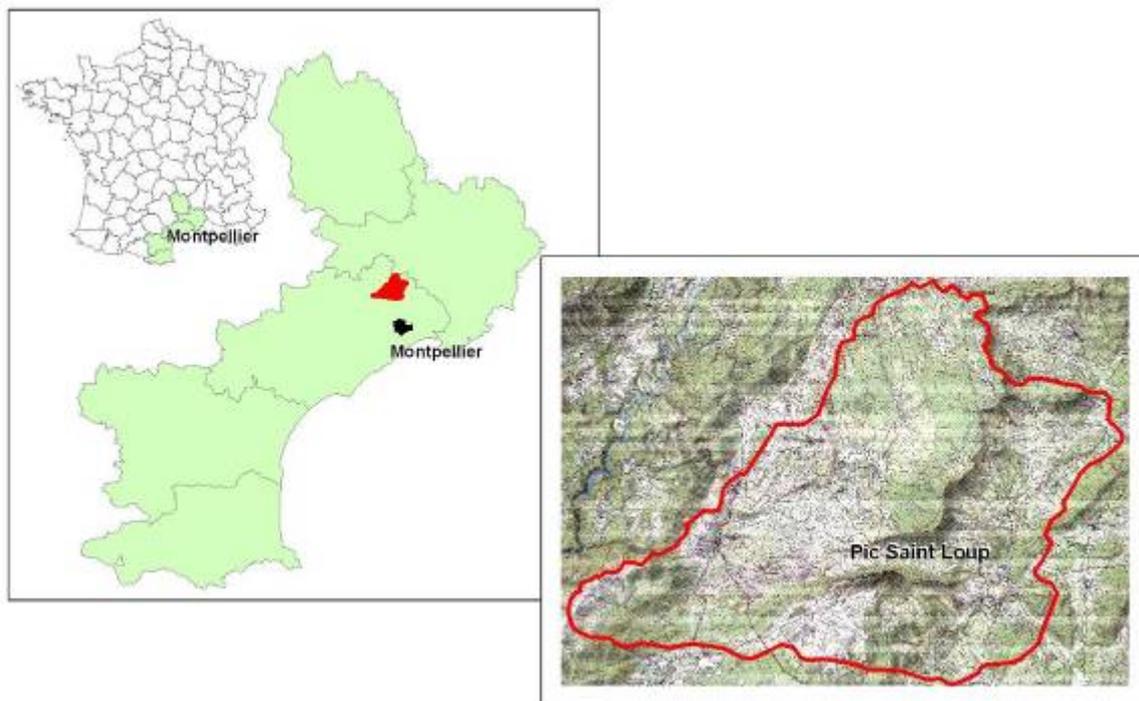


Figure 1. Délimitation de la zone d'étude

Cet ensemble est sous l'influence d'un climat méditerranéen humide avec des hivers frais (température mensuelle moyenne minimale de $-1,5$ à $0,5^{\circ}\text{C}$) et des étés chauds (température mensuelle moyenne maximale de 26 à 30°C) (Rousvoal 1973). Les précipitations annuelles varient entre 950 et 1350 mm (Debussche & Escarré 1983).

Ces paysages sont très hétérogènes du point de vue topographique et géologique : plateau calcaire, collines et plaines marneuses, escarpements du Pic-Saint-Loup et de l'Hortus, avec une altitude variant de 80 à 658 mètres. Il en découle une grande diversité des types de substrats (escarpements rocheux calcaires, marnes noires) et des conditions climatiques (microclimat frais et humide dans les plaines, garrigue sèche).

Le paysage étudié est caractérisé par une mosaïque d'habitats caractéristique des milieux méditerranéens (Figure 2). Il englobe des grandes étendues de pelouses à brachypode rameux et de matorrals à genévrier oxycède, les escarpements du Pic Saint Loup et de l'Hortus, et des zones plus agricoles telles que le bassin humide de Saint-Martin de Londres, les combes de Mortières et Fambetou, la plaine viticole qui va de Saint-Mathieu de Trévières à Claret.

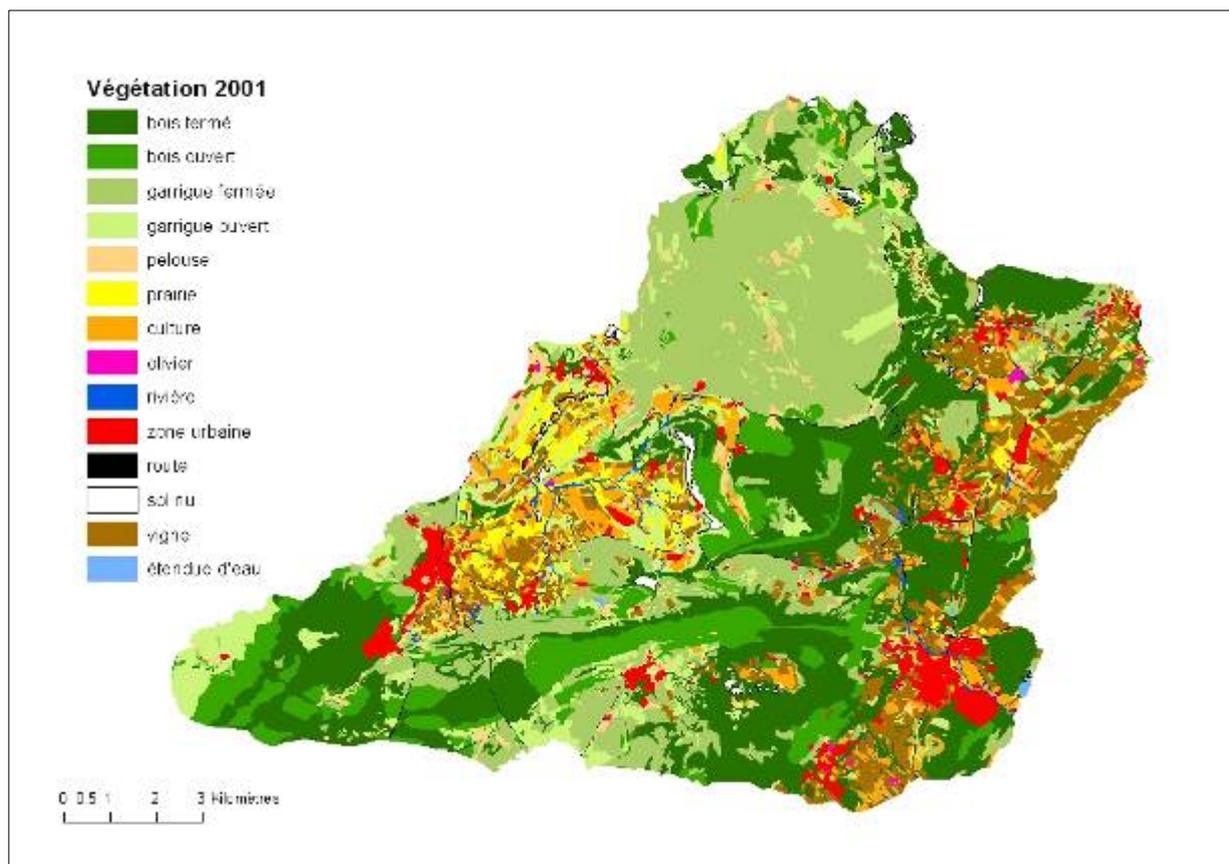


Figure 2. Carte de la végétation en 2001 obtenue à partir de photo-interprétation des photographies aériennes.

Ce site d'étude constitue un site emblématique aussi bien au niveau paysager, qu'au niveau patrimonial (historique et écologique). Les sites du Pic Saint Loup et de la montagne de l'Hortus sont inscrits et classés. Du point de vue des enjeux de biodiversité, il est inclus dans la Zone de Protection Spéciale Aigle de Bonelli (10/2003), dans la zone IBA Hautes garrigues du Montpelliérais (FR225). Il recoupe 2 sites proposés comme Sites d'Importance Communautaire : FR9101389 PIC SAINT-LOUP et FR9112004 HAUTES GARRIGUES DU MONTPELLIERAIS. En outre il est concerné par plusieurs ZNIEFFs (Zone Nationales d'Intérêt écologique, floristique et faunistique) de type II et I (Tableau 1).

Type	Code	Nom	Superficie (ha)
II	00004038	SECTEUR DU PIC SAINT-LOUP ET MONTAGNE DE L'HORTUS	2935.02
II	00004096	SOURCE DU LAMALOU	36.69
II	00004097	GORGES DE L'HERAULT ET DU LAMALOU	36.69
II	00004130	BOIS DE SAUZET DU POUS ET DE MONNIER	21.2
II	00004131	MONTAGNE DE LA CELETTE	5599.1
II	00006044	GORGES DU RIEUMASSEL ET FORET DE COUTACH	
I	40040000	BOIS DE GABRIAC	0.46
I	40380001	FALAISES DE L'HORTUS	540.22
I	40380002	PIC SAINT-LOUP	35.7
I	40380003	BOIS DE COURTES	48.79
I	40380004	COMBE DE MORTIES	153.57
I	40380005	CUVETTE DE SAINT-MARTIN-DE-LONDRES	687.58
I	40940000	BOIS DE DARNIEUX LE HAUT	19.72
I	40970003	LE RAVIN DES ARCS	208.6
I	41060000	LE TOURGUILLE	15.42

Tableau 1. Liste et superficie des zones ZNIEFF incluses dans notre zone d'étude.

La majeure partie de l'aire d'étude est constituée de paysages hétérogènes modifiés par l'Homme. La vigne, qui est la culture la plus répandue, occupe seulement une surface limitée de l'aire d'étude. Dans les taches de végétation naturelle, la strate herbacée est dominée par le Brachypode rameux (*Brachypodium retusum*), le Brachypode de Phénicie (*B. Phoenicoides* (L.) Roemer&Schultes) et le Brome érigé (*Bromus erectus* Hudson). La strate buissonnante est composée de Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus* L.), de Genêt scorpion (*Genista scorpius* (L.) DC.), de Buis commun (*Buxus sempervirens* L.) et de Romarin officinal (*Rosmarinus officinalis* L.). Dans les zones forestières, le Chêne vert (*Quercus ilex* L.) est l'espèce dominante, le Chêne pubescent (*Quercus humilis* Miller) est présent sur les pentes nord dans des sols profonds alors que l'on trouve le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller) sur les pentes sud à basse altitude.

L'étude réalisé en 2002 pour la zone Natura 2000 Pic Saint-Loup liste sept habitats d'intérêt et les espèces végétales et animales d'intérêt associées à ces sept habitats : mares et lavognes, prairies à hautes herbes, pelouses et garrigues, rivières et ripisylves, forêts de chêne verts et pubescents, rochers, falaises et éboulis, grottes.

Changements historiques de la végétation du site d'étude Dans le nord du bassin méditerranéen, l'homme est présent depuis le Néolithique. Son influence sur le paysage a varié au cours des temps au gré des variations démographiques (défriches lors des phases d'expansion et développement de la forêt lors des guerres et famines). Cette dynamique a aboutit à la mise ne place d'un système agro-sylvo-pastoral (élevage ovin, coupe de bois pour

la production de charbon et viticulture de masse). Au 19^{ème} siècle, le paysage est largement ouvert du fait du chevauchement des usages extensifs.

Au début du 20^{ème} siècle, l'exode rural et les nouveaux marchés internationaux favorisent le déclin de l'agriculture dans les zones les moins accessibles de l'arrière pays méditerranéen. En particulier, l'arrêt des coupes à blanc et la diminution du pâturage ovin engendrent le développement des taillis de chênes verts et le développement des ligneux dans les parcours. Enfin, à partir de 1960, de nouveaux modes d'usages prennent le pas sur les usages dits traditionnels, à savoir, l'urbanisation, les activités de loisirs et la viticulture de qualité. Le paysage continue à se fermer, principalement par des bois de chêne verts ou du genévrier oxycèdre dans les anciens parcours et du pin d'Alep dans les plaines et combes anciennement cultivées. On assiste en parallèle au mitage périurbain, à l'apparition de petits enclos destinés à l'élevage bovin et équin de loisirs et à l'arrachage des vignes de la plaine au profit de plantations sur les coteaux. Le bassin de Saint-Martin de Londres a conservé une importante activité agricole et par conséquent une végétation dominée par les vignes, les prairies et les garrigues ouvertes. La plaine de Saint-Mathieu de Trévières / Lauret a conservé son caractère viticole même s'il a connu une forte urbanisation. Enfin, les espaces historiquement dédiés au pâturage et à la coupe de bois (plateaux calcaires et coteaux) ont connu de profonds changements depuis le milieu du XX^{ème} siècle. Une étude réalisée sur un sous échantillonnage de 2800 ha au sein de notre aire d'étude a montré que la surface de pelouses et garrigues ouvertes a presque été divisée par 4 en l'espace de 50 ans (de 58 à 15 % du site étudié entre 1946 et 2002), tandis que la couverture des forêts a presque été multipliée par 3 (de 23 à 62 %).

Ces changements de paysage ont des conséquences importantes sur la biodiversité. Des experts reconnus par leurs travaux scientifiques en biologie de la conservation ont été consulté pour déterminer quelles étaient les principales conséquences de ces changements de pratiques humaines sur les principaux groupes qui composent la biodiversité : Max Debussche (CNRS) et Mario Kleszczewski (Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc Roussillon) pour la flore, Jean-Michel Males (CIRAD) pour les insectes, Marc Cheylan (EPHE) pour les reptiles et les amphibiens, Clelia Sirami (doctorante CEFÉ-CNRS) et Jean-Louis Martin (CNRS) pour les oiseaux. Pour chaque

Elevage ovin et coupes de bois

Habitats Le déclin de l'élevage ovin a engendré la diminution des mares et lavognes, prairies à hautes herbes, pelouses et garrigues. L'arrêt des coupes de bois a engendré l'augmentation des forêts de chênes verts et pubescents. Par ailleurs, ces changements de proportion des principaux habitats sont également accompagnés de la fragmentation des habitats ouverts et de l'augmentation de la connectivité des habitats boisés.

Faune Les conséquences de tels changements pour la faune méditerranéenne ont été répertoriées par Russo (2006). Ainsi, plusieurs études montrent que la diversité des invertébrés est maximale aux stades de perturbation intermédiaires (lombricidés, macroarthropodes, orthoptères, papillons, gastéropodes, araignées). Pour certains groupes, il a été montré que leur diversité est corrélée à l'hétérogénéité du paysage (fourmis, abeilles, coléoptères). Les amphibiens sont menacés par l'abandon des points d'eau utilisés par les ovins. En ce qui concerne les reptiles, un niveau de perturbation intermédiaire est également nécessaire pour maintenir leur diversité. En ce qui concerne les oiseaux, la fermeture du paysage engendre la perte des espèces de milieu ouvert qui sont également les espèces patrimoniales (Méditerranéennes ou d'intérêt communautaire) au profit des espèces de forêt qui sont présentes dans l'ensemble de la région Euro-Sibérienne (Sirami et al. 2007). Par

ailleurs, la plupart des rapaces sont affectés négativement par la fermeture du paysage. Enfin, la fermeture du milieu génère la diminution des populations de lapin et l'augmentation du sanglier et des ongulés (chevreuil).

Flore En ce qui concerne les conséquences de la fermeture du paysage sur la flore, en Languedoc-Roussillon, 40% des espèces rares (protégées à l'échelle nationale ou internationale) sont associées aux pelouses contre seulement 5% qui sont associées aux forêts. On estime que 67% des espèces protégées sont menacées par la fermeture ligneuse.

Activités de loisirs

Habitats Les impacts du développement des activités de loisirs concernent principalement l'escalade. Les habitats menacés par ces usages sont donc les falaises.

Faune La sur-fréquentation des escarpements du Pic Saint-Loup et de l'Hortus pour l'escalade est à l'origine de la disparition de certains rapaces tels que l'aigle de bonelli. Il est à noter que cette disparition a été suivie par le retour du faucon pèlerin sur ces mêmes escarpements.

Flore De plus, en Languedoc-Roussillon, 14% des espèces de plantes rares sont associées aux falaises, éboulis ou rochers. Le développement de telles activités représente donc une menace pour de nombreuses espèces végétales d'intérêt.

Mitige périurbain

Habitats L'urbanisation menace l'ensemble des habitats à l'exception des falaises. Les conséquences du mitige périurbain varient selon le mode d'urbanisation et notamment la densité des bâtiments.

Faune L'urbanisation engendre une plus ou moins forte homogénéisation des communautés animales qui se combine avec l'homogénéisation qui découle de la fermeture du paysage. C'est en particulier le cas pour les communautés d'oiseaux qui subissent une simplification vers des communautés dominées par les espèces généralistes et les espèces associées au milieu urbain, communes à l'ensemble des villes européennes (Caula, Sirami et al 2009). La pollution engendrée par les rejets des eaux usées ainsi que les prélèvements d'eau dans les cours d'eau menace directement les milieux aquatiques (ex : le Lamalou). L'introduction d'espèces est corrélée à l'urbanisation (écrevisses de Louisiane, poissons rouges,...).

Flore En Languedoc-Roussillon, on estime que 13% des espèces de plantes rares sont menacées par l'urbanisation.

Pratiques viticoles

Habitats Bien que les vignes ne soient pas des habitats naturels ou semi-naturels prioritaires, elles représentent une ouverture du paysage qui peut avoir des effets positifs sur certaines espèces patrimoniales.

Faune Les vignes constituent notamment un habitat complémentaire pour de nombreuses espèces, en particulier des espèces d'oiseaux (ex : Alouette lulu). La diminution des intrants, l'enherbement des parcelles ou les poteaux en bois utilisés comme perchoirs par les oiseaux favorisent ainsi la diversité biologique des parcelles de vigne.

Habitats Le développement des forêts, en particulier les forêts de pins, combinée au réchauffement climatique, est susceptible d'augmenter les risques de grands incendies. Cette augmentation sera d'autant plus problématique que le mitage périurbain est fort. La prévention de ces incendies est associée à l'ouverture du milieu autour des routes et des habitations qui représentent un nouveau mode d'ouverture du milieu. Par ailleurs, cette réouverture du milieu peut être associée à la création de chemins ou de coupes pare-feux qui risquent d'augmenter la fréquentation du milieu pour les activités de loisirs (sports motorisés).

Ces usages permettent la réouverture des milieux fermés par les ligneux et donc l'augmentation des pelouses à brachypode et garrigues ouvertes. Par ailleurs, ces usages favorisent les activités pastorales et donc l'entretien des lavognes.

Faune Les conséquences de cette réouverture vont dépendre de plusieurs paramètres :

- 1) la localisation de ces taches de milieu ouvert par rapport à la matrice du paysage,
- 2) la taille de ces taches,
- 3) l'intensité et la fréquence des perturbations.

En effet, de grandes taches d'habitat ouvert sont nécessaires pour assurer la colonisation de ces taches par les espèces spécialistes des habitats ouverts (80 ha pour les espèces d'oiseaux). De petites taches de milieu ouvert contigu à des milieux fermés vont favoriser les espèces de lisières et de milieu hétérogène (ex : Alouette lulu).

Flore Les espèces cespiceuses (avec un bourgeon végétatif localisé) seront impactées par le pâturage ou les incendies, contrairement aux espèces avec rhizome ou bulbe, plus difficile à détruire. L'impact le plus important est celui des équins. Le surpâturage représente un danger pour le frêne et engendre le développement des épineux (chardons). Cependant, dans le cas de surpâturage limité à de petites taches, il permet de favoriser la diversité globale.

La durée des rotations va également avoir une grande importance sur la dynamique des populations de plantes, par exemple pour la pivoine officinale. Enfin, des coupes sélectives permettront de maintenir plusieurs cohortes d'arbres et donc le renouvellement des vieux arbres.

La simplification des mosaïques de paysage à la suite des mutations de l'agriculture en région méditerranéenne ont donc des effets globalement négatifs sur la biodiversité. Le remplacement des milieux ouverts semi-naturels méditerranéens par un paysage à dominante forestière est une tendance repérée depuis le début des années 90 (Debussche et lepart 1992). Ses conséquences sur l'originalité de la biodiversité méditerranéenne, et en particulier, l'avifaune, identifiées depuis le milieu des années 90 (Preiss et Martin 1994 et 1997), se confirment.

Grands Causses : colonisation par les ligneux et progression de la forêt

La progression forestière sur les Grands causses, et en particulier celle des pins modifie radicalement la morphologie du paysage. Les paysages ouverts utilisés par le pâturage ovin et issus de l'abandon, à la fin du XIXe siècle, d'un système agricole où les cultures céréalières occupaient près de trois fois les superficies cultivées actuelles sont en très forte régression. Le remplacement de ces mosaïques de milieux herbacés par des formes paysagères pré forestières ou forestières pourrait augmenter le risque de disparition de nombreuses espèces végétales et animales liées aux pelouses, ce qui est identifié comme l'enjeu de biodiversité le

plus important pour ce territoire (Fonderflick et al. soumis). En effet, l'essentiel des espèces pour lesquelles le territoire a une responsabilité patrimoniale (c'est-à-dire des espèces rares ou menacées qui sont beaucoup plus présentes sur le territoire considérée que sur un territoire de référence plus vaste (France ou Europe) sont liées aux milieux de pelouse plus ou moins fortement pâturés.

Pourtant, dans le contexte général de fermeture du milieu, les causes restent une des seuls grands espaces ouverts du Sud du Massif Central où la fermeture de la végétation soit apparemment maîtrisable par les usages agricoles (c'est, par exemple, difficilement envisageable dans les gorges qui l'encadrent.). Toutefois, si les tendances actuelles se poursuivent, les habitats forestiers et les espèces associées seront largement dominants dans cette région. Le paysage résultant de cette tendance fournirait des habitats pour une flore et une faune dont l'intérêt serait plus faible, au regard des critères d'estimation la biodiversité fondés sur la notion de responsabilité patrimoniale (Fonderflick et al. Soumis). Ce constat renforcer encore l'intérêt de maintenir les pelouses du Causse.

Une meilleure compréhension des interactions entre la progression des pins qui est responsable pour l'essentiel de la fermeture du paysage et les modes d'utilisation des sols est donc un élément important pour définir une politique de gestion du paysage en faveur de la biodiversité. Une partie importante du travail réalisé dans le programme a consisté à analyser le rôle des interactions entre dynamique des ligneux et usages agro-pastoraux dans la transformation des paysages et dans l'identification de moyens possibles pour mettre en œuvre des mesures de gestion du paysage visant à maintenir des mosaïques à faible recouvrement de ligneux.

Les travaux réalisés ont consisté d'une part à analyser les modalités d'installation des pins en fonction de facteurs environnementaux. Cela s'est fait sur le terrain soit sous forme de dispositifs d'observation très structurés (Boulant et al. 2008a, Debain et al. 2007) soit sous forme de dispositif expérimentaux (Boulant et al 2008b). Les dispositifs d'observation mettent en évidence que le pâturage, tel qu'il est réalisé actuellement, constitue un moyen d'intervention efficace mais insuffisant pour aboutir à un véritable contrôle de la progression des pins. Ce défaut de contrôle est surtout marqué sur les sols dolomitiques. Il est d'autant plus important que les distances de dissémination des pins sont assez importantes ce qui leur permet de coloniser un vaste territoire. L'expérimentation confirme ce résultat et permet de mettre en évidence et d'analyser un réseau d'interactions entre prédation, pâturage, protection et compétition des buissons. Un travail de modélisation rétrospectif (Caplat et al. 2006) avait permis de démontrer l'importance de la culture dans la mise en place du paysage caussenard. Un second travail, réalisé dans le cadre du programme, plus prospectif, consiste dans la modélisation démographique de la progression du pin noir et du pin sylvestre ; il a été réalisé sur la base des nombreuses expériences conduites (Boulant et al. soumis) ce qui nous a permis de travailler avec des modalités de pâturage diverses dont une représente ce qui existe de plus intensif sur le causse. Nous avons étudié la vitesse de progression moyenne d'un front pionnier. En l'absence de pâturage, elle se situe au voisinage de 20 m par an. En pâturage moyen (voisin de ce qui est observé en moyenne aujourd'hui), la vitesse de progression diminue d'un facteur 2 seulement. Avec un pâturage intensif, elle est diminuée d'un facteur 20, ce qui peut être considéré comme un contrôle presque total. Par contre, la fréquence des années sèches qui a été importante ces dernières années a assez peu d'effets sur la vitesse de progression du front. Bien que la mortalité des plantules soit presque totale lors de ces années sèches, l'augmentation prévue de leur fréquence liée au changement climatique n'est pas suffisante pour induire des effets très importants. La modélisation a aussi permis de mettre en évidence les interactions entre sécheresse, pâturage et protection par les buissons.

Nos résultats amènent à considérer comme probable la fermeture presque totale des paysages caussenards (clairière de pelouses et de cultures dans une matrice forestière dominée par les pins. Deux scénarios un peu différents peuvent toutefois être envisagés.

Le premier, volontariste, reposerait sur des modifications des politiques publiques avec une incitation plus importante au pâturage des pelouses ; ce scénario pourrait être rendu d'autant plus attrayant que l'augmentation du coût de l'énergie pourrait diminuer l'intérêt de l'intensification des pratiques des éleveurs et être associée à une réutilisation du bois énergie. Sa mise en place serait facilitée par la reconnaissance de la valeur environnementale du territoire (natura 2000...).

Le second, plus spontané, pourrait consister dans le développement de grands incendies du type de celui qui a touché le causse Méjan en 2003. La réouverture par l'incendie aboutit à un paysage dominé par des troncs brûlés.

Si le premier scénario paraît très favorable au maintien de la biodiversité, le second, sans être catastrophique sur ce plan, l'est a priori nettement moins (des travaux sur les peuplements d'oiseaux sont en cours à ce sujet). Il est aussi assez défavorable en termes de bilan carbone.

Les roselières : un paysage support de biodiversité

Considérées comme insalubres les zones humides ont longtemps été drainées au profit de l'agriculture et l'urbanisation. Parmi celles-ci, les roselières constituent des massifs de roseaux communs (*Phragmites australis*) valorisés par l'homme depuis des temps séculaires (Photo 1). Un important déclin des roselières a été observé en Europe alors qu'elles ont une grande valeur patrimoniale en constituant l'habitat d'un cortège d'espèces aviennes vulnérables ou en danger (Hawke & José, 1996 ; Poulin et al., 2002). Elles offrent nourriture, refuge et abri pour un grand nombre d'espèces animales et sont le support de nombreuses activités humaines. Récolte du roseau, chasse au gibier d'eau, pâturage, pêche et projets de conservation de la nature sont susceptibles de modifier leur dynamique. La perte de durabilité des usages des roselières est souvent liée à la perte de leurs principales fonctions écologiques (régulation du cycle de l'eau, habitat pour la faune sauvage, production de ressources naturelles), liées à des changements majeurs dans les usages anthropiques de leur environnement. Le multi-usage des roselières engendre une dynamique spatiale des milieux, une transformation du paysage et de la biodiversité sous l'effet des aménagements, des prélèvements et des choix de gestion des niveaux d'eau saisonniers. La plupart des roselières sont situées en dehors des espaces naturels protégés par acquisition foncière ou par le statut de réserve naturelle. La multiplicité des usages et des conflits pour l'accès aux ressources naturelles et leur gestion constitue alors le point critique de toute stratégie de conservation de leur biodiversité (Mathevet et al., 2003).



Photo 1. Paysage de roselière méditerranéenne, récoltant de roseau et butor étoilé (Camargue gardoise).

Espèce migratrice vulnérable en Europe, le héron pourpré (*Ardea purpurea*) niche en colonie dans les roselières de Camargue qui peuvent abriter entre 600 et 1200 nids soit 25 à 50% des effectifs nationaux. Nos travaux antérieurs ont montré les impacts des activités humaines d'exploitation et de gestion de l'eau sur la capacité d'accueil du milieu pour cette espèce (Barbraud & Mathevet, 2001). D'autres composantes de la diversité des roselières ont été analysées également comme les passereaux, le héron Butor étoilé (*Butaurus stellaris*), les invertébrés ainsi que le fonctionnement de la roselière (Poulin et al., 2005 ; Poulin et al., 2002). L'étude simultanée du contexte socio-économique et sa mise en perspective historique ont permis de placer nos travaux dans une perspective de construction des écosystèmes par les interactions entre processus anthropiques et processus écologiques, une véritable « co-construction » par opposition à une vision dichotomique et quelque peu manichéenne où la nature s'opposerait aux activités humaines et les effets sur la biodiversité de ces dernières seraient systématiquement négatifs (Mathevet et al., 2003). Afin de préserver la capacité évolutive des processus écologiques, il importe de maintenir la diversité des activités et des pratiques en conciliant la survie des activités économiques et le maintien des fonctions de leur environnement.

Paysage, dynamique, la roselière supporte différents stress : des inondations prolongées, des taux de sels élevés ainsi que la fauche. La combinaison de ces stress peut cependant conduire à sa dégradation (Mathevet & Mauchamp, 2001). Pour que le groupement végétal se maintienne en région méditerranéenne, il est nécessaire qu'il y ait un changement régulier d'eau douce, pour limiter l'eutrophisation et les remontés salines des nappes aquifères. Le niveau de l'eau doit être suffisant au printemps pour permettre l'installation des oiseaux qui y nichent. Les assèchements, qui découlent des étés chauds et secs typiques du climat méditerranéen, favorisent l'oxygénation du sol, la minéralisation de la matière organique et la stabilité de la formation (Poulin et al., 2006). Cependant, l'étude des usages et des pratiques de gestion a mis en évidence un processus de spécialisation de l'espace destiné à une activité économique dominante à travers la réalisation d'aménagements hydrauliques (Mathevet, 2004). Ces derniers ont généralement pour objectif d'augmenter la production de la ressource naturelle exploitée (fourrage, roseau, gibier, poisson) sur les parcelles considérées. La gestion de l'eau auparavant collective et garante d'un fonctionnement global satisfaisant pour la roselière, s'est individualisée et souffre d'une absence de coordination. Ce processus entraîne une fragmentation des habitats et fragilise le statut de conservation de certaines espèces à forte valeur patrimoniale.

Ce projet concerne deux sites, deux zones humides qui ont connues ces dernières années une forte dégradation. Il s'agit de deux marais roseliers méditerranéens objets de multiples usages

et présentant une forte valeur patrimoniale : l'étang de Vendres dans la basse plaine de l'Aude, la roselière des étangs du Charnier-Scamandre en Camargue gardoise (Figure 3).

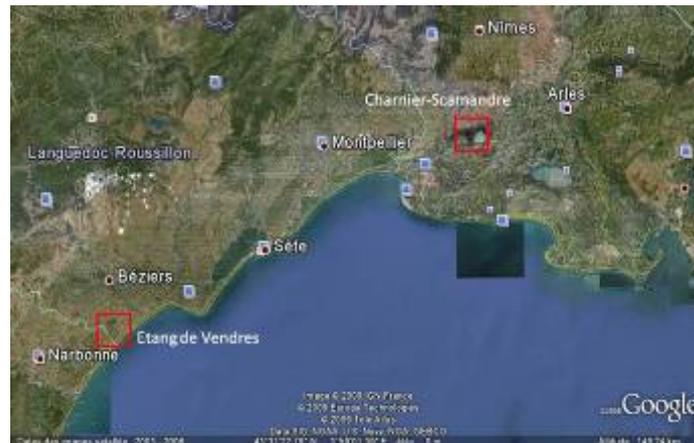


Figure 3. Localisation des deux sites d'étude.

Située aux confins des départements de l'Hérault et de l'Aude, la basse plaine de l'Aude constitue un ensemble de zones humides d'eau douce ou saumâtre, de vignes et de milieux dunaires. En raison de sa richesse paysagère, floristique et avifaunistique, plus de 4000 ha de la plaine sont classés en Natura 2000. Appartenant également à l'entité géographique du SAGE de la basse plaine de l'Aude, l'étang de Vendres est une vaste zone humide totalisant plus de 1600 ha de milieux inondés de manière temporaire ou permanente dont 900 ha de roselière. L'étang et ses abords font l'objet de nombreux usages dont les principaux sont le pâturage (ovins, bovins et équins), les activités cynégétiques, la viticulture, la pêche et les activités liées au tourisme (démoustication, plaisance, découverte du milieu naturel...). Il en résulte des intérêts divers dans la gestion hydraulique et une dégradation générale de la roselière sur l'ensemble de l'étang. Après une phase de diagnostic partagé et de nombreuses études hydrauliques, un plan de gestion concerté a été mis en place en 2003 par le Syndicat Mixte de la Basse Vallée de l'Aude en partenariat avec le Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon. Des travaux et aménagements financés par le programme européen Life Butor permettent la mise en œuvre du plan de gestion et un comité de pilotage rassemblant des représentants des usagers décide désormais de la gestion du site.

Le site de l'éco-complexe Charnier-Scamandre constitue l'une des plus grandes roselières de France avec 2300 ha de roseaux et 970 ha d'étangs. Situé en Camargue gardoise, le site revêt un potentiel majeur pour le Butor étoilé (héron menacé à l'échelle européenne). Appartenant aux domaines publics et privés, le site se caractérise également par le multi-usage qui en est fait et l'intensité des pratiques de gestion liées aux activités socio-économiques. Ces usages (exploitation du roseau, chasse au gibier d'eau, pêche, pâturage) et leurs besoins conduisent à une gestion conflictuelle de la ressource en eau. L'absence de gestion concertée et globale du site depuis plusieurs décennies s'est traduite par une dégradation de l'ensemble de l'écosystème. Après la réalisation de l'étude diagnostique, un plan d'action échelonné sur 5 ans (2001-2006) a été élaboré par le Syndicat Mixte pour la Gestion et la Protection de la Petite Camargue Gardoise en partenariat avec la Station Biologique de la Tour du Valat. Le plan de gestion n'a jamais été appliqué malgré les concertations et sa validation publique. Malgré des travaux hydrauliques financés par le programme européen Life Butor et des échanges avec les usagers, des blocages politiques, suivis par un immobilisme des collectivités territoriales ont interrompu les avancées réalisées pour stopper et inverser la dégradation de la roselière.

Paysages et fonctions écologiques : analyse des services des écosystèmes et réhabilitation urbaine dans l'estuaire de la Tamise

Le terrain étudié en Grande Bretagne, le projet de rénovation urbaine de l'estuaire de la Tamise, a été abordé en envisageant les interactions paysage-biodiversité à partir d'un angle différent. L'analyse de la durabilité des modifications du paysage est abordée via la question du maintien des services des écosystèmes, la biodiversité étant un des services rendus.

L'opération Thames Gateway (Estuaire de la Tamise) est le plus grand projet de rénovation urbaine au Royaume Uni. L'estuaire est très divers. Il s'étend des Docklands de Londres jusqu'à Southend-on-Sea dans l'Essex et à Sheerness dans le Kent. Les paysages ont des caractéristiques qui vont de la ville très densément bâtie à Londres et à sa périphérie immédiate à des espaces ruraux semi-naturels dans le Kent et l'Essex. Ils incluent des friches industrielles dont certaines ont une valeur certaine pour la biodiversité, une ceinture verte d'espaces protégés, des milieux d'estuaires et de marais classés dans la législation britannique comme Sites d'Intérêt Spécial Scientifique (SSSI - Sites of Special Scientific Interest) de niveau national. Par ailleurs, cette opération de rénovation urbaine située dans des plaines inondables est aussi le lieu où seront implantés les sites des Jeux Olympiques de 2012. Cette opération d'intérêt national au Royaume Uni doit intégrer des menaces comme les risques d'inondations, la fragilisation d'habitats d'espèces isolés ainsi que la perte de biodiversité. Comme l'opération sera conduite sur une durée de 25 à 30 ans, elle doit également prendre en compte le facteur du changement climatique. En termes de mesures de compensation, un plan stratégique, appelé *Green Grid* (la « grille verte ») a été développé et intégré dans le projet d'aménagement Thames Gateway.

La stratégie *Green Grid* développe le concept de paysage comme infrastructure verte multifonctionnelle, censé assurer la protection de l'environnement, la conservation de la biodiversité et l'augmentation de la qualité de vie des sociétés locales. La stratégie *Green Grid* a pour objectif d'intégrer toutes les ressources environnementales de l'estuaire en créant un réseau vert d'espaces ouverts non bâtis (allant des parcs urbains aux marais côtiers), d'habitats et de corridors paysagers. Les bénéfices de la *Green Grid* incluent la gestion de la topographie contre les inondations, les loisirs, la protection et l'augmentation de la biodiversité, la création d'emplois ainsi que des mesures de compensation de la fragmentation des habitats causée par l'aménagement urbain par le maintien de corridors de migrations d'espèces. La *Green Grid* est également un moyen d'assurer le contact des résidents avec la nature en garantissant l'accès aux milieux naturels. La somme de ces bénéfices est définie par le *Millennium Ecosystem Assessment* comme des services des écosystèmes (SE). Les SE sont l'objet d'une attention croissante pour leur capacité à fonder une nouvelle méthode d'évaluation environnementale.

Les SE sont décrits par le *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) comme des bénéfices fournis par les écosystèmes. Ils incluent la disponibilité, la régulation, le maintien de services naturels et culturels essentiels pour la vie quotidienne des humains et pour l'économie. Les SE ont aussi un rôle de maintien de la biodiversité et sont essentiels pour la production de biens écosystémiques tels que les fibres naturelles, les molécules pour l'industrie pharmaceutique etc... Plusieurs facteurs tels que les changements d'utilisation des terres, le changement climatique, les modifications d'habitats, l'invasion d'espèces peuvent affecter ces services, en particulier la biodiversité, nécessaire pour le fonctionnement durable des écosystèmes. C'est la raison pour laquelle, la relation paysage-biodiversité est abordée, sur ce terrain, en termes de services des écosystèmes et en termes de capacité de la *Green Grid* à les

produire via la multifonctionnalité des paysages. Ces services (au sens du MEA²) incluent, sans s'y limiter, les loisirs, les potentialités pour l'éducation, le bien-être, la maîtrise des inondations, la protection et la création d'habitats. Assurer cette multifonctionnalité au sein des paysages de la *Green Grid* est cependant un vrai défi en termes de maintien du potentiel écosystémique et en termes d'aménagement des nouveaux sites prévus.

Au sein du Thames Gateway, le travail avait commencé autour de l'analyse du projet Flying Start, un projet de réhabilitation de l'aérodrome d'Eastchurch, sur l'île de Sheppey. On trouve sur cet ancien site d'aérodrome une exploitation agricole, une prison, des anciens hangars d'aviation datant de la première guerre mondiale réutilisés par une exploitation agricole jusqu'en 2006. L'aérodrome borde les marais d'Eastchurch, site natura 2000 et réserve naturelle de la RSPB (Royal Society for the Protection of Birds). Le projet Flying Start était un musée-parc de loisirs fondé sur l'aviation incluant des hôtels, des cafés restaurants et un centre de loisirs. Les enjeux paysagers d'un tel projet étaient d'abord visuels, du fait de la taille et de la forme des bâtiments dont la construction était prévue ; ils étaient aussi écologiques avec le problème de l'augmentation de la fréquentation à proximité immédiate de la réserve ornithologique. Malheureusement, les financements du projet n'ont pas pu être consolidés et l'opération est au point mort depuis 2008.

Après l'annonce du report sine die de l'opération Flying Start, un autre site d'étude a été choisi, dont les caractéristiques sont similaires : l'opération de réhabilitation urbaine The Bridge, près de Dartford, sur la rive droite de la Tamise. Le paysage est caractérisé par un aménagement urbain à immédiate proximité des marais de Dartford, considérés comme un des derniers paysages semi-naturels encore existants de la plaine d'inondation de la Tamise, en périphérie immédiate de l'agglomération de Londres. Ces marais sont classés comme SSSI (Sites of Special Scientific Interest) ; ils incluent également une réserve naturelle. The Bridge est un projet qui vise à transformer et réhabiliter 106 ha (264 acres) de friches urbaines (le site de l'ancien hôpital Joyce Green) en espaces résidentiels, de bureaux, de magasins et de loisirs tout en ayant l'objectif de créer 7500 emplois. Il s'agit d'un projet d'aménagement mené par des opérateurs privés : le promoteur *Prologis* et une société immobilière, *George Wimpey*. Il a débuté en décembre 2006 par la mise en place du réseau routier local et par la construction de locaux commerciaux. La construction de logements a débuté en 2007. L'aménagement prévoit 5 tranches dont seule la première est presque réalisée en totalité.

Paysage et intensification de l'agriculture : des approches économiques

Paysage et économie publique. Le mécanisme de fixation des prix ne peut pas rendre compte des biens publics, tels que les paysages ou la biodiversité, ou de la gestion des risques naturels car il n'y a pas de base valide pour établir leur prix sur marché. Comme ils ne sont pas échangés sur des marchés, ils sont souvent sous-exploités ou sur-exploités pour produire des biens marchands. Les services et les biens qui pourraient résulter des changements de configuration du paysage doivent donc être appréhendés par des outils de fixation de la valeur de biens non-marchands. La fixation de la valeur économique a ses racines dans l'économie du bien être néoclassique, dont l'objectif principal est d'indiquer l'efficacité économique globale de plusieurs usages concurrentiels des ressources. Les ressources devraient être allouées afin de produire les bénéfices nets les plus importants pour la société (rendement de Pareto). L'argument pour distinguer différents états économiques est donné par le critère de

² "Ecosystem services are the benefits people obtain from ecosystems. These include provisioning services such as food and water; regulating services such as flood and disease control; cultural services such as spiritual, recreational, and cultural benefits; and supporting services, such as nutrient cycling, that maintain the conditions for life on Earth." (<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>)

Kaldor- Hicks³. L'économie du bien être par des prémisses que les individus sont les meilleurs juges de ce qu'est leur bien-être et donc qu'on peut approcher le bien-être en observant les choix individuels parmi plusieurs types de biens ou de services. Donc, les bénéfices et les coûts sont déterminés à partir des préférences individuelles. L'analyse coût-bénéfice est un type de prise de décision top-down. Mais, en l'intégrant à une approche délibérative, on peut aboutir à des solutions de gouvernance fondées en légitimité, et donc plus efficacement mises en œuvre.

Gestion du paysage et allocation des aides publiques Les mesures agri-environnementales sont un des outils de gestion du paysage rural. Elles permettent d'orienter la gestion agricole sur des surfaces importantes. De cette manière elles sont une manière de modifier des tendances lourdes de modification des paysages, telles que par exemple la très forte contraction des prairies permanentes au profit des labours. Pour les chercheurs en économie qui ont travaillé sur cette question dans le programme, l'analyse de l'attribution des aides agri-environnementales a pour objet d'examiner 1) si l'allocation de fonds publics à la réalisation de tâches d'intérêt général se fait de manière optimale et 2) si les bénéficiaires accepteraient d'autres mécanismes d'allocation des aides et en particulier des mécanismes déjà mis en œuvre dans d'autres pays, les enchères environnementales (Conservation Reserve Program aux USA, Bush-Tender en Australie, Countryside Stewardship Scheme en Grande Bretagne).

Marais des baux : drainages et agriculture intensive

La région des Alpilles constitue une zone à forte valeur patrimoniale, convoitée pour son patrimoine culturel et historique, pour la beauté de ses paysages rendus célèbres internationalement, ce qui se traduit par les valeurs foncières élevées. Dans ce contexte, le futur des Anciens Marais des Baux, qui se situent au pied des Alpilles (figure 4), est encore incertain, et suscite des débats passionnés (Lifran & Westerberg 2008). Drainés dans les années 60 et transformés en zone d'agriculture intensive, grâce à une injection massive de fonds publics, ils doivent faire face aujourd'hui à plusieurs défis, la hausse des coûts de drainage et les difficultés de leur partage, la transformation de la propriété, induisant une relativisation des objectifs de production alimentaire au profit de la production d'aménités, les incertitudes sur le devenir des soutiens publics à l'agriculture. Parallèlement, de nouvelles fonctions écologiques et des services culturels des écosystèmes sont valorisées (épuration des eaux, régulation des crues, conservation de la diversité biologique et des paysages...). L'enjeu local de la mutation de cet espace se combine donc à des enjeux globaux, ce qui justifie une approche d'économie publique. La zone fait en effet partie des sites Natura 2000 choisis par la France au titre de la Directive HFF.

³ "The Hicks-Kaldor compensation criterion maintains that if the magnitude of the gains from moving from one state of the economy to another is greater than the magnitude of the losses, then social welfare is increased by making the move even if no actual compensation is made between gainers and losers. As such, the problems of fairness and interpersonal welfare distribution are avoided by assuming, that equity considerations are handled separately from the policy being evaluated" (Varian 2003).

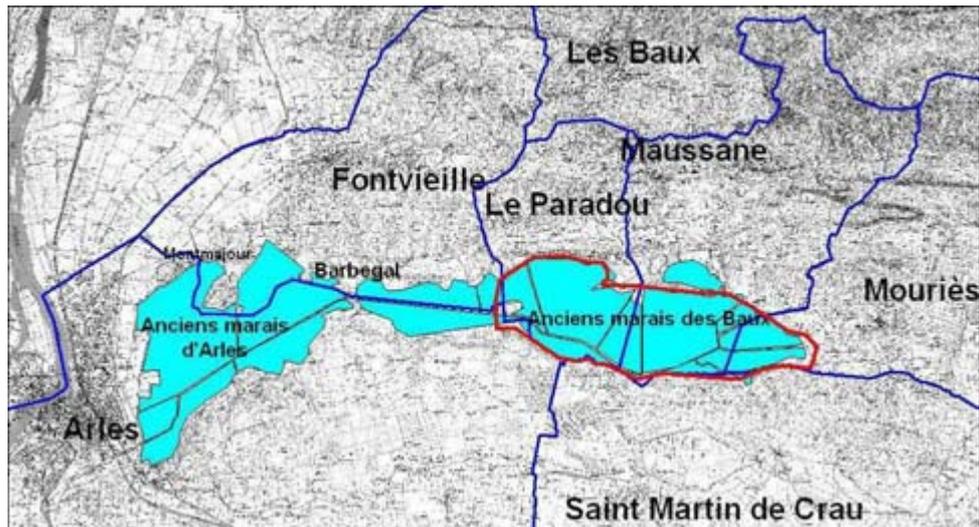


Figure 4. Carte de situation des Anciens Marais des Baux

Le Marais des Baux est unique pour la richesse de sa biodiversité. Il sert d'habitat à un total de 208 espèces d'oiseaux différentes (Héron pourpré, Aigle de Bonelli, Rollier d'Europe) dont 27 sont protégées au niveau international. Le marais de Ilon, un des éléments encore en place du marais original est un arrêt sur les trajets migratoires d'automne pour 600000 hirondelles. La vallée est également riche en mammifères, amphibiens, reptiles et poissons. En particulier on y trouve 46 espèces de libellules ce qui est une des plus fortes densités d'Europe. On y trouve aussi une tortue aquatique menacée (Cistude d'Europe) et 9 espèces d'amphibiens parmi lesquelles le rare et menacé Pélobate cultripède. Concernant les plantes rares du marais, 6 sont sur la liste de la CITES (Convention on International trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Les marais sont retenus comme site Natura 2000 (site FR9301596).

Des entretiens menés avec plusieurs experts scientifiques il ressort qu'une restauration partielle des marais entraînerait une augmentation significative du nombre d'oiseaux tels que les échassiers (hérons), canards ou Rousserole effarvate. Mais on considère qu'une restauration étendue des marais pourrait augmenter le nombre d'oiseaux de 300 %. De plus, ce niveau de restauration pourrait faire revenir des espèces rares anciennement présentes telles que le Butor étoilé et la cigogne blanche.

Enjeux paysagers et mesures agri-environnementales (Aubrac, Lozère)

Concernant l'étude menée sur les enchères environnementales comme mécanisme possible pour une meilleure allocation des fonds publics versés pour le soutien d'actions en faveur du paysage, l'enjeu paysager est fortement mais indirectement lié à la biodiversité. La Prime à l'Herbe Agro-Environnementale vise à maintenir des prairies permanentes en engageant les agriculteurs à ne pas mettre en culture les parcelles faisant l'objet d'un contrat. Le maintien de milieux ouverts herbacés permanents est crucial pour la biodiversité dans la mesure où il s'agit d'un habitat pour de très nombreuses espèces végétales au statut de conservation défavorable (Lepart Marty et al. 2007a et 2007-b).

2.2 Paysage et biodiversité : identification des enjeux par les acteurs sociaux

Afin de mettre en œuvre des démarches participatives de réflexion sur les devenir du paysage en tenant fortement compte de sa dimension bio-physique, il est important, dans une

première étape de savoir de quelle manière les acteurs du paysage identifient les enjeux de biodiversité.

Biodiversité et enjeux d'aménagement du territoire

Garrigues du Pic Saint-Loup : les enjeux de la pression périurbaine

Les recherches menées sur le terrain Pic Saint-Loup permettent de comparer les enjeux paysagers envisagés par les acteurs scientifiques et naturalistes et par des acteurs-résidents.

Concernant les acteurs scientifiques, les avis de quatre experts (cités dans la partie 2.1.) ont été recueillis au cours d'entretiens individuels d'une durée moyenne de 1h pour chacun des experts. Les objectifs pour le groupe des oiseaux sont basés sur l'analyse de données quantitatives recueillies sur un sous échantillonnage de 2800 ha au sein de notre aire d'étude.

Les acteurs scientifiques ont des positions contrastées en fonction des groupes dont ils sont spécialistes. Concernant les **Amphibiens**, il est acquis que les espèces patrimoniales (le triton crêté présent dans le Gard, la tortue lépreuse) ne sont pas présentes dans les garrigues du Pic Saint-Loup et que le cortège est relativement classique des garrigues du Languedoc. Les espèces considérées comme les plus intéressantes sont : le pélodyte et le pélobate (amphibiens anoures, c'est-à-dire sans queue) et les tritons. Ces espèces sont menacées par la disparition des lavognes et des milieux ouverts, deux phénomènes liés.

Parmi les **reptiles**, il n'y a que deux espèces qui profitent de la progression forestière (la couleuvre d'esculade et la vipère aspic), toutes les autres espèces sont davantage liées aux milieux ouverts. Les objectifs sont donc de maintenir les milieux ouverts, préférablement de petites parcelles en évitant les monocultures et les boisements uniformes. Par ailleurs, le déclin du lézard ocellé est lié à la fermeture du milieu mais également à l'utilisation intensive de vermifuges pour les troupeaux. L'augmentation du trafic routier est très néfaste pour les serpents qui ne sont pas adaptés à une mortalité élevée du fait de leur longue durée de vie. L'objectif est donc de limiter les pollutions phytosanitaires et le développement du trafic et des routes.

Pour les **insectes**, l'Hérault est le département le plus riche de France. La majeure partie des connaissances en entomofaune sont basées sur les coléoptères et lépidoptères. La viticulture et ses pratiques culturales sont identifiées comme un problème : l'expert enquêté (J.F. Maldès, CIRAD) est préoccupé par l'usage très fort de produits phytosanitaires, en France par la viticulture. L'impact de la monoculture de vigne comme en Languedoc est désastreux, surtout si l'on considère que ces produits sont utilisés depuis 50 ans⁴. En revanche, pour les insectes, la fermeture du milieu n'est pas identifiée comme une menace pour les insectes. L'extension de forêts monospécifiques, particulièrement les forêts de Chêne vert dont la canopée dense et constante limite l'activité biologique en sous-bois, est considérée comme plus préoccupante.

4 « Rappelons que dans le prolongement des décisions prises à l'issue du Grenelle de l'environnement, Michel Barnier, ministre de l'agriculture et de la pêche, a installé le 15 novembre dernier, le comité d'orientation du plan de réduction de l'usage des pesticides. Ce plan de réduction comporte deux volets : le retrait du marché dans les meilleurs délais au regard des solutions alternatives existantes, des produits contenant les 53 substances actives les plus préoccupantes, dont 30 avant la fin 2008 et l'élaboration d'un plan de réduction de 50% de l'usage des pesticides dans un délai de dix ans, si possible. »

http://www.actu-environnement.com/ae/news/appel_offres_reduction_pesticides_viticulture_4250.php4

Pour la **flore** (mais le raisonnement vaut pour d'autres groupes), l'accent est mis sur l'intérêt de conserver une mosaïque la plus diversifiée possible. L'intérêt des habitats ouverts, peu intensifs et des vieilles forêts est souligné. Le maintien de petites parcelles permet également de favoriser les éléments linéaires. L'intérêt du maintien des paysages ouverts, en particulier les pelouses sur marnes et des ripisylves est souligné. Pour cette raison, le bassin de Saint-Martin est la zone qui concentre le maximum d'enjeux avec comme principales menaces sont l'enfrichement et la mise en culture qui modifient complètement les cortèges floristiques. Enfin, concernant l'urbanisation, les acteurs naturalistes soulignent surtout l'irréversibilité des aménagements et leur augmentation en nombre dans un contexte de forte augmentation de la population dans la région. La position qui se dégage consiste à privilégier le maintien d'habitats cibles milieux humides et milieux ouverts pour préserver des espèces cibles : les espèces protégées, les espèces endémiques restreintes, les espèces en limite d'aire de répartition et les espèces avec responsabilité départementale (voir-ci-dessus : espèces pour lesquelles les effectifs du département sont significativement plus élevés que dans un territoire de référence qui ici serait la France).

Les communautés d'**oiseaux** ont été étudiées en 1978, 1992 et 2003 sur 194 points d'écoute répartis sur une zone de 2800 ha. Parmi les 34 espèces communes présentes, 16 peuvent être considérées comme stables, 9 sont en augmentation et 8 sont en diminution (Sirami et al. 2007). Les espèces en augmentation sont celles associées au milieu forestier (à l'exception de deux espèces associées aux milieux hétérogènes), les espèces en diminution sont celles associées au milieu ouvert et les espèces stables sont celles associées au milieu buissonnant. Les espèces patrimoniales sont celles associées aux milieux ouverts (Pie-grièche rousse). Certaines ont déjà disparu de cette sous-partie de l'aire d'étude (Bruant ortolan) ou sont très rares (Pipit rousseline). L'objectif pour l'ensemble de l'aire d'étude serait donc de maintenir des espaces ouverts avec une hétérogénéité locale de la végétation à la fois à l'échelle locale (1ha) et à l'échelle du paysage (100ha). Pour les rapaces et autres espèces qui nichent dans les falaises, l'objectif est bien évidemment de diminuer la fréquentation liée à l'escalade.

Les positions exprimées par les acteurs-résidents impliqués et recueillies lors de la première réunion du groupe de travail consacrée à l'identification des principales préoccupations concernant le paysage, font une place importante au thème du milieu naturel. C'est en effet, avec la périurbanisation et le développement agricole, un des trois thèmes de débats lors de la réunion. Les acteurs soulignent que les garrigues sont caractérisées par la **fermeture du paysage**, à quelques exceptions près. Ils notent que la progression des pinèdes dans la partie Est de ce secteur n'est pas gérée alors qu'elle pourrait nourrir la filière bois-énergie. Les outils de protection des espaces naturels (Natura 2000 ou Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique, ZNIEFF...) ne sont questionnés dans leur pertinence, surtout d'un point de vue de cohérence avec les documents d'urbanisme élaborés par les collectivités territoriales (PLU). La fermeture du milieu est considérée comme une perte de qualité préjudiciable, en biodiversité comme en identité paysagère : par exemple, le patrimoine historique ou préhistorique se perd sous la végétation de plus en plus dense et haute. L'abandon de l'élevage est vu comme le principal moteur de la transformation du paysage ouvert de garrigue comme milieu naturel et aucune nouvelle perspective ne semble émerger pour son maintien ou son redéveloppement.

Le paysage de garrigue est fortement envisagé sous l'angle de l'identité, du patrimoine et des usages collectifs : la question de l'accessibilité et de la libre circulation rendue difficile par les enclos, les interdictions ou les battues aux sangliers est débattue. Par ailleurs, les garrigues souffriraient de l'abondance du patrimoine, qui, de fait, serait moins valorisé que dans les régions où il est rare. La valorisation de l'agriculture pourrait être le moyen d'informer le public sur cette valeur.

Au total, l'espérance, partagée par les membres du groupe, de voir les paysages ouverts se maintenir ne s'appuie apparemment pas, ou pas en premier lieu, sur une perception de leur intérêt naturaliste. Les enjeux liés aux différentes pratiques de loisir et de tourisme sont discutés avec plus de vigueur, en termes de risque de détérioration du patrimoine et en termes d'opportunités de développement. La vision des acteurs du groupe de travail est donc plus axée sur les enjeux d'aménagement du paysage et du territoire que sur les enjeux de biodiversité et de conservation considérés comme un volet de la politique d'aménagement.

Rénovation du paysage urbain et dynamiques écologiques

Le travail de recherche a pour premier objectif d'explorer les potentialités d'une approche en termes de service des écosystèmes pour promouvoir la multifonctionnalité au sein de la *Green Grid* : il s'agit d'identifier tous les usages possibles de la *Green Grid* en termes de services écosystémiques. Le deuxième objectif est d'envisager les possibilités de la plate forme CORMAS pour modéliser, sur notre cas d'étude, les services des écosystèmes.

L'aménagement du paysage dans la zone de The Bridge est intégré dans la *Green Grid*. Il doit maintenir des corridors écologiques pour la faune sauvage : des haies qui le relient aux marais de Dartford, adjacents à la zone à aménager. L'objectif des aménageurs est d'augmenter la biodiversité en recréant des habitats pour les campagnols (*Anvicola terrestris*), les oiseaux migrateurs et les chauves-souris connus sur la zone aménagée. De plus, ces corridors contribueront aux activités de loisir pour les résidents avec l'aménagement d'aire de récréation de petite taille (*pocket parks*). Les marais de Dartford sont donc connectés à la *Green Grid*. Ces marais sont décrits par le *Kent Biodiversity Action Plan*⁵ comme composés de différents types d'habitats : marais pâturés, marais salants, vasière nue, prairies humides, fossés. Ces habitats accueillent des oiseaux (par ex. chevalier gambette - *Tringa totanus* ; Busard des roseaux - *Circus aeruginosus* ; avocettes, Bécassine des marais - *Gallinago gallinago*), des plantes (Berle à larges feuilles - *Sium latifolium* ; Guimauve officinale - *Althaea officinalis*), et des invertébrés variés (*Opodiphthera eucalypti*) dont certains sont sur des listes d'espèces menacées. Le maintien de cette biodiversité doit tenir compte avec les usages variés du paysage des marais : pâturage, agriculture, extraction, motocross, aéromodélisme, tir à la carabine. Au sud de la zone de marais se trouve une ancienne usine de feux d'artifice.

Concernant la gestion de la biodiversité, les gestionnaires du projet d'aménagement identifient deux classes de problèmes. Les résidents ne mesureraient pas la sensibilité des écosystèmes à l'action humaine ; ils n'auraient en général pas conscience des effets de leurs actions sur l'écosystème (par exemple : ils distribuent de la nourriture pour les renards mais qui est mangée plutôt par des rats qui sont des prédateurs des nids) ; par ailleurs, ils utilisent très peu les aménagements de loisir de la *Green Grid*, tels que les *pocket parks* aménagés, avec barbecues, pistes cyclables, tout spécialement pour les familles avec de jeunes enfants. Le deuxième problème identifié pour la conservation de la biodiversité concerne les animaux domestiques. Même si le projet a prévu des aménagements pour les campagnols, les invertébrés, les oiseaux et les chauves-souris, avec des corridors de biodiversité, ces espèces seraient menacées par les animaux domestiques et surtout les chats qui seraient localement des prédateurs très efficaces des oiseaux et des campagnols.

⁵ <http://www.kentbap.org.uk/akentbap/>

Paysages et ressources

Larzac Méridional : gestion pastorale et sylvo pastorale des ressources et biodiversité

La question de la fermeture du paysage est identifiée depuis une vingtaine d'années comme importante par les acteurs. Elle est au cœur des problématiques de la gestion des territoires d'élevage dans des contextes de déprise rurale et agricole où les milieux ouverts semi-naturels régressent face à la colonisation spontanée des buissons et des arbres.

Pour les éleveurs des Causses, les questions de modifications des paysages essentiellement appréhendées via la gestion des ressources. La dynamique de la végétation ligneuse fait que de très nombreuses exploitations doivent envisager le pâturage dans des conditions préforestières ou forestières, soit pour tenter d'enrayer la progression des ligneux, soit pour utiliser des ressources disponibles sous couvert arboré. Les réponses techniques ou politiques sont assez variées, allant du laisser faire à une intervention lourde par des moyens mécaniques. Ces réponses sont mises en œuvre par des éleveurs en fonction de l'organisation de leur système d'exploitation.

La réponse la plus simple consiste à intensifier la production sur les espaces cultivables et à abandonner l'utilisation des parcours. Elle aboutit à la mise en place de clairières agricoles dans un bloc forestier. C'est celle qui s'impose, surtout pour les systèmes ovins laitiers, lorsqu'il n'y a pas de réorganisation du système de production. C'est une solution qui aboutirait à la disparition ou à la régression de la biodiversité pour lequel le causse a une forte responsabilité patrimoniale.

L'autre moyen fréquemment mis en œuvre est la réutilisation des pelouses. Elle a été encouragée par des mesures agri-environnementales ; elle est aussi facilitée par la diminution du prix de vente de la viande et du lait, diminution qui amène à rechercher des solutions de désintensification. La réouverture des parcours peut nécessiter d'avoir recours à des moyens mécaniques souvent très coûteux et pas toujours efficaces (en particulier pour des espèces qui sont capables de rejeter de souche). Ces opérations de réouverture mécanique peuvent être réalisées par les éleveurs soit à la suite de subventions soit sans accompagnement financier. Le résultat a un caractère assez temporaire lorsqu'il n'est pas accompagné par un pâturage soutenu. Lorsque toutes les conditions sont réunies, ces pratiques peuvent aboutir au maintien des mosaïques d'espaces boisés et ouverts ; la biodiversité associée peut y être élevée

La troisième solution s'inspire, en les réinterprétant assez librement, de systèmes traditionnels en région méditerranéenne. Elle est apparue relativement récemment et semble aujourd'hui mobiliser les structures techniques d'accompagnement des éleveurs. C'est le développement du sylvo-pastoralisme. Il s'agit de réutiliser les boisements comme pâturage. La présence de ligneux peut avoir l'intérêt de fournir une autre ressource fourragère ; si le boisement est relativement ouvert la strate herbacée reste présente et peut même avoir une meilleure croissance du fait d'un micro-climat favorable. Toute la question est alors celle du maintien du système dans des conditions qui permettent une production fourragère importante. Nous avons analysé ce problème sur une base bibliographique pour la région méditerranéenne (Lepart et Marty 2009) et nous avons conclu qu'il était rarement possible d'arriver à un tel équilibre ce qui rejoint les conclusions obtenues par Ansonnaud (2009) sur une base plus expérimentale et plus locale. Il est par ailleurs assez probable que ce type de solution technique soit assez peu favorable à la biodiversité Il ne nous semble donc pas que les pratiques sylvo-pastorales soient susceptibles de faire converger les intérêts des agriculteurs et ceux des gestionnaires des paysages.

Roselières méditerranéennes : ressources et gestion de l'eau

La question de la durabilité du paysage roselier est systématiquement associée à des enjeux importants de maîtrise de l'eau, du foncier, de l'accès et de l'usage du marais par les différents acteurs locaux et institutionnels.

Le terme de paysage apparaît dans les discussions locales mais il est systématiquement associé à l'usage du marais. Il revêt une fonction symbolique et patrimoniale, souvent non éloignée d'une nostalgie de paysages du passé désormais dégradés que l'on souhaiterait préserver sinon recouvrir. Le paysage roselier apparaît au cours des entretiens sur les enjeux mais aussi dans la description des chaînes de causalité expliquant les dynamiques observées. Ces explications se fondent certes sur les représentations sociales mais aussi et avant tout sur les rapports de force entre acteurs dans la gestion de ces espaces. Le paysage est un système dynamique dont l'évolution tient tantôt d'un processus sur le long terme et tantôt de l'événement ponctuel, mais l'homme en serait toujours partie intégrante.

Les acteurs définissent ainsi le marais roselier comme un espace-support d'un système naturel qui travers les techniques qui permettent son exploitation, devient un espace-ressource. Ce dernier, par les significations et les valeurs économiques et socioculturelles que les hommes lui attribuent, représente alors dans le même temps un espace-enjeu, et par la même, un espace de conflits au travers des pratiques spatiales, du fait que chaque individu ou groupe social élabore sa propre représentation de l'espace. Approprié, il devient espace-vécu et ainsi, support de pratiques et de comportements, il est l'objet de modifications physiques, il est espace-aménagé, espace-produit. Les aménagements vont largement conditionner d'une part les pratiques socio-spatiales et d'autre part les représentations qui en retour modifieront l'espace-aménagé en produisant de nouveaux paysages.

Le tableau 2 rassemble les principales caractéristiques des deux sites d'étude. Les ressources exploitées sont la roselière, les prés salés, le gibier d'eau et les poissons. La roselière s'est particulièrement dégradée ces dernières années mais la situation s'améliore principalement dans l'étang de Vendres. La faune aquatique suit également cette tendance qui est favorable à la biodiversité. La propriété privée domine dans l'étang de Vendres alors que le communal concerne la moitié du Charnier-Scamandre. Dans les deux sites, la grande propriété foncière joue un rôle crucial dans la gestion de l'eau et des ressources naturelles.

Pour les deux sites, le principal constat réalisé par les usagers et les experts est la forte régression spatiale et qualitative de la roselière dans la première moitié des années 90. Les causes sont identifiées (tableau 2) et reconnues par les usagers, même si certains ont une vision très parcellaire et partielle des raisons de cette dégradation générale. L'absence de gestion concertée de l'eau dans les deux sites semble à l'origine de la modification rapide du milieu naturel et des ressources naturelles. Les besoins de coordination sont reconnus par tous et un plan de gestion a été rédigé dans les deux sites par chacun des syndicats mixtes. Des travaux de restauration d'ouvrages hydrauliques et des curages de canaux ont également eu lieu. Le plan de gestion est aujourd'hui appliqué sur l'Etang de Vendres mais pas dans les étangs du Charnier-Scamandre en raison de désaccords politiques entre la mairie de Vauvert et le Syndicat mixte.

L'état écologique des roselières du Charnier Scamandre est moins homogène que celui de Vendres, où toutes les ressources ont été détériorées ce qui a soulevé un sentiment partagé par l'ensemble des acteurs de la nécessité d'agir. La ressource cynégétique du Charnier Scamandre se porte bien et s'améliore encore, ce qui amène les chasseurs à dire qu'il n'y a pas besoin d'interventions supplémentaires.

	Etang de Vendres	Ecocomplexe Charnier-Scamandre
RESSOURCES EN EAU		
Nappe	Alluviale/mer	Alluviale/mer
Cours d'eau	Aude	Petit Rhône
Canal	de la Matte	Du Rhône à Sète et Capette
RESSOURCES EXPLOITÉES*		
Roselière	(-) [++] (±)	(-) [+] (±)
Prés salés	(±) [+] (+)	/
Gibier d'eau	(-) [+] (+)	(+) [++] (+)
Poissons	(-) [++] (+)	(-) [+] (+)
BIODIVERSITÉ*	(-) [+] (+)	(±) [+] (+)
USAGES		
Protection de la nature	Terrains du C.L.R.L.	Réserve naturelle régionale
Tourisme découverte nature	En projet	Centre du Scamandre
Exploitation du roseau	Abandonnée depuis 15 ans	2 collecteurs (~40 personnes)
Pêche professionnelle	Un seul pêcheur	Trois pêcheurs
Chasse communale	Une trentaine de chasseurs de deux sociétés de chasse	Moins de 200 chasseurs d'une société de chasse
Chasse privée	Une centaine de chasseurs dans 5 territoires	Une centaine de chasseurs dans 5 territoires
Elevage bovin	Un éleveur (~600 têtes)	Un éleveur (~400 têtes)
Elevage ovin	Abandonné depuis 2 ans	Non
Recherche scientifique	Non	Travaux de la Tour du Valat
STRUCTURE FONCIÈRE	Peu de terrains communaux cinq grandes propriétés privées Nombreuses petites propriétés privées (microparcellaire)	1400 ha de terrains communaux, cinq grandes propriétés privées ; quelques petites propriétés privées (microparcellaire)
PLAN DE GESTION	Rédigé (2002) / appliqué	Rédigé (2002) / non appliqué
PORTEUR DU PLAN DE GESTION	Syndicat Mixte (S.M.B.V.A.)	Syndicat Mixte (S.M.G.P.C.G.)

* (Etat passé avant le plan de gestion) [tendance actuelle] (Etat actuel), légende état : - mauvais, + bon, ± mitigé ; légende tendance : ++ amélioration importante, + faible, 0 stable, - dégradation faible, -- importante.

Tableau 2. Principales caractéristiques des deux sites d'étude.

Le regard des acteurs sur le territoire et ses paysages. Sur les deux sites, l'attachement au marais, à la roselière est dominant chez les acteurs locaux. La plupart déclare essayer de transmettre aux autres et à leurs enfants cet attachement au territoire palustre. Néanmoins, cela ne signifie pas pour autant que les acteurs considèrent l'ensemble des composantes de ce territoire. Les enjeux environnementaux sont bien identifiés et tous les acteurs déclarent participer à sa préservation alors que leurs actions ne sont généralement pas reconnues par les autres usagers, bien que certaines soient bien réelles. Aucun acteur n'est distant du territoire même si la propriété foraine est à l'origine de l'éloignement de certains propriétaires et d'un degré d'attachement moindre au paysage.

Concernant leur paysage, les acteurs identifient davantage d'atouts que de contraintes. Ces contraintes concernent la dégradation du milieu : la pollution, le sel, l'urbanisation et les espèces invasives (ragondin, jussie, écrevisse de Louisiane). On critique aussi les pratiques de chasse qui limiteraient les effets positifs des projets de restauration et de protection des milieux. La gestion de l'eau dite « monospécifique » est également accusée d'accroître les conflits et de bloquer les tentatives de mise en place d'une gestion globale de l'eau. La présence du moustique est considérée comme une nuisance uniquement sur l'Etang de Vendres. La présence d'une station balnéaire dans l'environnement immédiat et le fait d'être une zone de préemption du C.E.L.R.L. sont également présentés comme des « défauts » du site de Vendres. La mise en œuvre de Natura 2000 dans les deux sites est considérée comme une limite très forte au développement des activités humaines. La présence de héronnières est considérée comme contraignante dans le site du Charnier-Scamandre.

	Etang de Vendres	Ecocomplexe Charnier-Scamandre
PRINCIPAL CONSTAT	Disparition de la roselière depuis le début des années 90	Disparition de la roselière depuis la fin des années 80
CAUSES IDENTIFIÉES (par les usagers et les experts)	Entrées d'eau de mer suite à mauvaises manipulation des ouvrages hydrauliques et réduction des apports en eau douce. Qualité des eaux de rejet des stations de lagunage	Usage inapproprié des engins de coupe du roseau sur sol peu porteur, inondation estivale de la roselière à des fins cynégétiques, abondance de ragondins qui limitent le retour de la roselière, entrées de sel lors des apports d'eau, faible renouvellement des masses d'eaux et qualité des eaux des canaux et du Petit Rhône.
ORIGINE	Absence de gestion concertée du fonctionnement hydraulique du site Absence de coordination	Absence de gestion concertée du fonctionnement hydraulique du site Absence de coordination
SOLUTIONS MISES EN OEUVRE	Mise en œuvre d'un plan de gestion concertée Restauration et pilotage de l'ouvrage régulateur par le Syndicat Mixte	Rédaction d'un plan de gestion concertée par le Syndicat Mixte Restauration et entretien de certains ouvrages et canaux Piégeage du ragondin.
PLAN DE GESTION	Rédigé en 2002 et appliqué	Rédigé en 2002 mais non appliqué
CAUSES DE L'AMÉLIORATION ACTUELLE DU MILIEU	Inondations de l'Aude (lessivage naturel du sel) et gestion coordonnée de l'eau	Inondation du Rhône (lessivage naturel du sel) et début de gestion coordonnée par le garde communal

Tableau 3. Des problèmes constatés par les acteurs locaux à l'amélioration de la situation.

Les atouts concernent autant les aspects fonctionnels, économiques, paysagers que patrimoniaux. La biodiversité spécifique à la roselière et aux étangs, les canards et les poissons constituent des atouts sur le plan du patrimoine naturel et traditionnel. Un milieu pourvoyeur de ressources naturelles permettant le pâturage, la coupe, la pêche et la chasse constitue l'atout essentiel des deux territoires. Paradoxalement, on met en avant les avantages des inondations « naturelles » tout en louant l'avantage de la maîtrise hydraulique et des endiguements du milieu qui permettent une gestion différenciée du milieu et son exploitation économique sur le Charnier-Scamandre. La maîtrise foncière privée est présentée dans les deux sites comme un avantage permettant de s'affranchir des dysfonctionnements de la gestion collective.

Les usagers du Charnier-Scamandre sont plus sensibles à l'aspect économique de la roselière que les usagers de Vendres. La biodiversité peut même y être perçue comme une contrainte, l'héronnière empêche de brûler ou de couper le roseau et les multiples hérons et autres oiseaux protégés comme le cormoran nuiraient à la pêche en diminuant les stocks de poissons. Si les usagers des deux terrains sont favorables à une maîtrise hydraulique, l'étang de Vendres y centre plus son problème (apport de sel de pollution) qu'au Charnier-Scamandre pour lequel les ragondins et les plantes envahissantes ont remplacé la problématique de la gestion hydraulique qui se résume à la difficulté de faire un assèchement estival.

Le passage du plan de gestion à Natura 2000 est difficile sur les deux terrains mais le contexte semble plus propice sur l'étang de Vendres.

Sur l'Etang de Vendres, tous les acteurs déclarent peu dégrader le milieu, un seul usager est montré du doigt et est considéré comme à l'origine de dégradation de l'environnement par certains, il s'agit de l'éleveur. Sur l'Ecocomplexe Charnier-Scamandre, tous les acteurs disent

peu dégrader le milieu alors qu'ils s'accusent mutuellement de le dégrader à différents degrés. L'usage pour la fauche du roseau de la machine à pneus basse-pression sur des sols peu portants et à une vitesse élevée est souvent mentionné ainsi que la mise en eau estivale ou la gestion en plan d'eau semi-permanent réalisée par les chasseurs.

Toutefois, le conflit lié à la gestion de l'eau n'est pas l'unique conflit. D'autres apparaissent clairement, ils sont rassemblés dans le tableau 4.

	Etang de Vendres	Ecocomplexe Charnier-Scamandre
CONFLITS POUR LA GESTION DE L'EAU	<i>Gestion de l'eau et travaux hydrauliques</i> Entre S.M.B.V.A., les grands propriétaires et les chasseurs communaux de Lespignan	<i>Création de digues et canaux</i> Entre S.M.P.G.P.C.G et un propriétaire privé <i>Gestion hivernale de l'eau</i> Entre coupeurs manuels et coupeurs mécaniques <i>Gestion de l'eau</i> Entre exploitants de roseaux et chasseurs communaux ; S.M.P.G.P.C.G et mairie de Vauvert
CONFLITS POUR LA GESTION DE LA VÉGÉTATION	<i>Pression de pâturage et installation de clôtures dans les prés salés</i> Entre l'éleveur, les petits propriétaires, le S.M.B.V.A., le C.E.L.R.L., PEGASE	<i>Mode de coupe de la roselière</i> Entre S.M.P.G.P.C.G et coupeurs mécaniques de roseau ; Entre coupeurs manuels et coupeurs mécaniques
CONFLITS POUR L'ACCÈS À L'ESPACE	<i>Location des parcelles de pâturage des prés salés</i> Entre l'éleveur, les petits propriétaires, le S.M.B.V.A., le C.E.L.R.L.	<i>Location des parcelles de coupe</i> Entre coupeurs mécaniques de roseau
CONFLITS DE NORMES ET VALEURS	<i>Propriété publique vs propriété privée</i> Entre collectivités publiques, associations, propriétaires et ayants-droits	<i>Activité de chasse</i> Chasseurs communaux et S.M.P.G.P.C.G <i>Propriété publique vs propriété privée</i> Entre collectivités publiques, associations, propriétaires et ayants-droits

Tableau 4. Les conflits dans les deux sites d'études.

Les analyses initiales des deux terrains ont permis de mettre en lumière l'état du milieu, de la concertation et des relations entre acteurs de chaque site.

L'étang de Vendres présente une amélioration du milieu due aux inondations qui ont lessivé l'étang et à une bonne gestion de l'eau, fruit d'une procédure de négociation entre usagers. La concertation du plan de gestion s'est bien déroulée pour la gestion hydraulique et la dynamique sociale est à la coopération. Cependant, l'usage des prés salés en bordure de l'étang est l'objet de conflits entre l'éleveur de bovins et certains petits propriétaires mécontents du soutien accordé par le syndicat mixte et le conservatoire du littoral à l'éleveur. Des procédures en justice pourraient envenimer la situation et dégrader la confiance établie entre les divers usagers du groupe de concertation relative à la gestion de l'eau. Malgré cela, la légitimité du syndicat mixte est largement vérifiée et son chargé de mission est particulièrement apprécié. Ce qui permet d'envisager une poursuite satisfaisante de la gestion concertée sur ce site.

Il n'en est pas de même pour l'écocomplexe Charnier-Scamandre, où un conflit politique entre la municipalité de Vauvert et le syndicat mixte a bloqué la mise en œuvre du plan de

gestion. Le syndicat, en charge du plan de gestion, est très critiqué en particulier pour son parti pris pour Natura 2000 et la protection de la faune sauvage. La gestion hydraulique demeure conflictuelle entre chasseurs et exploitants de roseaux dans le communal, elle n'est cependant plus identifiée comme la principale cause de dégradation des marais qui se portent mieux depuis les inondations et les efforts de gestion du nouveau garde champêtre.

Economie et paysage : une approche indirecte des enjeux de biodiversité

Les analyses menées à partir de l'économie n'avaient pas pour premier objet de connaître l'identification des questions de biodiversité par les acteurs. Elles visaient plutôt à étudier les préférences en termes de choix d'aménagement paysager et les types de mesures envisageables pour rémunérer la gestion environnementale du paysage. Néanmoins, de manière indirecte, ces travaux ont permis de dégager certains éléments.

Enchères environnementales et biodiversité

Le travail réalisé par l'équipe sur ce thème n'était pas directement centré sur les enjeux de biodiversité. C'est la raison pour laquelle la position des acteurs vis-à-vis de la biodiversité n'a pas été explicitement étudiée. Les recherches ont mis en évidence l'acceptation par les acteurs agricoles du paysage des dispositifs de paiement actuels (primes et contrats agri-environnementaux) ou de modes plus innovants (enchères environnementales) qui visent à rémunérer des actions qui devraient bénéficier à la biodiversité.

Marais des Baux : la biodiversité, une des composantes des choix stratégiques en matière d'aménagement paysager

Les coûts de plus en plus élevés du contrôle des niveaux d'eau et la forte capacité du paysage à fournir des aménités a entraîné une réflexion critique sur les modes de mise en valeur agricole intensifs des dernières décennies. Un débat important est celui de l'arrêt ou de la continuation de la restauration des marais (qui font aujourd'hui 1/6^{ème} de leur taille initiale).

Parmi des acteurs variés, tels que des propriétaires, des gestionnaires et aménageurs locaux ou régionaux, le consensus sur la configuration future du paysage des Marais des Baux est loin d'être atteint. En effet, les opinions et les attentes concernant l'extension potentielle des marais sont très diverses. D'une part, des acteurs publics (Agence de l'eau, Conservatoire du littoral, Caisse des Dépôts et Consignations) sont intéressés par l'achat de terrains pour restaurer les marais ou bien par le versement de compensations aux propriétaires pour entreprendre des opérations de restauration (sur les sites Natura 2000 par exemple). D'autre part, les collectivités locales sont moins favorables à la restauration car elles craignent la prolifération des moustiques et des pertes d'emploi dans le secteur agricole. Pour les acteurs du paysage, la biodiversité liée aux milieux humides est un des paramètres du choix d'aménagement, à côté d'autres paramètres tels que la taille du marais, le maintien de haies, l'accès et la présence d'activités de loisirs, le contrôle des populations de moustiques.

**3. ELABORATION DES OBJECTIFS DE GESTION DU PAYSAGE :
QUELS DISPOSITIFS PARTICIPATIFS ?**

3.1 Introduction

Le préalable de la mise en œuvre de dispositifs participatifs est la connaissance des acteurs du paysage considéré. Dans certains des terrains étudiés, cette connaissance était acquise par les chercheurs (Pic Saint-Loup, Grands Causses, roselières méditerranéennes) ; pour les autres terrains, la recherche a débuté par l'identification des acteurs et des relations qu'ils entretiennent.

Les équipes ont mis en œuvre, sur chaque terrain des méthodes qui ont toutes en commun d'associer les acteurs à la réflexion sur les enjeux de gestion du paysage. C'est dans cette mesure qu'on peut les qualifier de méthodes ou de dispositifs participatifs (Rowe et Frewer 2004). On peut néanmoins les séparer en deux familles : d'une part les approches plutôt fondées sur la consultation des acteurs et sur la mise à jour de leurs préférences et d'autre part des approches fondées sur la co-construction ou la co-élaboration de scénarios ou d'objectifs de gestion. L'objectif des équipes était d'utiliser et de tester différents outils pour éprouver leurs aptitudes à faire émerger les projets portés par les acteurs paysagers des terrains étudiés. Le travail sur les enchères agri-environnementales est un travail plus théorique ; toutefois, en amont de la réflexion théorique, avec la collaboration de la chambre d'agriculture de la Lozère, une enquête a été menée auprès d'un échantillon d'agriculteurs lozériens, afin de révéler les préférences des agriculteurs pour un système agri-environnemental moins standardisé dans lequel les enchères agri-environnementales pourraient trouver leur place.

Ces dispositifs participatifs sont de trois ordres : groupes de réflexion, simulateurs et modèles participatifs, entretiens ou enquêtes. Les approches en économie du paysage (étude sur les marais des Baux) ont mobilisé des techniques de type entretiens et enquêtes, même si des réunions de groupes d'acteurs ont eu lieu dans. Les méthodes participatives fondées sur l'animation de groupes d'acteurs ont été utilisées pour les Garrigues du Pic Saint-Loup et pour l'estuaire de la Tamise. Enfin, les techniques de modélisation participative ont été mises en œuvre pour les Roselières méditerranéennes (jeux de rôle) et pour les paysages agropastoraux des causses (automate cellulaire et simulateur technico économique).

3.2 Dispositifs participatifs

Economie du paysage : méthode des choix contingents

Nous avons utilisé la méthode des choix contingents (ou méthode des programmes, Bonnioux, 2006). Cette question des nuisances associées à été bien traitée dans le cas de population d'espèces protégées induisant des nuisances. Elle a plus rarement été abordée au niveau des habitats ou des écosystèmes. L'intérêt de la méthode dans un tel contexte est double. D'une part elle permet d'identifier les *scenarii* de restauration préférés par les habitants de la zone, et d'autre part, elle permet d'évaluer leurs consentements à payer et les caractéristiques individuelles qui les influencent.

La méthode des choix contingents

Initialement conçue pour des applications dans le marketing, la méthode des choix contingents est devenue un outil populaire dans le domaine de l'économie de l'environnement. En effet, elle est apte à rendre compte des choix réalisés entre des scénarii caractérisant différents aspects d'un projet. Tout projet est susceptible d'être décliné en différentes variantes, décrites par des combinaisons d'attributs. La méthode se fonde sur la théorie de Lancaster (1966) selon laquelle l'utilité procurée par un bien ou un service est égale à la somme des utilités procurées par ses différents attributs et caractéristiques. En s'appuyant

sur des enquêtes, les personnes interrogées sont confrontées à des descriptions alternatives du projet construites par combinaison de ces différents attributs. Les descriptions des alternatives sont présentées dans un certain nombre d'ensembles de choix comprenant le statut quo et deux options de changement. Dans chaque ensemble de choix, les personnes interrogées sont invitées à choisir leur option préférée. L'exercice indique que le coût de chaque option de changement se traduirait pour les résidents par une augmentation des impôts locaux. Dès lors qu'un des attributs est de nature monétaire, il est possible d'inférer à partir des réponses, le consentement à payer pour le bien et ses divers attributs. Si l'exercice est en général bien compris et accepté, de gros efforts doivent être consacrés à la maîtrise des aspects cognitifs dans la description du projet dans l'exercice de choix. Cet effort est d'autant plus nécessaire que l'on manipule des concepts abstraits, comme celui de biodiversité. Une concrétisation par le moyen d'icônes ad hoc est indispensable, mais doit être soigneusement évaluée, car elle peut véhiculer des biais importants à l'insu des concepteurs.

Prise en compte de l'hétérogénéité des préférences

Lors d'une phase préparatoire, les entretiens et les réunions d'acteurs locaux organisées avaient permis d'anticiper une forte dispersion des réponses, confirmée lors de la réalisation de l'enquête. Nous avons donc choisi d'utiliser un modèle économétrique adapté, le modèle logit à paramètres aléatoires (RPL). Celui-ci fait partie d'une famille de modèles qui permettent de prendre en compte l'hétérogénéité des préférences. Dans les modèles à classes latentes, les sources de l'hétérogénéité ne sont pas connues, et l'on teste simplement la pertinence de regrouper les répondants en classes de préférences. Dans les modèles à composantes d'erreur, et dans les modèles à paramètres aléatoires, on teste l'influence de variables instrumentales sur l'hétérogénéité.

L'enquête a consisté à faire passer un questionnaire. Le questionnaire est ici conçu comme un instrument de collecte de données qui pose des questions préparées pour avoir accès à l'information désirée. Cette tâche n'est pas triviale dans la mesure où chaque question doit être correctement formulée et placée dans le questionnaire pour permettre de recueillir une information précise. Dans la mesure où le questionnaire demande aux interviewés de considérer des biens non marchands ou des services affectés par des changements, la politique publique, réelle ou hypothétique, doit être perçue comme réaliste et faisable (Bateman et al 2002). La détermination des attributs pertinents et de leurs niveaux, est un processus long et itératif qui s'est étalé sur l'été et l'automne 2007. D'abord, le problème concret d'évaluation a été formulé et les attributs d'intérêt identifiés. Le processus de collecte de l'information a été une combinaison d'enquêtes de terrain auprès des propriétaires et des décideurs publics ainsi qu'auprès de plusieurs acteurs et experts (Parc Naturel Régional, experts en hydrologie et en démoustication, écologues). Après cela, les attributs identifiés et leurs niveaux ont été testés auprès de groupes de travail. Ces réunions ont apporté des compléments pour formuler les questions sur les attitudes, les opinions, les connaissances, la familiarité avec les biens faisant l'objet de l'étude. Les attributs ont été choisis de telle manière qu'ils soient (Bergmann et al 2006) : 1) pertinents pour le problème analysés, crédibles et réalistes, capables d'être compris par la population enquêtée et enfin adaptés à l'analyse de la politique.

La théorie de l'utilité aléatoire postule que l'individu rationnel choisit le programme qui lui procure l'utilité la plus élevée parmi les trois qui lui sont proposés. Le niveau d'utilité procurée à l'individu n par le scénario j dans l'ensemble de choix t est donné par :

$$U_{ntj} = \beta'_n x_{ntj} + \varepsilon_{ntj}$$

L'utilité U_{ntj} n'est pas observable directement pour le chercheur, mais on suppose qu'elle peut se décomposer en une composante observable $\beta'_n x_{ntj}$ et un terme aléatoire ε_{njt} . La composante observable dépend des caractéristiques de l'individu et les attributs du scenarii sélectionné. Dans l'approche du modèle RPL, l'hétérogénéité parmi les individus est prise en compte en faisant l'hypothèse que chaque β'_n appartient à une distribution statistique spécifique, de moyenne b et d'écart-type, η . Nous avons choisi une distribution normale pour les paramètres aleatoires (Hensher and Greene 2003). L'expression de l'utilité individuelle peut alors être re-écrite de la façon suivante :

$$U_{ntj} = b'_n x_{ntj} + \eta_n x_{ntj} + \varepsilon_{njt}$$

Déroulement du processus

La conception du questionnaire a été réalisée après une série d'entretiens avec des scientifiques, qui ont permis de sélectionner une première liste d'attributs pertinents pour le projet. Puis nous avons discuté de ces attributs lors de groupes de discussions avec des habitants volontaires.

Nous avons ainsi pu choisir 5 attributs pertinents et compréhensibles par les habitants (tableau 5a et 5b) : la taille de la zone humide restaurée, le contrôle de moustiques, le niveau de biodiversité (sachant que Les Marais des Baux, est un lieu unique au terme de son potentialité de biodiversité, les haies d'arbres, et le loisir lié a la restauration d'une zone humide. Un sixième attribut était constitué par un montant en Euros, représentant une augmentation des impôts locaux dédiés à la restauration des Marais.

Importance du Marais	
Etat actuel	La surface du marais est laissée dans son état actuel, soit 1/6 de sa taille naturelle
Restauration modérée	La surface du marais sera portée à 1/3 de sa taille naturelle
Restauration avancée	La surface de marais sera portée à 2/3 de sa taille naturelle
Haies d'arbres	
Etat actuel	Peu d'arbres
Quelques d'arbres	Permettant une vue sur les Alpilles
Beaucoup d'arbres	Ne permettant pas la vue sur les Alpilles
Contrôle de la population de moustiques	
Etat actuel	Pas de contrôle public.
Utilisation de méthodes naturelles	telle que la variation du niveau d'eau, gambusie poissons et autres prédateurs.
Contrôle par un moyen chimique	en utilisant une bactérie sélective, le Bti.
Protection et loisirs	
Etat actuel	Peu d'observation, de protection et de découverte
Observation et découverte	Accès aux zones humides, des activités variées sont proposées telles que le kayak, des circuits de vélo et des tours d'observation. La chasse est limitée à certaines zones
Protection et loisirs	La chasse est interdite, l'accès au public est restreint, mais un circuit est mis en place autour de la zone et équipé de panneaux d'informations et de tours d'observation.
Biodiversité	
Etat actuel – Faible	Le niveau de biodiversité varie peu.
Moyenne	La population d'espèces communes et rares de canards, oiseaux, libellules, tortues et poissons va augmenter
Élevée	La population d'espèces communes et rares de canards, d'oiseaux, de libellules, de tortues et de poissons va augmenter fortement. Plusieurs espèces rares d'oiseaux pourraient revenir (sans garantie.)
Attribut Monétaire	Augmentation de la taxe locale : 3, 5, 10, 30, 50 Euros

Tableau 5. Les attributs et leurs définitions

En s'appuyant sur la théorie des plans d'expérience, nous avons sélectionné 36 alternatives différentes, ce qui a conduit par tirage aléatoire à proposer à chaque citoyen interrogé neuf choix successifs analogues à celui de la figure 1.

Nous avons ensuite procédé à une enquête par quota auprès des habitants dans un rayon de 10 km autour de la zone d'étude. 90 interviews ont été réalisées, dans la rue ou à domicile, de Janvier à Février 2008. L'enquêteur présentait le contexte et les enjeux de la restauration des Anciens Marais des Baux à partir d'un dossier remis aux personnes interrogées et combinant un texte relativement court et des photos en couleurs (figure 5). Après avoir rappelé les enjeux, l'enquêteur proposait l'exercice de choix contingents. A l'issue de l'exercice de choix, nous avons recueilli l'appréciation des personnes interrogées sur la clarté des informations fournies et la difficulté de l'exercice. Des questions sur les loisirs, les comportements vis à vis de l'environnement et les caractéristiques socioéconomiques habituelles (âge, revenu, profession, niveau d'instruction...) concluaient le questionnaire. En dépit de l'effort cognitif demandé, les personnes interrogées se sont bien volontiers prêtées à cet exercice d'évaluation. La réalisation des enquêtes a montré l'intérêt des personnes interrogées pour la gestion des Marais des Baux.

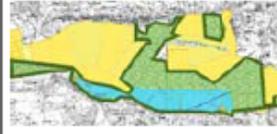
	ETAT ACTUEL	CHOIX A	CHOIX B
Taille du marais	Pas de restauration 	Restauration avancée 	Restauration modérée 
Contrôle des moustiques	Pas de contrôle 	Contrôle chimique 	Contrôle biologique 
Accès, degré de protection, possibilités d'observations	Peu d'observation, de protection et découverte 	Observation et protection 	Observation et découverte 
Biodiversité	Faible 	Forte 	Moyen 
Haies et bordures	Peu 	Davantage 	Beaucoup 
Augmentation de la taxe d'habitation par année	0	20 €	5 €
VOTRE CHOIX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 5a. Exemple d'un choix proposé aux enquêtés

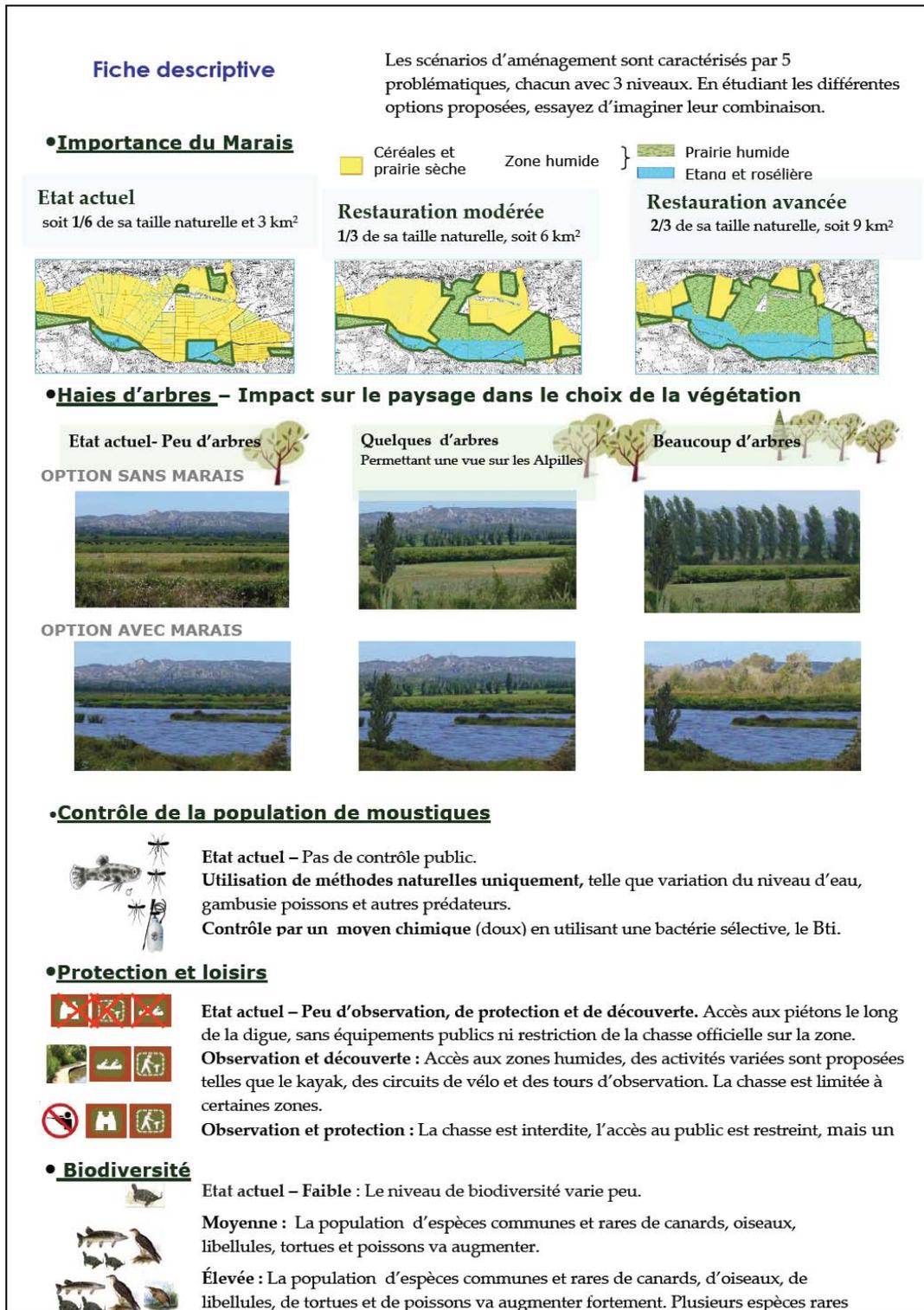


Figure 5b : fiche descriptive

Allocation des aides publiques à la gestion du paysage : les enchères agri-environnementales

Selon Latacz-Lohmann et Van Der Hamsvoort (1997), l'utilisation d'enchères pour l'attribution de contrats agri-environnementaux présente théoriquement deux avantages par rapport à l'allocation de contrats uniformes: une meilleure révélation de l'information privée concernant les coûts de mise en conformité de différents agriculteurs (donc amélioration de

l'efficacité budgétaire du régulateur, due à une diminution de la rente informationnelle des agriculteurs) et une diminution des coûts sociaux liées à la production environnementale (puisqu'elles permettent de mieux identifier les fournisseurs de services environnementaux ayant les coûts d'opportunité les plus bas). Toutefois, étant donné la complexité des mécanismes révélateurs, l'enchère peut comporter un grand risque de non succès (Latacz Lohmann, 2004).

Au titre de la durabilité environnementale de l'agriculture, l'Europe a progressivement introduit, dans le cadre de la Politique Agricole Commune, des programmes agri-environnementaux qui offrent aux agriculteurs la possibilité de souscrire des engagements en termes d'adoption de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, en contrepartie d'une aide monétaire versée pour compenser leur manque à gagner et les surcoûts liés à l'adoption des nouvelles pratiques. Dans le cadre de la programmation 2007-2013, de nouvelles règles européennes ont vu le jour dans le domaine agri-environnemental. Pour s'y conformer, la France a fait le choix d'un développement rural déconcentré tant du point de vue des priorités territoriales que du point de vue financier (PDRH, 2007). En parallèle, d'autres pays utilisent les mécanismes d'enchères pour allouer des contrats agri-environnementaux (par exemple le Conservation Reserve Program aux USA, Bush-Tender en Australie, le Countryside Stewardship Scheme en Grande Bretagne), de sorte qu'il devient légitime de se poser la question de la mise en œuvre en France d'un nouveau système d'allocation des contrats agri-environnementaux basé sur une logique compétitive.

Les enchères agri-environnementales reposent sur l'idée d'allouer les contrats sur le même principe que l'adjudication des marchés publics. Les agriculteurs qui souhaitent « vendre » un bénéfice environnemental font une offre, en général sous pli scellé, qui spécifie le montant de la compensation qu'ils souhaitent obtenir en contrepartie de leur effort environnemental (en termes de changement ou de maintien de pratique, ou de retrait de ressource). Seules les meilleures offres (donc les moins coûteuses par unité de bénéfice environnemental obtenu) sont retenues et font l'objet d'une contractualisation.

Pour répondre à cette problématique, nos recherches se sont développées selon deux axes. **Le premier** soulève la question de l'acceptabilité par les agriculteurs français de la mise en place d'un système d'allocation de contrats agri-environnementaux moins standardisés et reflétant mieux les avantages comparatifs de chacun (aussi bien en terme de coût qu'en terme de gain environnemental). **Le deuxième axe**, quant à lui examine le problème du point de vue du décideur. Ce dernier étant souvent en quête de plusieurs objectifs à la fois, il est important d'étudier des mécanismes de sélection des contrats permettant d'intégrer différents critères (vulnérabilité environnementale, priorité de localisation, coûts etc.).

Dans sa forme la plus simple, une enchère agri-environnementale permet de mettre les agriculteurs en concurrence sur leurs offres en terme de paiement compensatoire contre la mise en œuvre d'un cahier des charges proposé par le décideur public. Une fois les offres soumises sous pli scellé, ce dernier les classe dans un ordre décroissant et sélectionne celles demandant la compensation financière la plus faible, jusqu'à épuisement du budget

Enchères environnementales : méthodologie

Axe 1 : Évaluation des préférences des agriculteurs

- **Motivation** : En France, le décideur public veille traditionnellement au principe de l'égalité de traitement et il est admis que deux agriculteurs soumis aux mêmes engagements agri-environnementaux doivent toucher des montants de prime identiques. Il est donc capital de

prendre en considération l'opinion des agriculteurs sur l'acceptabilité d'un paiement différencié comparé à un paiement uniforme et de voir dans quelle mesure ils seraient prêts à accepter un autre mécanisme d'allocation. Leur participation est en effet primordiale pour améliorer la performance des programmes agri-environnementaux.

Pour étudier la perception du principe des paiements agri-environnementaux par les agriculteurs, nous avons déterminé trois approches selon lesquelles les paiements peuvent être calculés. En effet si nous abordons le problème d'un point de vue offre, les paiements agri-environnementaux seront perçus comme un consentement à recevoir des agriculteurs fournisseurs de service environnemental. C'est une approche privilégiée par l'Europe, elle compense les agriculteurs sur la base des coûts de mise en conformité de leurs pratiques agricoles et leur manque à gagner. En revanche dans la réalité, le montant de la compensation n'est pas calculé en tenant compte des caractéristiques individuelles des exploitations. D'un point de vue demande sociale, le contribuable est de plus en plus demandeur d'aménités rurales et donc les paiements agri-environnementaux peuvent être perçus comme un consentement à payer pour bénéficier du service environnemental. Dans ce cas les agriculteurs contractent des mesures ciblées et sont compensés selon le gain environnemental atteint. Enfin, la dernière n'a pas de suite logique avec les précédentes, mais découle de la politique de saupoudrage parfois soutenue pour certaines mesures. Elle opère donc dans l'esprit des agriculteurs une confusion entre aide au revenu et paiement pour service rendu à la société, ce qui révèle une ambiguïté dans les objectifs assignés aux mesures agri-environnementales.

- **Méthodologie :** Avec la collaboration de la chambre d'agriculture de la Lozère, une enquête a été menée auprès d'un échantillon d'agriculteurs lozériens, afin de révéler les préférences des agriculteurs pour un système agri-environnemental moins standardisé. Pour cela nous nous sommes basées sur la méthode des choix discrets, une méthode généralement utilisée pour permettre une évaluation économiques des biens non marchands (Louviere, 1992 ; Adamowicz et al, 1994 ; Haneley et Mourauto, 2001). Nous avons caractérisé le principe de paiement par trois attributs ayant différents niveaux, à savoir un paiement pour compenser un effort, un gain environnemental et une aide au revenu et le montant comme un quatrième attribut qui permet de distinguer entre un paiement différencié ou uniforme. Ensuite, nous avons proposé aux agriculteurs des cartes de choix qui permettent de révéler leurs préférences en termes de principe de paiement. Un modèle logistique a permis l'analyse des résultats et a pu déterminer, contrairement aux idées reçues, une préférence pour un paiement différencié. Une comparaison des proportions de réponse et des scores à la « Borda » a positivement conclu à l'acceptabilité d'un système d'allocation basé sur les enchères.

Axe 2 : outil d'aide à la décision pour atteindre plusieurs objectifs

- **Motivation :** Certains paiements agri-environnementaux, notamment, la prime herbagère agri-environnementale, ont contribué au maintien de l'activité agricole dans les zones à handicap naturel. Le caractère peu exigeant du cahier des charges qui correspond à ce type de paiement, confère, dans l'esprit des agriculteurs ainsi que du décideur, un aspect aide au revenu plutôt qu'une compensation pour adoption de pratiques respectueuses de l'environnement. Donc, une de nos préoccupations était de déterminer une fonction de scoring, qui permet à la fois de pondérer différents critères selon les priorités de la politique agri-environnementale poursuivie et de sélectionner les agriculteurs sur la base d'un index d'évaluation (Cattaneo, 2006).

- **Méthodologie** : Selon un modèle basée sur la théorie de la décision, nous intégrons explicitement dans l'index multicritère un double objectif, combinant soutien au revenu et recherche de gain environnemental. Le modèle est construit de telle sorte qu'il permet à la fois de sélectionner les agriculteurs sur leur effort agri-environnemental ainsi que leur renonciation aux aides historiques. La prime herbagère agri-environnementale est utilisée comme l'exemple illustratif de cette question. Plusieurs simulations ont été produites, à l'aide du logiciel Maple, pour illustrer cette étude théorique. Le choix des fonctions de gain environnemental et de coût de mise en conformité ainsi que les exploitations agricoles a été fait d'une manière hypothétique mais inspiré en partie de la prime herbagère agri-environnementale en Lozère.

Discussion des projets paysagers : mise en place d'un groupe de discussion

D'après Van Asselt et Rijkens-Klomp (2002) les groupes de discussion prennent place dans une tendance qui s'affirme dans les années 1960 : la réflexion sur la participation du public dans le domaine des politiques publiques et de la prise de décision. Des chercheurs en sciences sociales organisent des expériences participatives avec pour objectif d'augmenter les capacités des participants à réfléchir au problème posé. Ces méthodes ont été beaucoup appliquées dans les pays en voie de développement en opposition au modèle dominant de décision top-down.

Un groupe de discussion (Van Asselt et Rijkens-Klomp 2002) est une discussion organisée au sein d'un petit groupe d'acteurs (4 à 12 personnes), animée par un modérateur et qui a pour objectif d'obtenir de l'information sur les préférences et les opinions. Il s'agit de découvrir les différentes valeurs et préférences concernant un sujet défini en observant la discussion entre les membres du groupe. Ces groupes n'ont pas pour objectif d'aboutir à un consensus ou à aboutir à une décision. Il s'agit plutôt d'une méthode exploratoire adaptée à des questions où les connaissances sont *a priori* limitées. Le groupe de discussion peut faire émerger des positions qui n'auraient pas été exprimées dans des entretiens individuels. Il permet également d'observer les influences réciproques entre les membres. Dans ces groupes, les scientifiques jouent un rôle de modérateurs et d'observateurs.

Garrigues du Pic Saint-Loup : Constitution d'un groupe de travail

Dans le cadre du programme « Paysage et Développement Durable », une équipe mixte de géographes et écologues ont proposé de travailler sur les stratégies de gestion du paysage, en particulier du point de vue de leur durabilité. Les Ecologistes de l'Euzière se sont associés à cette étude, en particulier dans la perspective de l'animation d'une future exposition itinérante qu'ils préparent sur la garrigue. L'objectif du travail est de parvenir progressivement, en trois réunions espacées et d'une durée de 2 à 3 heures chacune, à l'élaboration et la critique collective de quelques scénarios diversifiés d'évolution des paysages des garrigues du Pic Saint-loup.

L'intérêt majeur d'une approche de la dynamique des paysages en terme de durabilité, est de donner une compréhension globale de la durabilité du système économique et social, et non pas seulement de la durabilité partielle d'un de ses élément. Le développement durable est à comprendre comme l'ensemble des processus de développement territorial qui garantissent l'intégrité du capital naturel. Cette problématique peut être utilisée pour analyser les dynamiques actuelles des transformations écologiques et sociales dans le paysage des garrigues du Pic Saint Loup.

Les paysages sont, pour une large part, issus des inscriptions des actions de l'homme et des sociétés. Les processus de mise en valeur et d'utilisation de l'espace contemporain s'y combinent avec les traces physiques comme sociales, qu'y ont imprimé les sociétés antérieures. L'objectif de cette étude est donc d'identifier les processus spatiaux de mise en valeur et d'utilisation des paysages contemporains et de voir comment les acteurs de cette mise en valeur perçoivent la façon dont les processus ont changé et changent. Dans ce cadre là, des acteurs locaux sont associés à l'élaboration de scénarios locaux qui serviront à évaluer l'impact des stratégies de gestion du paysage. Pour cela, un groupe de travail a été constitué, composé de personnes déjà impliquées dans la réflexion sur le territoire lors de projets d'aménagements antérieurs.

Pour mettre en place cette démarche participative, un groupe de travail est constitué sur la base d'une représentation raisonnable des principales catégories d'acteurs impliqués dans les dynamiques des espaces de garrigues et susceptibles de s'intéresser à la démarche :

- Eleveurs
- Viticulteurs
- Elus
- Accueil, tourisme et loisirs
- Environnement et patrimoine
- Périurbanisation

Les travaux participatifs sont alors organisés selon trois réunions successives de trois heures environ. La première réunion consiste à déterminer la perception que chacun a des changements et de mettre en commun l'ensemble des connaissances sur les garrigues. Cette première réunion débouche sur un diagnostic des situations, des changements et de leurs raisons. Ce diagnostic permet d'établir par la suite les perspectives de devenir de ce territoire. La seconde réunion a comme objectif d'associer collectivement ces facteurs de changements pour construire des futurs possibles pour cette région, et aboutir à l'ébauche de trois ou quatre scénarios contrastés. Ces scénarios sont formalisés par les équipes de chercheurs qui restituent les résultats au cours de la troisième réunion. Le groupe de travail discute et évalue la durabilité de ces scénarios. Chaque rencontre du groupe de travail permet de partager successivement les préférences et les choix des différents participants et de débattre des résultats obtenus, afin de créer une réelle dynamique de groupe.

Evaluation de la durabilité et groupe d'acteurs paysagers dans l'opération de rénovation urbaine de l'estuaire de la Tamise. Le cas de The Bridge.

Un espace comme l'estuaire de la Tamise pose de très intéressants problèmes de recherche sur le paysage. Mais la complexité des dynamiques paysagères en milieu périurbain peut compliquer le processus de recherche. L'équipe d'Imperial College a d'abord travaillé sur le projet Flying Start. Le projet immobilier de The Bridge est sous le contrôle de deux sociétés privées (voir ci-dessus). Il était indispensable d'obtenir leur accord pour débiter le travail de recherche.

Après obtention et confirmation de l'accord de travailler sur le projet d'aménagement à The Bridge, les acteurs de l'aménagement du paysage ont été identifiés à partir de l'étude de la littérature technique et des documents disponibles. Les groupes d'acteurs identifiés sont : les résidents, les employés, les visiteurs et les gestionnaires de l'opération de réhabilitation urbaine, les gestionnaires des marais et les gestionnaires de la *Green Grid*.

Une typologie des services des écosystèmes répertoriés dans l'opération de réhabilitation urbaine a été élaborée (voir figure 6). Elle doit être précisée avec les acteurs durant les

réunions. Ces réunions servent aussi de plateforme pour présenter et expliquer les services des écosystèmes aux acteurs. In fine, les réunions d'acteurs ont pour objet d'identifier, grâce aux services des écosystèmes, les principaux enjeux de soutenabilité afin d'avancer dans la construction d'un modèle multi-agent.

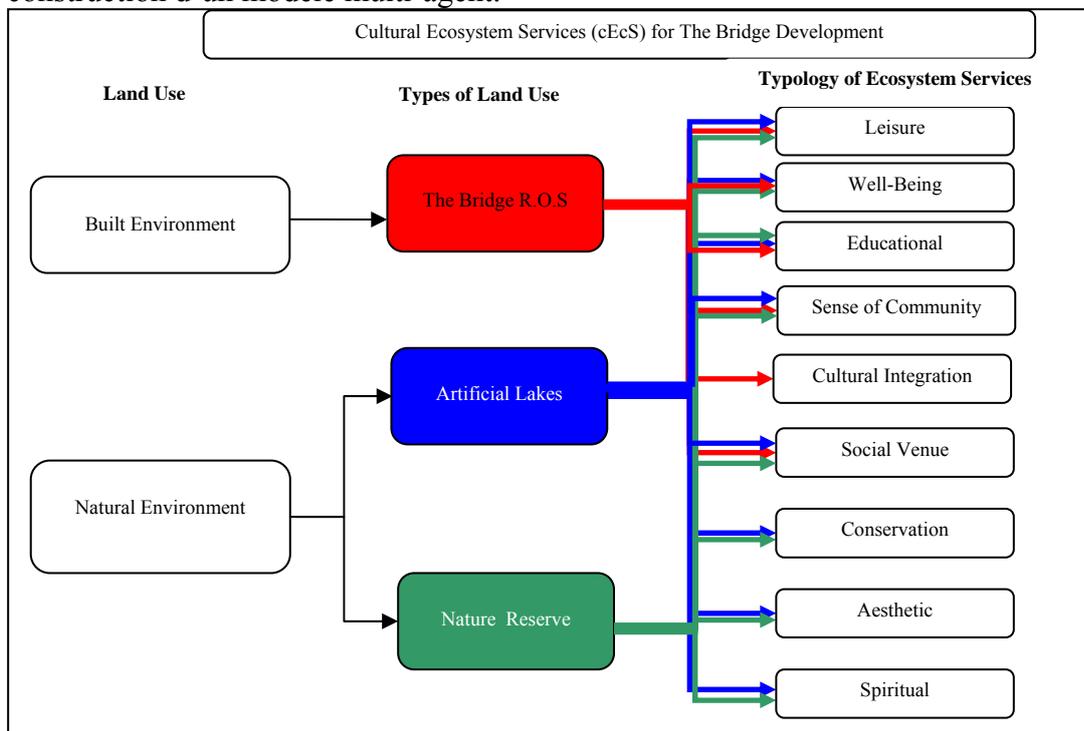


Figure 6. R.O.S. : “recreation opportunity spectrum”

Cependant l'organisation de réunions d'acteurs s'est révélée d'une grande difficulté. Le protocole à suivre est compliqué dans la mesure où l'accord du gestionnaire de l'espace résidentiel est nécessaire pour entrer en contact avec les résidents. De plus, les acteurs ont déclaré avoir du mal à dégager du temps pour des réunions. Malgré cela, un premier atelier s'est tenu avec les gestionnaires chargés de la partie centrale de l'opération de réhabilitation et avec les gestionnaires des espaces de bureaux. Pendant cet atelier, les principaux enjeux relatifs à la soutenabilité de l'opération de réhabilitation ont été identifiés. La typologie initiale des services écosystémiques a été revue et précisée avec les gestionnaires. Le schéma ci-dessous (figure 7), sur le modèle des figures utilisées en analyse de réseaux (*network analysis*) montre la typologie revue des services culturels fournis par le paysage dans le cadre de l'opération de réhabilitation. Enfin, la discussion a porté sur les possibilités d'intégrer ces enjeux dans la conception du modèle multi-agent.

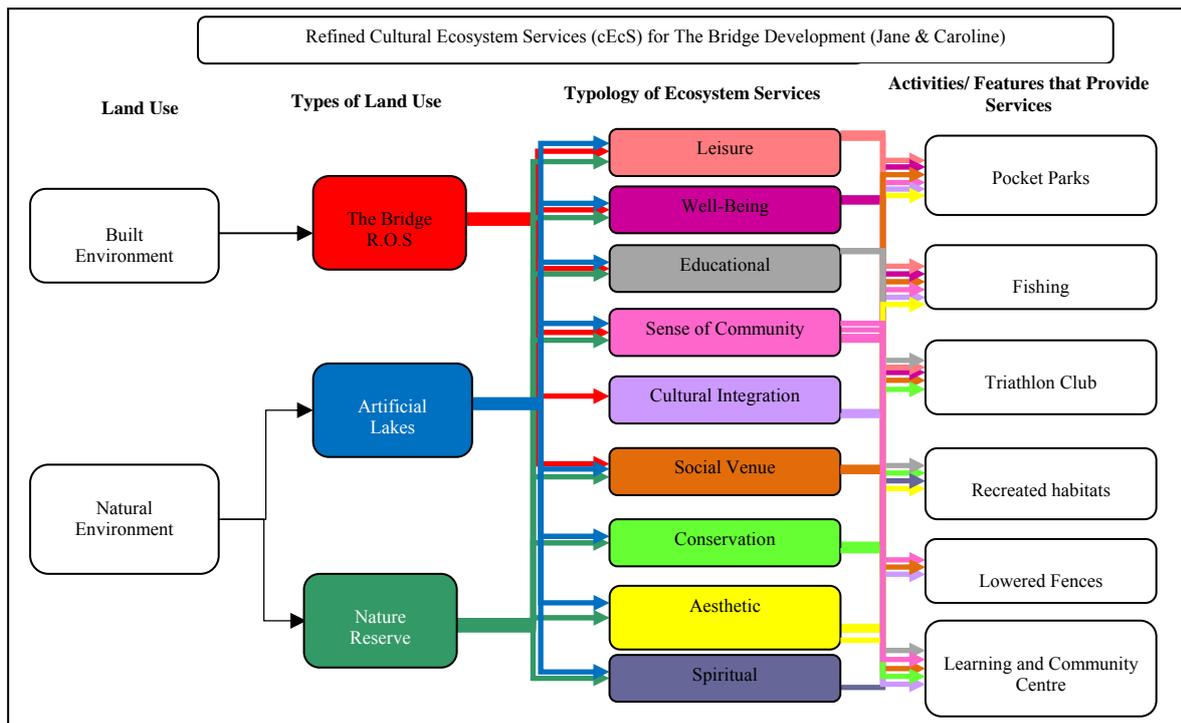


Figure 7. Services écosystémiques d'ordre culturel

Déroulement du processus participatif

Le travail a visé à comprendre les dynamiques d'interaction entre les résidents et le projet de construction en termes de services écosystémiques et d'envisager le contenu de l'opération en termes de soutenabilité. L'hypothèse de recherche est que si les services écosystémiques peuvent être modélisés et simulés de manière à ce que les acteurs puissent se les représenter, alors ces acteurs pourraient en avoir une meilleure compréhension, en particulier pour ce qui concerne les bénéfices indirects tirés de la qualité de la vie quotidienne. La recherche a donc visé à comprendre les attitudes des résidents en particulier dans leurs usages des *pocket parks*. La plate forme de simulation CORMAS a été choisie pour tester cette hypothèse. CORMAS permet en effet de simuler les interactions entre un groupe d'agents qui partagent un environnement et des ressources naturelles.

L'objectif du modèle est de mieux comprendre les interactions entre les résidents et les *pocket parks* à partir de la manière dont les premiers décrivent leurs usages. L'environnement est simulé de manière à montrer les différents secteurs d'un *pocket park* et les services écosystémiques qu'ils fournissent. Le modèle doit simuler le comportement des agents et d'observer quelles interactions avec l'environnement en résultent.

La difficulté consiste à traduire la réalité de la zone d'étude dans le langage de la plate forme CORMAS. Les simulations réalisées avec cette plate forme ont montré son intérêt comme moyen de résoudre les conflits nés de l'usage d'une ressource partagée. Dans l'aire d'étude, aucun conflit d'usage de ressource, au sein de l'opération de réhabilitation, n'a encore été formellement relevé. Néanmoins le modèle prévoit de les simuler. En effet, les enjeux de soutenabilité identifiés par les questionnaires laissent prévoir des types d'usages contradictoires susceptibles d'affecter les interactions entre les usagers et leur environnement. Les règles de déplacement des agents dans le modèle seront utilisées pour simuler des scénarios à partir des types d'usages et ainsi de fournir matière à discussion pour les réunions d'acteurs locaux à venir.

Les jeux de rôles et la modélisation multi-agent : un outil pour la simulation des dynamiques du paysage de roselière

Développé dans le cadre d'un projet européen Life Nature destiné à améliorer la gestion des roselières pour la conservation de l'espèce (Poulin et Mathevet, 2006), plusieurs outils pédagogiques ont été développés dont un jeu de rôles assisté par ordinateur appelé ButorStar. Cet outil prend place dans un cadre pédagogique qui met l'accent sur l'apprentissage du dialogue social, la communication, le partage de l'information et la compréhension des processus sociaux et écologiques qui prennent place dans les roselières ou les espaces naturels sensibles. Le Butor étoilé constitue le fil d'Ariane de ce cadre pédagogique, une opportunité qui permet de créer une situation dans laquelle les étudiants ou acteurs du terrain prennent place dans une réflexion collective sur l'usage et la gestion des roselières, les enjeux de conservation de la nature et les processus de négociation entre usagers (Mathevet et al., 2007).

Le jeu de rôles ButorStar est basé sur un modèle simplifié des processus écologiques, socioéconomiques et spatiaux qui participent au fonctionnement de la roselière. Il se décompose en trois sous-modèles : (1) un module hydrologique et topographique qui définit les propriétés structurelles d'une zone humide virtuelle inondée par des niveaux d'eau saisonniers, (2) un module écologique qui simule la dynamique de la roselière 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 des roselières (éleveur, exploitant de roseau, chasseur et naturaliste), tous soumis à la décision annuelle de choix des niveaux d'eau saisonniers. 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).

Objectifs poursuivis. Les chargés de mission du SMBVA et du SMPGCG ont participé au Life Butor et ont testé le jeu de rôles ButorStar développé dans le cadre du module pédagogique du programme européen (2001-2005). Sensibilisés à l'outil, ils ont été très intéressés pour une mise en œuvre avec les usagers de leurs terrains respectifs. Il s'agissait d'expérimenter une démarche de d'accompagnement sur ces deux terrains : l'un dans un contexte de concertation avancée, l'autre dans un contexte de concertation « interrompue ».

La principale question posée est : comment partager un diagnostic sur le fonctionnement du paysage et favoriser la concertation pour obtenir un accord pour gérer l'eau de l'étang afin de satisfaire les objectifs de chaque usager ? Sur le plan méthodologique, un jeu de rôles développé dans un objectif pédagogique peut-il être employé également comme outil d'aide à la réflexion et comme outil de médiation en situation conflictuelle et si oui, selon quelles modalités. La question de recherche étant : comment accompagner une concertation sur des questions de gestion de l'eau et du paysage en prenant en compte les contraintes pratiques des usagers et les enjeux de conservation de la biodiversité.

Il s'agit dès lors de vérifier que la mise en place de séances de jeu de rôles avec les usagers peut favoriser ou redynamiser la concertation multi-acteurs en élargissant la vision des participants, en affinant leur compréhension de la durabilité du paysage, de sa dynamique et des interdépendances qui lui sont propres. Les deux sites étant déjà l'objet d'une démarche « plan de gestion concertée ». La mise en place du jeu de rôles n'a pas pour objectif de se substituer au forum de concertation existant mais bien de faciliter et d'accroître la durabilité du processus.

Une zone humide virtuelle

Le modèle repose sur une zone humide archétypale composée d'un paysage virtuel représenté par une grille spatiale de 100 cellules carrées (10x10), correspondant chacune à 10 ha. Le paysage se partage en deux propriétés (une privée et une publique) de part et d'autre d'une digue centrale (Figure 8a). Chaque propriété est divisée en 9 unités de gestion (parcelle de récolte de roseau, enclos de pâturage ou zone de chasse). Chaque joueur peut décider d'endiguer une unité de gestion qui devient alors une zone hydraulique indépendante. Les cellules sont localisées le long d'un gradient topographique qui passe de -40 cm à +20 cm à partir des berges de l'étang situé en bas de la carte. Selon les saisons, le niveau d'eau atteint par l'étang inonde les deux propriétés. Cinq profils saisonniers de niveaux d'eau sont proposés aux joueurs, chacun étant plus ou moins favorable aux différentes activités des joueurs. Une procédure de diffusion de l'eau permet de calculer la hauteur de la lame d'eau recouvrant chaque cellule selon sa topographie et son endiguement. Chaque cellule se voit affecter à l'état initial une occupation du sol (Figure 8b) qui va évoluer selon la dynamique écologique et les actions des joueurs.

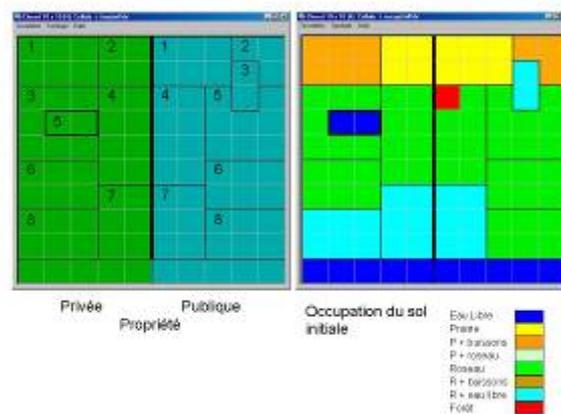


Figure 8. a) Propriétés et unités de gestion; b) Occupation du sol. Traits épais : digue, traits médian : délimitation des unités de gestion, traits fins : délimitation des cellules.

Le module écologique. Les roselières sont des zones humides dominées par le roseau commun *Phragmites australis*. La dynamique écologique de la roselière peut être caractérisée par huit types de couverture végétale, chacun ayant sa propre dynamique dans le processus de succession écologique. Ce processus est principalement piloté par les niveaux d'eau, il peut être accéléré ou stoppé par des événements tels que les inondations et assèchements. Un modèle simplifié de la dynamique de la végétation a été développé à partir de la littérature et des données issues d'un projet de recherche pluridisciplinaire développé pour la période 1996-2005 dont l'objet était de documenter les interactions écologiques en jeu du roseau, des oiseaux et usagers des roselières camarguaises. Le roseau est une plante aquatique mais un assèchement estival une fois tous les 5-10 ans améliore sensiblement la stabilité de la formation végétale. Une inondation permanente résulte en un accroissement progressif des zones d'eau libre aux dépens de la roselière. Au contraire, un assèchement fréquent et de longue durée se traduit par l'arrivée des ligneux et le développement de la forêt. Selon le profil saisonnier de niveau d'eau choisi, la dynamique de la roselière va remodeler différemment le paysage virtuel représenté. Sur la figure 9, on observe qu'au bout de 10 ans, les gestions G1 et G2 conduisent à une augmentation de l'eau libre (noir) aux dépens de la roselière (gris) et de son avifaune associée. Les gestions G3 et G5 constituent par contre les options les plus favorables pour préserver la roselière dans toutes les unités de gestion. La gestion G4 est une option intermédiaire qui conduit au développement de l'eau libre dans les

basses terres. Sans pâturage, les prairies humides initialement présentes sur les terres hautes disparaissent avec le développement des buissons puis de la forêt. Les butors et la colonie de héron pourpré sont plus abondants avec les gestions G3 et G5. L'occurrence des passereaux paludicoles et hérons est simulée à partir des études réalisées en Camargue (Poulin et al., 2002; Poulin et al., 2005; Barbraud & Mathevet, 2000). La capacité d'accueil des canards hivernants est tirée de Tamisier & Dehorter (1999).

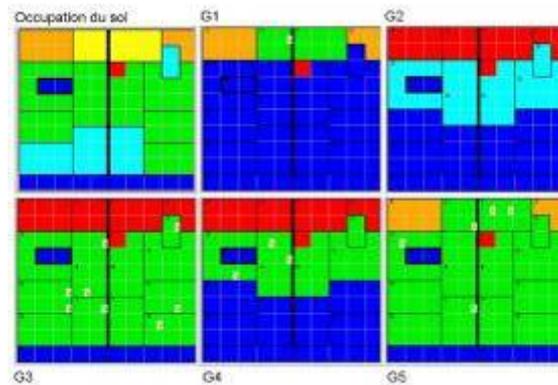


Figure 9. Le paysage final après 10 tours (années) de simulation sans joueurs et selon les cinq options de gestion de l'eau. G1: Hauts niveaux d'eau permanents ; G2: hauts niveaux d'eau avec assèchement printanier ; G3: assèchement en hiver et été; G4: assèchement modéré en été et en automne; G5: assèchement marqué en été. Légende voir Figure 1.

L'intérêt socioéconomique de chaque type de végétation varie selon les usages. La dynamique de transition entre les huit types de végétation est directement affectée par les pratiques de gestion et d'exploitation telles que le pâturage, le gyrobroyage de la végétation ou la coupe du roseau. La coupe hivernale du roseau pour alimenter le marché de la couverture en chaume est bénéfique à la croissance du roseau lorsqu'elle est réalisée avec des engins exerçant une faible pression au sol et sur des sols ressuyés et porteurs. A défaut, et de façon similaire au pâturage ou à la destruction mécanique, la coupe entraîne une disparition rapide de la roselière.

Les usagers des zones humides. La gestion des roselières implique la coordination de plusieurs usagers : éleveurs, exploitants de roseau, chasseurs de gibier d'eau et naturalistes. Chaque usage correspond à un rôle spécifique. Chaque joueur doit exploiter ou favoriser une ressource spécifique dont la dynamique et la disponibilité sont affectées par les actions de gestion/exploitation de la végétation et de l'eau (Figure 9). Chaque rôle a la possibilité d'endiguer une unité de gestion s'il souhaite un contrôle des niveaux d'eau. Une digue peut également être détruite pour rétablir la circulation de l'eau entre deux unités de gestion. Les buissons, la forêt et les roseaux peuvent être détruits par des actions mécaniques. Toutes ces options de gestion et d'aménagement ont un coût spécifique. Les coûts et revenus des différentes activités ont été calibrés et respectent les proportions rencontrées dans la réalité.

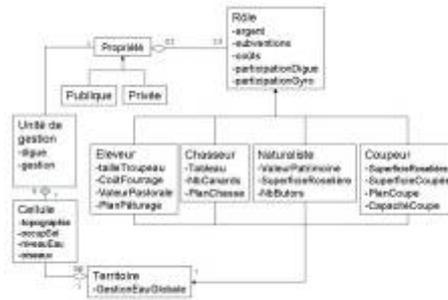


Figure 9. Organisation du modèle multi-agents et des attributs de chaque rôle.

Les exploitants de roseaux ont pour objectifs de maintenir ou accroître la superficie en roselière exploitable. La coupe du roseau requiert un niveau d'eau maximum de 20 cm. Elle a lieu en hiver et les coûts sont proportionnels à la superficie des zones d'exploitation et intègrent les frais d'amortissement de l'achat de l'engin de coupe.

Les éleveurs sont établis à proximité de la zone humide qui fournit des zones de pâturage. Leurs objectifs est de maintenir ou augmenter la taille de leur troupeau de bovins en maintenant ou augmentant la valeur pastorale des enclos de pâturage. Les éleveurs doivent planifier leur calendrier de pâturage à l'échelle de la saison. Le pâturage du bétail dépend du niveau d'eau (≤ 20 cm) et de la valeur pastorale de l'unité de gestion (Mesléard 1994, Mesléard & Perennou 1996). Si le pâturage réalisé demeure inférieur aux besoins du bétail, un coût d'affouragement additif s'applique automatiquement.

Les naturalistes réalisent le suivi des populations d'oiseaux et de l'occupation du sol de l'ensemble de la zone humide. Leur objectif est de maintenir ou développer la roselière en tant qu'habitat pour la faune sauvage dans les deux propriétés. Selon leur succès, ils peuvent obtenir des subventions d'une agence publique pour développer leur activité. Les naturalistes peuvent aussi octroyer des aides financières aux autres joueurs pour qu'ils prennent en considérations les besoins de la faune sauvage dans leurs décisions d'aménagement et de gestion.

Les chasseurs (privés ou publics) doivent maintenir ou accroître la capacité d'accueil de la zone humide pour les canards afin de maintenir ou accroître leur tableau de chasse. Dans le public, le président de la société de chasse communal voit le revenu de son association varier selon la satisfaction de ses adhérents. Dans la propriété privée, le revenu de l'organisateur de chasse est proportionnel au tableau de chasse annuel. Chaque unité de gestion chassée génère des coûts proportionnels à sa distance aux terres hautes (entretien des postes et accès). Les coûts du chasseur privé sont fixes et correspondent au salaire du garde et à l'entretien du pavillon de chasse.

Pour évaluer l'efficacité des choix de gestion et en mesurer les coûts et bénéfices, les joueurs disposent d'indicateurs spécifiques. Par exemple, l'exploitant de roseau peut estimer l'évolution de son activité à travers le nombre de cellules coupées et les marges dégagées. L'éleveur peut estimer les effets de ses choix de gestion à travers l'évolution de la valeur pastorale de l'ensemble des unités de gestion, calculée automatiquement par l'ordinateur en agrégeant la valeur de chaque cellule. Le naturaliste peut suivre le fruit de ses efforts à travers trois indicateurs : la superficie de roselière, le nombre de butors chanteurs et le nombre de couples de hérons pourprés. Les chasseurs peuvent évaluer leur succès à l'aide de leur tableau de chasse annuel et de leurs revenus. Pour prendre leur décision et négocier, les joueurs peuvent partager des informations, ainsi qu'une représentation commune du paysage. Le paysage initial (Figure 8b) est mis à jour chaque année par le modèle multi-agents et est

distribué à tous les joueurs pour la propriété qui le concerne. Pour chaque profil saisonnier de gestion de l'eau une carte de la propriété avec les niveaux d'eau est disponible (Figure 10).

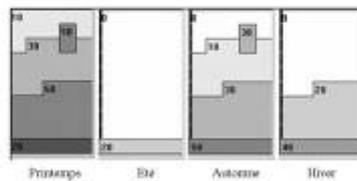


Figure 10. Exemple de carte des niveaux d'eau disponible à la fin de chaque tour de jeu pour la propriété publique et une gestion G5 (niveau d'eau en cm).

Principes d'une séance de jeu

Distribution des rôles. Les joueurs sont distribués dans chaque propriété. Chaque joueur peut réaliser ses activités dans les unités de gestion de sa propriété. La distribution des rôles dépend du nombre de joueurs. Idéalement la propriété privée est gérée par deux rôles (chasseur et exploitant de roseau) alors que trois à quatre rôles gèrent la propriété publique (chasseur, éleveur, exploitant roseau, naturaliste). Habituellement, un joueur est assigné par rôle. Il est souvent plus efficace en terme de compréhension, de distribuer les rôles aux joueurs avant d'expliquer les règles.

Mise en œuvre. Les règles sont expliquées par le maître de jeu durant une quarantaine de minutes et les joueurs peuvent avoir des informations complémentaires lors du premier tour. Un tour représente une année. Les joueurs sont distribués autour de trois tables dans la salle où le jeu prend place. La première table est la propriété privée avec ses deux rôles et la seconde constitue la propriété publique avec ses quatre rôles. A la table de la propriété publique, les rôles sont distribués spatialement comme suit d'un bout à l'autre de la table : l'exploitant de roseau, le chasseur, l'éleveur, le naturaliste. Ces tables sont distantes de quelques mètres. Cela permet de simuler la distance physique entre les usagers et la nécessité de se déplacer si le joueur veut discuter ou collecter de l'information. A la fin de chaque tour, les joueurs sont invités par le maître du jeu (ou la personne faisant office de maire) à une troisième table symbolisant la mairie. Ensemble, ils doivent se mettre d'accord ou non sur une gestion de l'eau de l'étang. L'ordinateur et l'imprimante sont localisés sur une quatrième table à l'écart des trois autres, table dont l'accès est interdit aux joueurs. Un à trois assistants (étudiants, formateurs) sont chargés d'observer les comportements des joueurs, afin de préparer la discussion prévue lors du débriefing sur les systèmes de valeurs mis en œuvre durant la partie.

Déroulement d'un tour. Chaque tour se décompose en une séquence de cinq étapes (Figure 11). Durant la première étape, chaque joueur réfléchit à la distribution spatiale de son activité et au meilleur choix de gestion de l'eau tant au niveau des unités de gestion que la propriété dans laquelle il se trouve. Les joueurs doivent également sécuriser leurs revenus afin d'éviter que leur capital ne descende pas en dessous du seuil toléré fixé à -100000 pour chaque rôle. A la seconde étape, les deux joueurs du privé négocient un accord sur la pertinence des aménagements de leur propriété, pendant que les joueurs de l'espace public se mettent d'accord sur l'exploitation et la gestion de leur zone humide. La manière et le choix du

partenaire pour négocier la gestion de l'eau, l'ouverture mécanique de la végétation ou la construction de digues est totalement libre. Toutes les opérations techniques ont un coût qui peut être partagé par les joueurs selon les résultats des discussions. A la troisième étape, tous les joueurs sont invités à la mairie par le maître de jeu pour décider de la gestion de l'eau de l'étang pour l'année qui va suivre. Au début de cette discussion, le maître de jeu collecte les feuilles de décision individuelle sur lesquelles les joueurs ont noté leur choix d'exploitation et de gestion, afin d'en réaliser la saisie informatique. La phase de négociation est totalement libre à l'exception de sa durée qui ne doit pas excéder 10 mn.

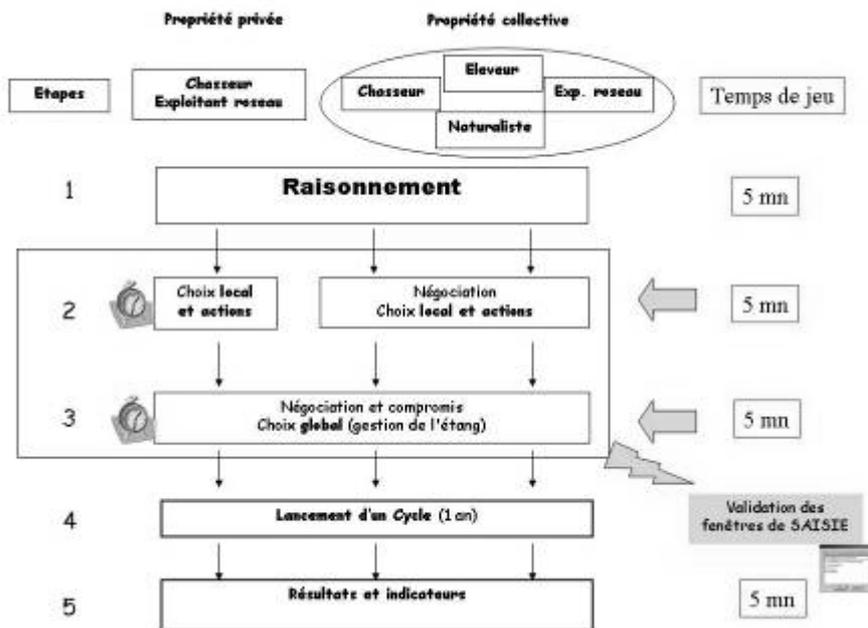


Figure 11. Le déroulement d'un tour du jeu de rôles ButorStar.

A la quatrième étape, le mode de gestion de l'eau choisi à l'issue de la négociation est saisi et une simulation d'un an est lancée. Les impacts sur l'occupation du sol et la diversité de l'avifaune sont imprimés et distribués aux joueurs sous la forme de cartes et d'indicateurs chiffrés (étape 5). La session de jeu proprement dite dure 3h30 minimum sans le temps imparti au débriefing. L'idéal est de réaliser au moins sept tours, l'intérêt d'aller au-delà dépend principalement de la dynamique du groupe. Il est essentiel de ne pas informer les joueurs du nombre de tour de la partie afin d'éviter des comportements aberrants lors du dernier tour. Des sessions ont été réalisées avec des groupes variant de cinq à seize joueurs pour un nombre de rôles fluctuant de deux à six. Différentes combinaisons de rôles et de joueurs peuvent être mises en œuvre par le maître de jeu selon ses contraintes et ses objectifs. Le fait d'affecter plusieurs joueurs à un même rôle, permet d'augmenter les discussions et la compréhension des processus en jeu. Selon nos tests, et du point de vue de la dynamique de groupe, le nombre optimal de joueurs semble se situer entre 8 et 10.

Débriefing A la fin de la partie, il est fondamental d'organiser un débriefing pour discuter et analyser collectivement les résultats. Le débriefing a pour fonction d'aider les joueurs à comprendre, interpréter le processus social mis en œuvre lors de la séance de jeu, parce que les indicateurs ne permettent pas à eux seuls d'expliciter ce qui s'est réellement passé et les

arguments qui ont milité pour les décisions collectives ou individuelles. L'évaluation se fait en trois étapes : (1) identification individuelle de la logique, du système de valeurs et du comportement vis-à-vis des autres joueurs ; (2) évaluation collective des résultats, des émotions et de la compréhension des processus en jeu, (perception du comportement social des différents joueurs, pertinence et cohérence des décisions, fonctionnement du groupe et sa dynamique) ; (3) discussion des éventuelles incompréhensions des processus sociaux, économiques et écologiques, appréciations sur le processus de négociation mis en place et son évolution. La comparaison des résultats de la partie (indicateurs, graphiques, fonds de cartes) avec ceux d'autres parties permet également au maître de jeu de discuter les résultats relatifs à différents concepts comme la gestion intégrée, la résolution de problèmes environnementaux, la communication, le partage de l'information, les processus écologiques, la dynamique de groupe, les politiques publiques et leur mise en œuvre, la négociation.

Déroulement du processus participatif

Afin de mieux comprendre les transformations du paysage, c'est-à-dire de mieux appréhender les interactions et les processus écologiques et socio-économiques qui affectent l'évolution des roselières. Nous avons actualisé et développé un simulateur multi-agents ReedSim2. Malgré des difficultés techniques d'acquisition et de traitement des données hydrologiques et écologiques du site des étangs du Charnier-Scamandre. L'actualisation de la totalité des modèles écologiques du simulateur ReedSim devrait cependant être finalisée. Le simulateur ReedSim permettra de simuler les interactions sociales, économiques, spatiales et écologiques du système roselier du Charnier-Scamandre. Les résultats de plusieurs scénarios de gestion seront alors discutés avec les usagers du site lors d'un atelier organisé avec le Syndicat Mixte de Camargue gardoise au second semestre 2009. Ce travail ne fait pas l'objet du présent rapport du fait que nous avons fait le choix d'axer notre réflexion sur les résultats des approches participatives réalisées dans le cadre de ce programme.

Avant de réaliser ces expérimentations, nous avons réalisés une étude socio-environnementale du contexte de chacun des sites. Une campagne d'enquête par entretiens semi-directifs auprès de quarante personnes a permis de compléter la revue de littérature pour mieux cerner les enjeux et les jeux d'acteurs relatifs à ces terrains.

Organisées par le syndicat mixte de la basse vallée de l'Aude, deux séances de jeu de rôles ont eu lieu fin 2006 avec douze usagers de l'étang de Vendres : trois chasseurs communaux, deux agriculteurs et un éleveur, deux responsables de services techniques municipaux, trois chargés de mission d'une ONG de conservation et une chargée de mission du syndicat mixte. L'objectif du syndicat mixte, qui pilote la concertation sur le secteur, était de conforter le travail de concertation avec les usagers. La majorité des participants avait en effet déjà suivi le chemin de « l'écoute de l'autre » à travers les réunions du comité de gestion de la zone humide. Le jeu de rôles devait mettre l'accent sur la prise en compte des enjeux techniques, sociaux, économiques et environnementaux. Il devait également favoriser la discussion sur une gestion globale. L'évaluation des deux sessions de jeu a donc essentiellement porté sur : (1) l'acquisition de connaissances sur le fonctionnement du système écologique, (2) la prise de conscience des effets des pratiques des usagers sur les autres usages et le milieu, (3) la compréhension du mode d'interaction des participants dans les phases de négociation/concertation, mais aussi l'intérêt de la démarche. L'évaluation a été réalisée à partir de la même série de questions posées individuellement avant le jeu de rôles, après le jeu de rôles puis à froid par téléphone 3 à 5 semaines plus tard. Les questions portaient sur la gestion de l'eau et de la végétation, la perception de la dynamique et son intégration ou non dans les stratégies de gestion des joueurs, les rapports sociaux établis durant la séance, le type

d'interaction sociale (soumission, compétition, évitement etc.) lors de la concertation/négociation, l'acquisition de connaissance sur le fonctionnement socio-écologique.

Les séances ont été observées par deux personnes et chaque table de négociation a été l'objet d'un enregistrement audio. Des photographies ont également été prises durant toute la partie pour saisir les attitudes des joueurs ainsi que leurs déplacements dans la salle.

Le calibrage du module relatif à la pêche du simulateur informatique de ButorStar a été finalisé courant février 2007. Celui-ci a permis de jouer le rôle de pêcheur jugé indispensable pour une simulation du jeu d'acteurs du Charnier-Scamandre. Une séance de jeu de rôles a eu lieu avril 2007 sur le site du Charnier-Scamandre à la fin de la récolte du roseau. Celui-ci a rassemblé un gestionnaire de réserve naturelle, deux exploitants de roseau, un éleveur, un chasseur, un pêcheur et un naturaliste.

Elaboration participative de simulateurs de dynamique du paysage et d'évolution du tissu agricole : l'exemple du Larzac méridional

Dès les années 1990 et tout spécialement dans le domaine de l'aide à la décision en agriculture, on note (Attonaty, Chatelin, et Garcia 1999) un changement dans la manière d'utiliser les modèles et les simulations : au lieu de chercher à fournir des solutions optimales aux acteurs, on met l'accent d'abord sur l'apprentissage des acteurs et ensuite sur la production d'une gamme de solutions, ou de scénarios à mettre en discussion dans une interaction entre conseillers ou scientifiques et acteurs.

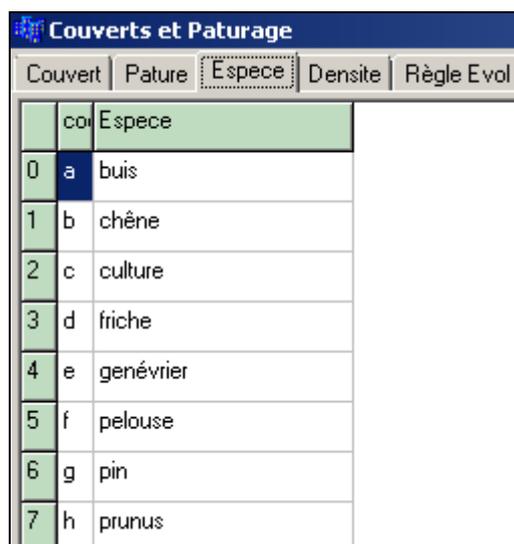
Notre équipe a construit deux outils pour élaborer des scénarios d'évolution du paysage. Le premier est un automate cellulaire (*genévrier*) d'utilisation souple et capable de simuler l'évolution de couverts végétaux diversifiés en tenant compte de l'utilisation des sols dans un contexte agro-pastoral. J.-M. Attonaty et M. Le Bars ont pris en charge l'écriture du programme (langage C++). P. Marty et J. Lepart ont pris en charge le travail de tri et de formalisation des informations et des règles nécessaires au fonctionnement du modèle. Dans le modèle « genévrier », le paysage est représenté par une grille de cellules (100x100) auxquelles on peut attribuer un type de couvert végétal et qui changent d'état au cours du temps sous l'effet des interactions entre dynamiques de végétation et pratiques humaines.

Genévrier simule les transformations d'un paysage utilisé par des exploitations agricoles. Mais il importe de connaître les exploitations agricoles pour savoir quels types d'interactions elles auront avec les composantes naturelles du paysage. Dans un contexte géographique où l'activité agricole est le premier producteur de paysage, les pratiques d'éleveurs sont une composante essentielle pour le maintien des milieux. Il faut s'interroger sur ce que seront ces éleveurs sous différents scénarios afin de savoir sur quel type de tissu agricole on pourra compter pour intervenir sur les milieux. Un simulateur technico-économique a donc été développé : le simulateur *Larzac* permet de travailler non plus par types d'exploitations mais par simulation des trajectoires de chaque exploitation. Il représente en cela une évolution par rapport à une génération précédente de simulateurs technico-économiques. Le simulateur OLYMPE (Attonaty, Le Bars *et al.* 2005), par exemple, permet de tenir compte de tous les paramètres technico-économiques d'une exploitation (spéculations, types de parcelles, charges, produits, investissement, aides publiques...). Mais il procède par tri et analyse de ces informations pour créer des types d'exploitations. Il est donc adapté à une réflexion sur un nombre important d'exploitations relativement diversifiées. En revanche, il ne permet pas d'envisager les réponses individuelles des exploitations aux contraintes.

L'automate cellulaire *genévrier*

Principe 1 : diffusion spatiale. Le modèle repose sur un principe de diffusion spatiale. Les changements du paysage sont le résultat de la colonisation de l'espace par des espèces ligneuses. Du point de vue du principe général, le modèle « genévrier » est légèrement différent de celui de l'automate de Conway (« le jeu de la vie »). Dans ce dernier, une cellule vide à l'étape n-1 est occupée, maintenue ou vidée à l'étape suivante en fonction de son voisinage. Dans « genévrier », on reprend ce principe pour simuler la diffusion spatiale. Une cellule changera d'état en fonction de son voisinage et prendra la valeur de son voisin à l'étape suivante. Si par exemple une cellule de pelouse a un voisinage de « pin », à l'étape suivante, elle devient « pin ». Ce principe permet donc de simuler la diffusion des cellules de la famille « pin » : une seule cellule « pin » peut se diffuser dans l'ensemble de la grille en colonisant toutes les cellules « pelouse ». Bien entendu, à partir de ce principe simple, tout se complique lorsqu'on a plusieurs types de cellules colonisatrices et plusieurs types de milieux susceptibles d'être ou de ne pas être colonisés en fonction de leur nature (pelouse ou cultures) ou de leur usage (pâturage plus ou moins fort).

Le premier problème à résoudre est celui de la définition des couverts végétaux, c'est-à-dire des valeurs attribuables à chaque cellule. Nous avons défini un premier type de couverts (figure 112) à partir des principaux taxons d'espèces ligneuses colonisatrices : buis (*Buxus sempervirens*), genévrier (*Juniperus communis*), chêne (*Quercus pubescens*), pin (*Pinus sylvestris* et *Pinus nigra*), *Prunus spinosa*. Les deux espèces de pin ont été regroupées et leur comportement colonisateur a été considéré comme identique..



Couvert	Pature	Espece	Densite	Règle Evol
		col		
0	a	buis		
1	b	chêne		
2	c	culture		
3	d	friche		
4	e	genévrier		
5	f	pelouse		
6	g	pin		
7	h	prunus		

Figure 12. Liste des taxons servant à définir les couverts

A partir de ces taxons, nous avons rajouté un paramètre de densité (dense ou clair). Ensuite, nous avons combiné les ligneux hauts et les ligneux bas, d'abord parce que les types de combinaison ont un rôle sur la vitesse de colonisation et ensuite parce que leur potentiel comme ressource pour les éleveurs est très différente.

On aboutit ainsi à une liste de 25 couverts (voir sur la figure 13 les colonnes « couvert », « Espèce A », « Espèces B », « densité ») susceptibles de se diffuser dans l'espace.

Couverts et Paturage									
Couvert	Pature	Espece	Densite	Règle Evol	Action	Règle Action			
col	Couvert	Couleur	Force	Espece A	densité	Espece B	densite	KODE	
0	a	buis clair		1	buis	clair			aa
1	b	buis dense		2	buis	dense			ab
2	c	genévrier clair		3	genévrier	clair			ea
3	d	genévrier dense		4	genévrier	dense			eb
4	e	pelouse		0	pelouse				f
5	f	chêne clair		20	chêne	clair			ba
6	g	chêne clair/buis clair		21	chêne	clair	buis	clair	baaa
7	h	chêne clair/buis dense		22	chêne	clair	buis	dense	baab
8	i	chêne clair/genévrier clair		23	chêne	clair	genévrier	clair	baea
9	j	chêne clair/genévrier dense		24	chêne	clair	genévrier	dense	baeb
10	k	chêne dense		30	chêne	dense			bb
11	l	chêne dense/buis dense		31	chêne	dense	buis	dense	bbab
12	m	chêne dense/genévrier dense		32	chêne	dense	genévrier	dense	bbeb
13	n	pin clair		40	pin	clair			ga
14	o	pin clair/buis clair		41	pin	clair	buis	clair	gaaa
15	p	pin clair/buis dense		42	pin	clair	buis	dense	gaab
16	q	pin clair/genévrier clair		43	pin	clair	genévrier	clair	gaea
17	r	pin clair/genévrier dense		44	pin	clair	genévrier	dense	gaeb
18	s	pin clair/chêne clair		45	pin	clair	chêne	clair	gaba
19	t	pin dense		50	pin	dense			gb
20	u	pin dense/buis clair		51	pin	dense	buis	clair	gbaa
21	v	pin dense/buis dense		52	pin	dense	buis	dense	gbab
22	w	pin dense/genévrier clair		53	pin	dense	genévrier	clair	gbea
23	x	pin dense/genévrier dense		54	pin	dense	genévrier	dense	gbeb
24	y	culture		60	culture				c

Figure 13. Extrait de la liste des couverts dans « Genévrier »

Cette liste permet de représenter les principales formations végétales qui se succèdent de la pelouse aux différents types de forêt dense et qui tiennent compte des différents états repérables sur le terrain. Elle a été validée par les acteurs de terrain. On a donc des couverts simples (exemple : « buis clair ») et des couverts complexes (exemple : pin clair sur buis dense, noté « pin clair/ buis dense »). Il a été rajouté à ces couverts dynamiques, des couverts non colonisateurs : les cultures et la pelouse. A ces couverts on a affecté des couleurs en s'inspirant du code sémantique utilisé dans des cartes de végétation (essentiellement la carte de la végétation de la France au 1/200 000^e, la carte des couverts végétaux du Parc National des Cévennes et les cartes d'occupation du sol réalisées dans le cadre du document d'objectif Natura 2000 du Larzac méridional) : les couverts à pin sont en violet, les couverts à chêne

sont en vert, la pelouse est en jaune. Les cultures sont en noir afin de bien les distinguer des couverts non cultivés. Le buis est en bleu et le genévrier en rouge.

Principe 2 : colonisation et voisinage La deuxième étape a consisté à définir les règles d'évolution nécessaires simuler la diffusion spatiale des couverts. Un problème crucial a été la définition du voisinage. Notre équipe était capable de décrire les interactions entre couverts, à partir des connaissances acquises pendant près de 10 ans de travaux sur les interactions entre pratiques agricoles et espèces colonisatrices (5 thèses soutenues et de nombreux travaux publiés, voir volume 1, chapitre 1 et 2). Il était possible de définir, pour chacun des couverts, la liste des couverts colonisables ou non, en tenant compte de la pression de pâturage et des interactions entre plantes.

Mais la notion de voisinage, apparemment relativement simple, a été un premier verrou à faire sauter.

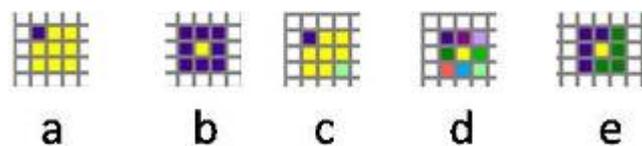


Figure 14. Types de voisinages

La figure 14 montre les types de voisinages possibles pour une cellule de pelouse. Dans les cas a et b, le voisinage est simple : le voisinage de la case centrale est « pin ». Le problème se complique lorsqu'on a plus d'un type de voisinages possibles (c), lorsqu'on a autant de voisins différents qu'il y a de cases voisines (d) ou lorsqu'on a un nombre égal de cases occupées par deux colonisateurs potentiels. La solution trouvée a été d'affecter à chaque couvert une force que nous avons attribuée en fonction de ce que nous savions de sa capacité colonisatrice et aussi en fonction de règles logiques. Ainsi les formations denses ont toujours une force plus grande que les formations claires car on suppose qu'elles produisent plus de graines. Le pin a une force supérieure aux autres couverts en fonction de la capacité à disséminer plus loin ses graines anémochores. Le buis a une force très faible car il dissémine à très faible distance (quelques dizaines de centimètres). Chaque couvert (voir figure 17, colonne « force ») a donc une « force » codée de 1 à 60. Lorsque l'automate passera en revue les voisins d'une cellule, il définira comme voisinage le couvert de la cellule qui a la plus grande force. Ainsi, dans les exemples de la figure 15, dans les cas c, d et e, le voisinage est « pin dense » (cellule en violet sombre toujours placée en haut à gauche).

Mais la définition du voisinage ne suffit pas à simuler correctement la diffusion. En effet, la contiguïté spatiale ne suffit pas à rendre possible la colonisation. D'autres facteurs entrent en jeu : les usages des sols, les interactions entre plantes.

Règles de transitions Il est donc nécessaire de définir et de formaliser des règles. Les modélisateurs ont demandé aux thématiciens de représenter les interactions entre couverts. Après des tâtonnements et des essais (arborescences) l'équipe a choisi de représenter les règles dans un tableau à double entrée.

Couverts et Pâturage						
Couvert	Pature	Espec	Densite	Règle Evol	Action	Règle Action
	Codage	ceci		Voisinage	Pâturage	devient dans
0	egb??an	pelouse		Pin dense*	fort	pin clair 40
1	egb??bn				lâche	25
2	egb??cn				nul	15
3	ega??an			Pin clair*	fort	pin clair 45
4	ega??bn				lâche	30
5	ega??cn				nul	15
6	eb ??ac			chêne*+genévrier*	fort	genévrier clair 50
7	eb ??bc				lâche	genévrier clair 35
8	eb ??ci				nul	chêne clair/genévrier 20

Figure 15. Extrait n°1 du tableau des règles d'évolution dans « Genévrier »

Les règles intègrent les activités humaines en tenant compte des pratiques pastorales. Ces dernières sont indiquées selon trois modalités de pâturage ovin (fort, lâche, nul). Ce choix volontairement simplificateur a été fait pour plusieurs raisons. La première est qu'on peut ainsi caractériser à la fois des espaces relativement réduits (un parc de pâturage de quelques dizaines d'hectares⁶) mais aussi des exploitations agricoles avec des pratiques d'alimentation ayant recours plus ou moins fortement aux parcours. La deuxième est que le niveau de pâturage permet d'approcher l'effet de mortalité infligée aux plantules par le troupeau.

Ainsi, on peut lire la figure précédente de la manière suivante : une cellule de pelouse dont le voisinage est « pin dense », qui est fortement pâturée, deviendra une cellule « pin clair » en 40 ans. Le temps nécessaire pour changer d'état varie en fonction de l'intensité du pâturage. Si le couvert de voisinage est noté par un astérisque (exemple : pin dense*), cela signifie que la règle s'applique pour tous les couverts complexes à base de pin dense présents dans la liste de couverts.

⁶ Dans la région des Grands Causses, les parcs de pâturage clôturés vont généralement de 15 à 50 ha. Ils peuvent être exceptionnellement de très petite taille (moins de 10 ha) ou de très grande taille (80ha).

Couverts et Paturage						
Couvert	Pature	Espec	Densite	Règle Evol	Action	Règle Action
	Codage	ceci	Voisinage	Paturage	devient	dans
24	cgb??aq	genévrier clair	pin dense*	fort	pin clair/genévrier c	30
25	cgb??bq			lâche		20
26	cgb??cq			nul		10
33	ce??ad		genévrier*	fort	genévrier dense	40
34	ce??bd			lâche		30
35	ce??cd			nul		15
36	cf??ad		pelouse	fort	genévrier dense	40
37	cf??bd			lâche		30
38	cf??cd			nul		15
39	ca??ad		buis*	fort	genévrier dense	40
40	ca??bd			lâche		30
41	ca??cd			nul		15

Figure 16. Extrait n°2 du tableau de règles dans « Genévrier »

La figure 16 permet de montrer comment le modèle règle le cas des couverts non soumis colonisation, à l'exception de la pelouse qui, en l'absence de voisinage colonisateur, reste pelouse et des cultures qui ne sont pas colonisables. Dans la figure 16, lorsque le genévrier clair a comme voisinage du genévrier, de la pelouse ou du buis dont on a négligé la colonisation dans ces règles à cause de la lenteur de sa progression, il devient genévrier dense. On peut donc dire que ces règles visent à simuler le vieillissement et l'évolution d'un couvert non colonisé. Sur la même figure, on observe que l'évolution d'un couvert simple (genévrier clair) sous l'effet du voisinage d'un couvert simple (pin dense) peut donner un couvert complexe (pin clair/genévrier dense).

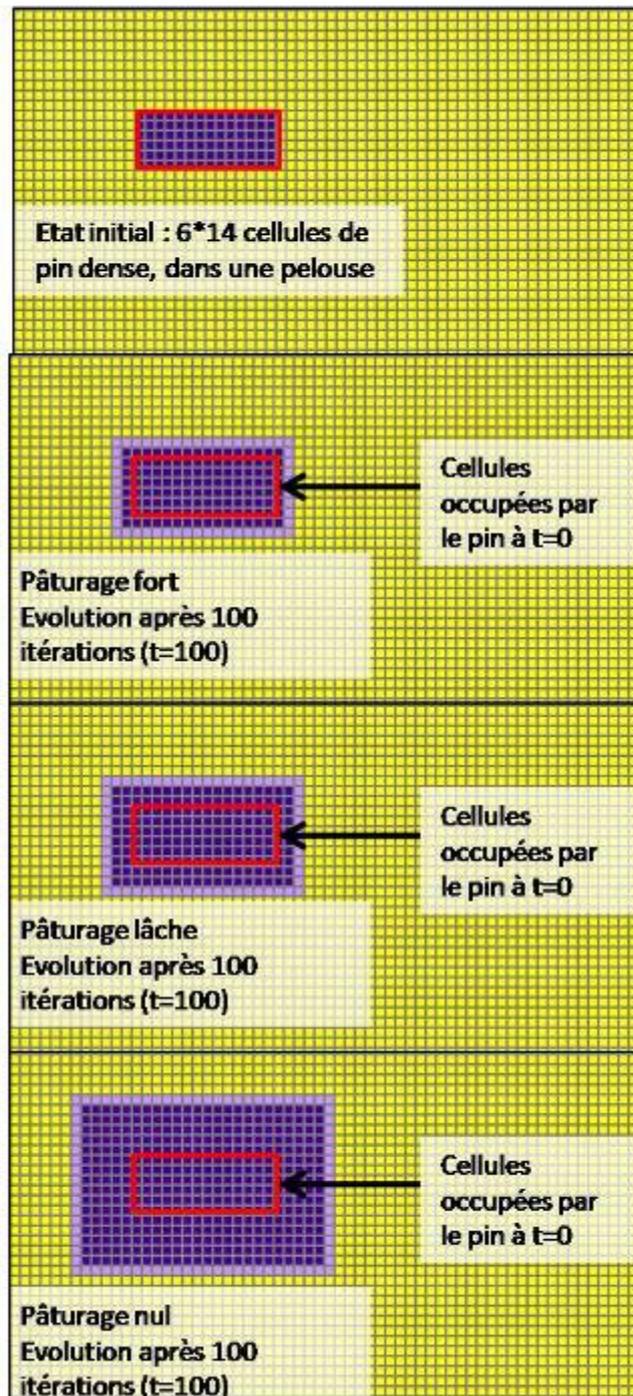


Figure 17. Simulation la progression du pin sur une pelouse dans « Genévrier »

Au total le tableau des règles contient 127 lignes. Ces règles déterminent le processus de diffusion des couverts.

Genévrier permet donc de simuler la diffusion d'un objet géographique (figure 17) dans un espace doté de propriétés naturelles et socio-économiques, en l'occurrence une formation végétale (la pelouse) et une modalité de gestion de l'espace et d'utilisation des ressources (le pâturage). Le simulateur tient compte de la complexité introduite par les contraintes à la colonisation des ligneux liées la pression de pâturage. Il permet d'aller au-delà de modélisations de phénomènes simples et de simuler des paysages complexes à la fois par leurs couverts végétaux et par leurs pratiques de gestion. En effet si on saisit intuitivement le résultat d'interactions dont on connaît les processus, il est très difficile d'en donner une

représentation au vu du grand nombre de combinaisons possibles. Le simulateur permet donc, via une interface graphique simple, de visualiser les dynamiques d'un espace géographique, humain et écologique.

Le simulateur technico-économique Larzac

Elaboration et validation du modèle. Le travail a suivi les étapes représentées sur la figure ci-dessous.

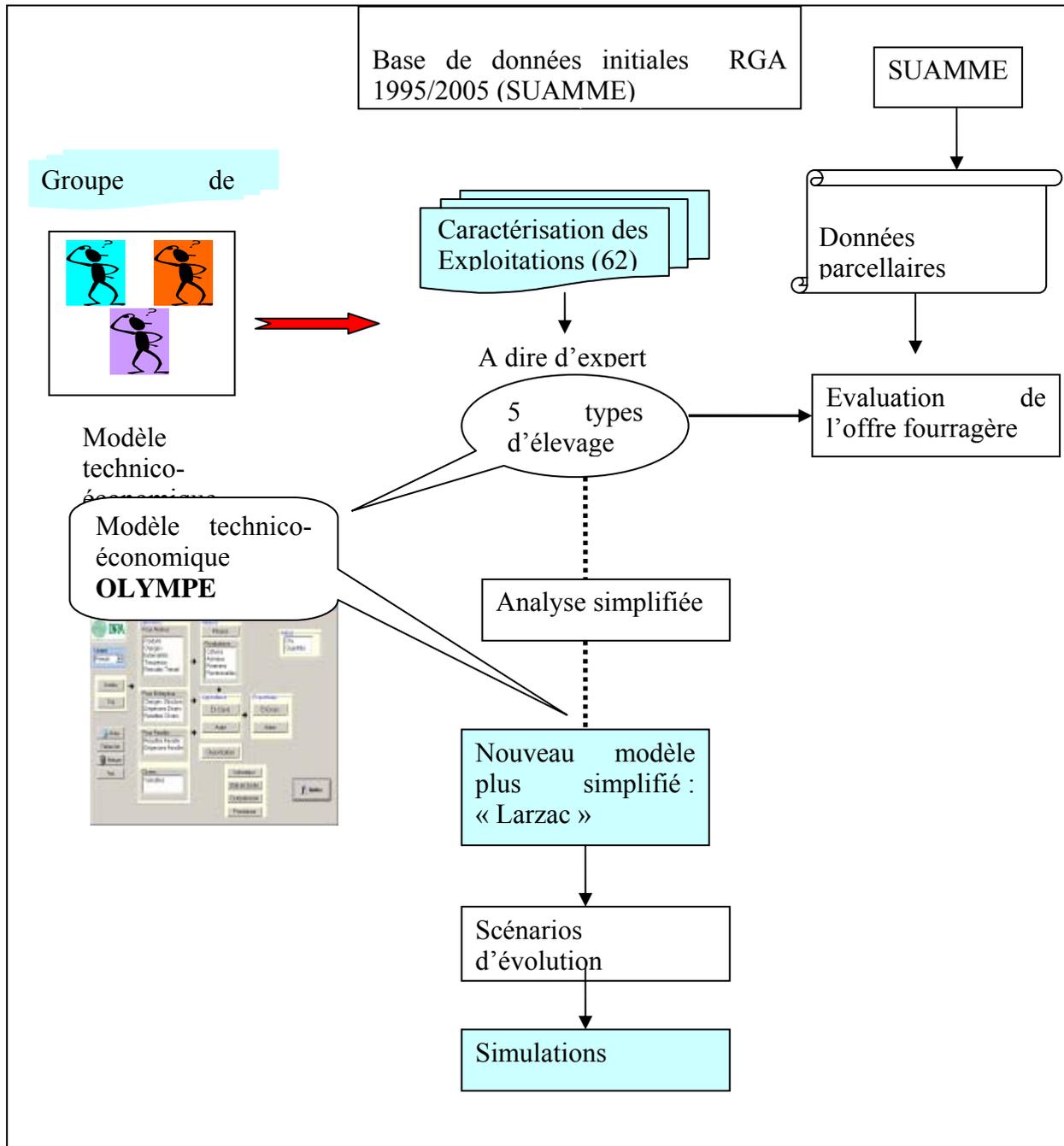


Figure 18. Etapes du travail de conception et de validation du simulateur « Larzac »

Il a commencé par la collecte de données technico-économiques pour les 62 exploitations agricoles professionnelles du terrain (Hajdem 2009): cheptel, superficies utilisées, main d'œuvre. Nous voulions obtenir un indicateur de viabilité économique des exploitations. Mais

il n'était pas possible d'avoir accès aux données de la comptabilité de gestion, pour des raisons de confidentialité, de relations diplomatiques entre les conseillers de terrain et les exploitants et enfin parce qu'une petite partie seulement des agriculteurs passaient par un centre de gestion pour leur comptabilité. La phase de collecte des données, simple en apparence, a été en réalité un processus qui a commencé au laboratoire. Notre équipe s'est enrichie d'une agronome, Naïma Hadjem, accueillie en stage au laboratoire en 2007 et en 2008. La nature et les types de données nécessaires ont fait l'objet d'une première discussion au regard des besoins d'un simulateur comme Olympe. Devant les difficultés rencontrées pour utiliser Olympe avec les données mobilisables sur le terrain, l'équipe a décidé de construire un simulateur sur des bases légèrement différentes.

Principes du simulateur "Larzac". Larzac se présente comme une base de données anonyme qui met en relation des tables décrivant 43 exploitations professionnelles : 12 exploitations orientées bovin viande, 8 exploitations orientées ovin lait qui produisent du lait pour l'industrie du Roquefort, 8 exploitations mixtes (dont 4 ovin lait/ovine viande, 3 ovin lait/bovin viande et 1 bovin-viande/ovine lait/ovine viande) et 15 exploitations ovin viande). Il s'agit d'exploitations de grande taille (entre 320 et 400 ha pour les exploitations ovines et mixtes ; plus de 700 ha pour les exploitations bovines) mais dans lesquelles les terres cultivables ne représentent en moyenne que 15% de la surface totale, avec une forte variabilité (minimum : 0% ; maximum : 44%).

Pour chaque exploitation, des indicateurs sont renseignés (cheptel, superficies, disponibilité en matière sèche pour l'alimentation du bétail, main d'œuvre, charges, recettes, détail des primes des premiers et deuxième piliers de la PAC). Le simulateur s'ouvre sur un tableau d'accueil qui affiche, en lignes, les 43 exploitations et, en colonnes, les principaux indicateurs technico-économiques. Il permet de visualiser, via des boutons spécifiques, les principaux facteurs de la formation du revenu pour l'exploitation sélectionnée dans le tableau d'accueil :

1. Besoin des animaux et productions des prairies et parcours.
2. Marge et budget fourrager. Pour chaque atelier (bovins, ovins...) On a décliné les valeurs de production de fourrages en années « normales » (fréquence : 2 années sur 10), « bonnes » (4 années sur 10), « mauvaises » (4 années sur 10) et « exceptionnellement mauvaises » (fréquence inconnue). Par exemple, pour une « prairie artificielle de bonne qualité » on aura une production de 4500 kg de matière sèche par ha (kg ms/ha/an) et par an en année normale, 5000 kg ms/ha/an en « bonne » année, 3000 kg ms/ha/an en « mauvaise » année et 1500 kg ms/ha/an en année « exceptionnellement mauvaise ».
3. Surface fourragère.
4. Résultats synthétiques. Ce bouton permet de voir, au niveau budgétaire, les entrées (recettes animales et primes) et les sorties (versement d'un salaire fixé arbitrairement au niveau du smic, charges de structure, c'est-à-dire entretien des bâtiments, du matériel, assurances, crédits, fiscalité, eau, électricité, et des charges opérationnelles, à savoir les frais liés à l'entretien des animaux, et à l'achat de matière végétale). A la suite de ces données, on a la valeur pour l'excédent brut d'exploitation (EBE), c'est-à-dire la somme des recettes et des primes à la quelle on soustrait les charges opérationnelles et les charges de structure.

5. Primes du premier et deuxième pilier de la PAC. Ce bouton donne accès au détail des 9 primes possibles sur le terrain, dont les montants par exploitation ont été estimés à dire d'expert.
6. Simulations de variations des produits, charges et primes. Cette fenêtre permet à l'utilisateur de construire ses propres scénarios (9 possibilités) en faisant varier le niveau des produits (augmentation ou diminution des prix), des charges, et des 9 types de primes.
7. Exploitation en situation critique. Enfin, un dernier bouton permet de voir quelles exploitations seraient au-delà d'un seuil critique, pour chacun des scénarios. L'utilisateur fixe lui-même le niveau critique (en Euros) pour l'EBE ou pour le solde (EBE + versement des salaires). Les acteurs de terrain ont estimé le seuil critique à 22000 euros d'EBE annuel.

C'est donc à partir de la fenêtre de scénarios (fenêtre « delta ») que Larzac permet de faire des simulations. Le choix a été fait de ne faire varier que des paramètres liés au marché (prix de vente des productions ou niveau des charges) ou liés aux politiques publiques. Sans être les seuls, les deux paramètres sont essentiels pour la formation du revenu et donc pour la survie des exploitations. D'autres conditions telles que le statut du foncier, les conditions de reprise et de transmission des exploitations, le niveau de technicité et de savoir-faire de l'entreprise n'ont pas été pris en compte dans ce modèle.

Du point de vue de l'utilisation, ce simulateur repose sur la lecture et le maniement de tableaux simples, ce qui correspond à la pratique quotidienne des conseillers et techniciens agricoles. Comme pour Genévrier, l'information que le modèle mobilise est contenue dans des tableaux et peut être modifiée en fonction des évolutions des connaissances des experts ou en fonction des changements qui interviennent sur les marchés ou encore dans le domaine des politiques publiques. Enfin, on observe en temps réel, les effets des paramètres simulés sur le tableau des exploitations. Ces données peuvent être intégralement transférées dans Excel[©] par un simple clic sur une icône pour être retravaillées (calculs, graphes).

Conclusion : association des acteurs du paysage à l'élaboration des simulateurs.

Le travail d'élaboration des simulateurs s'est fait au cours d'échanges nombreux (deux à trois réunions par an au cours du programme) avec les uns des composantes des acteurs locaux du paysage : les techniciens en charge du développement et en particulier du développement agricole. Nous avons choisi de travailler sur le Larzac Méridional à cause de l'existence d'une animation de développement local structurée et bien articulée avec la sphère technique agricole⁷. La question des dynamiques du paysage y était bien identifiée comme un problème de gestion sous l'expression « maîtriser l'espace »

Au cours de l'élaboration du simulateur Genévrier, les différents états d'avancement ont été proposés à nos partenaires de terrain, qui ont été associés au projet dès son commencement : représentant local de la chambre d'agriculture de l'Hérault, représentants du Service d'Utilité Agricole Montagne Méditerranéenne Elevage (SUAMME), et représentant du CPIE (Centre Permanent pour l'Initiation à l'Environnement), représentant de l'Institut de l'Elevage. Ces personnes ont validé le modèle et suggéré des développements. C'est par exemple à leur demande que *Prunus spinosa* a été rajouté dans la mesure où ils identifiaient la progression de cette espèce comme un problème pour les systèmes d'élevage. Les partenaires de terrain ont

⁷ Centre Permanent d'Initiation à l'Environnement, chambre d'Agriculture de l'Hérault, Service Montagne Elevage des chambres d'Agriculture du Languedoc Roussillon, Institut de l'Elevage.

également confirmé le caractère opératoire de cette typologie des modes de pâturage. Ils ont assuré pouvoir l'utiliser pour classer facilement les types de pratiques des exploitations du Larzac méridional. Enfin, comme les acteurs locaux étaient très préoccupés par le développement des opérations sylvo-pastorales et par les coupes d'éclaircies qu'elles peuvent générer, durant l'une des premières séances nous avons montré comment on peut les simuler en remplaçant un couvert forestier dense par un couvert forestier clair.

Concernant le simulateur Larzac, l'interaction avec les partenaires de terrain (les réunions se sont déroulées à chambre d'agriculture de l'Hérault à Lodève en juin et en octobre 2007 puis au siège du CPIE du Caylar entre mars 2008 et novembre 2008) a été encore plus décisive. C'est en effet après qu'ils aient fourni un premier jeu de données et après la première réunion sur ce dossier que chercheurs et techniciens sont arrivés à la conclusion qu'Olympe n'était pas le bon outil pour les problèmes et les exploitations agricoles abordées par le travail de recherche. C'est à la suite de ce contact que nous avons décidé de construire un prototype de simulateur qui puisse tirer parti des données disponibles. Les réunions suivantes avec les acteurs de terrain ont consisté à présenter le prototype puis, devant l'intérêt rencontré, de négocier l'accès à d'autres données⁸, notamment des informations sur la formation du revenu (produits et primes). Ces informations n'étant pas communicables en l'état, elles ont été reconstruites et recalculées sur la base de connaissances d'expert avec l'aide de la Chambre d'Agriculture de l'Hérault. Les réunions de travail suivantes ont servi à valider les informations nécessaires pour le modèle (besoins alimentaires du troupeau, productivité des surfaces agricoles) et à tester le fonctionnement du modèle, au regard des connaissances et des besoins des acteurs de terrain. Au cours de ces réunions, les acteurs se sont approprié le modèle dans la mesure où ce sont eux qui ont suggéré les types de simulations qui seront présentées plus bas dans ce rapport.

⁸ Cela n'aurait pas été possible sans la pugnacité et le travail de Naima Hajdem.

3.3 Principaux résultats

Economie du paysage : des scénarios et leur évaluation par les acteurs

Les caractéristiques des personnes interrogées sont semblables aux caractéristiques de la population de référence, avec un biais en faveur des niveaux d'éducation supérieure. Les personnes ont en moyenne habité 18 ans dans leur ville et dans la région. Malgré cela, la majorité ne connaît pas l'existence d'une zone humide importante au pied des Alpilles, et seulement 20% l'ont visité auparavant. D'un autre côté, 90% des répondants avaient déjà visité des zones humides plus éloignées. Les Anciens Marais des Baux souffrent donc de la concurrence de zones humides plus connues, ce qui est normal, puisqu'ils ont acquis le statut de zone agricole par le drainage des années 60.

Les résultats de l'estimation économétrique sont reportés dans le tableau 2. En moyenne, pour l'ensemble des personnes interrogées, les consentements à payer sont tous positifs, sauf pour le contrôle des moustiques par la Bti. Ceci témoigne clairement d'un soutien au projet de restauration par rapport à l'état actuel. Mais ce soutien global est loin d'être inconditionnel quand aux modalités proposées de restauration et de gestion des éventuelles nuisances.

Dans tableau 6, on observe que si le répondant a : (1) au moins une enfant, (2) aimerait visiter le Marais restauré dans le futur, et considère les marais comme un partie de son patrimoine culturel, alors son consentement à payer est en moyenne deux fois plus important (CAP B) que celui de la population complémentaire (CAP A) pour tous les attributs. Le CAP moyen pour l'ensemble des personnes interrogées (CAP C) démontre que la plupart ont au moins une de ces caractéristiques.

On peut également constater qu'un niveau de biodiversité élevée est perçu en moyenne négativement, mais que le CAP correspondant est différencié selon les attitudes exprimées l'égard de l'environnement. Il est maximum pour les personnes qui expriment témoignent simultanément d'un motif d'usage et de leg (40 euros).

Nous avons affiné l'analyse de l'hétérogénéité pour les attributs particulièrement sensibles aux différences de préférences, comme le niveau de restauration de la biodiversité et le moyen de contrôle des moustiques (cfr Colonne CAP C). En permettant au modèle économétrique de prendre en compte l'hétérogénéité des CAP individuels dans l'estimation, on constate que le CAP moyen, qui était négatif au niveau agrégé pour le contrôle par la Bti, devient positif, mais exhibe un grand écart-type.

Une restauration la plus complète possible est perçue négativement dans l'analyse générale. Mais, en combinant la restauration la plus complète et le contrôle des moustiques par la gestion des niveaux d'eau, on obtient des consentements à payer moyens positifs (28 euros) et significatifs. Ils sont de plus différenciés pour les caractéristiques des deux sous populations A et B (respectivement 16 et 38 euros).

De la même façon, si un niveau modéré de restauration des haies est apprécié assez fortement (CAP de 28), une prolifération des haies dans le paysage est nettement moins appréciée⁴.

Consentements à payer pour les attributs					
Attribut		CAP A	CAP B	CAP C	
Contrôle de moustique par le Bti	<i>b</i>	12	28	-21	**
	η	36	81	±61	***
Contrôle des moustiques par niveau d'eau	<i>b</i>	11	26	19	**
Biodiversité modérée	<i>b</i>	7	16	13	*
	η	26	60	±42	**
Biodiversité élevée	<i>b</i>	-1,1	-2,5	-1,8	
Biodiversité Elevée* répondent Vert ^A	<i>b</i>	18	40	30	***
Observation et protection	<i>b</i>	12	27	20	***
Observation et découverte	<i>b</i>	14	31	23	***
Quelques d'haies d'arbres	<i>b</i>	17	38	28	***
Beaucoup d'haies d'arbres	<i>b</i>	6,5	14,7	11,0	
Restauration modérée	<i>b</i>	12	27	20	**
Restauration avancée	<i>b</i>	-3,7	-8,3	-6,2	
Restauration avancée*contrôle des moustiques par les niveaux d'eau	<i>b</i>	16	38	28	**

Adj ρ^2 : 0,186, *b* : Consentement a payer moyenne. η (ecart type): degré de distribution de CAP parmi les interrogées. Significative avec un niveau de confiance de 99%(***), 95%(**) et 90% (*)
^A 40 % de répondants sont classifié comme ayant soucieux de l'environnement

Tableau 6. Résultats de l'estimation économétrique

Allocation des aides publiques à la gestion du paysage

Axe 1 : Evaluation des préférences des agriculteurs : résultats

Nous avons pu déterminer, contrairement aux idées reçues, l'acceptabilité d'un système agri-environnemental réformé, qui ne s'appuie plus sur des cahiers des charges standardisés et un paiement uniforme, mais plutôt qui permettrait, à travers un système d'enchère, d'ajuster les cahiers des charges et les paiements aux caractéristiques individuelles des agriculteurs. Leur préférence va à une règle de paiement différencié. Cependant, la hiérarchisation de leur choix pour un paiement en faveur du gain environnemental ou en faveur des coûts de mise en œuvre reste un résultat provisoire à ce stade du travail.

Axe 2 : outil d'aide à la décision pour atteindre plusieurs objectifs : résultats

Les résultats indiquent qu'il est possible d'atteindre l'efficacité budgétaire maximale, mais au détriment de l'efficacité environnementale, ou vice versa. La performance de l'enchère dépend aussi des montants de primes maximales par hectare que le régulateur est prêt à payer. Ces résultats montrent aussi qu'il ne faut pas organiser de la même manière une enchère qui aurait pour principal objectif la préservation d'un habitat –au titre de la biodiversité – et donc

qui rechercherait plutôt l'engagement de grandes surfaces, et une enchère qui chercherait à cibler un problème de pollution bien localisé exigeant un effort concentré sur des surfaces plus réduites. Ces conclusions mettent en lumière l'importance de l'étape de conception du mécanisme d'enchère et en particulier de la fonction de « scoring ».

Quels projets paysagers pour les garrigues du Pic Saint Loup

Les résultats présentés sont issus du travail mené avec un groupe d'acteur locaux, selon les principes expliqués plus haut (partie 3.2.). Le groupe d'acteurs locaux s'est réuni à trois reprises : le 9 février 2007, le 19 avril 2007 et le 22 juin 2008. Ce groupe était constitué de 13 personnes qui ont donné leur accord pour participer au programme de recherche selon l'agenda proposé (trois réunions en deux ans) : deux éleveurs, trois viticulteurs, trois élus, deux entrepreneurs du secteur du tourisme, un secrétaire de société de chasse, deux représentants d'associations de protection de la nature, un universitaire spécialiste de la périurbanisation, un historien du patrimoine.

Première réunion (9 février 2007) : présentation et méthode de travail

La première réunion a réuni 7 personnes du groupe d'acteurs. Trois se sont excusés. Cette réunion a pour objectif d'éclaircir les perceptions de chaque membre du groupe de travail, à propos des enjeux autour de la région des garrigues du nord de Montpellier. Pour atteindre cet objectif, l'exercice débute sur un fond de carte, qui donne un repérage grossier de l'espace autour du Pic Saint Loup (figure 19). C'est un espace que chaque membre du groupe connaît, pratique et utilise dans ses activités professionnelles comme dans le cadre de ses engagements. Il s'agit alors de dessiner sur cette carte les quatre éléments qui, selon chacun, contribuent le plus aux changements des paysages ou de la nature des garrigues. Le but étant que tout le monde représente ce qui est le plus important pour lui, quelle que soit son implication sur le territoire.

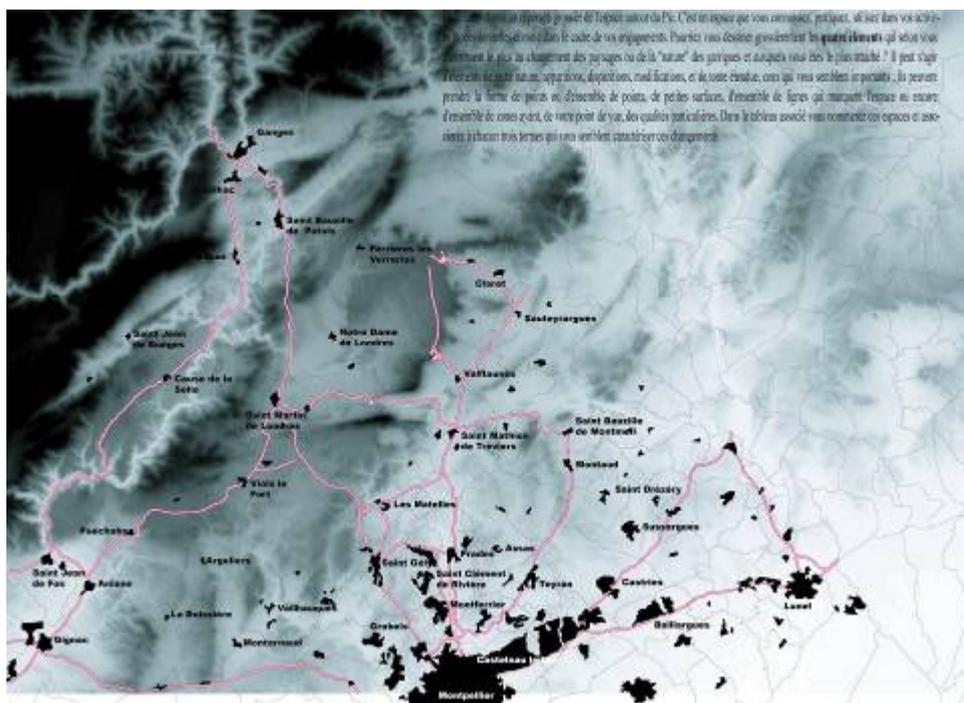


Figure 19. Exercice de repérage de « ce qui change ».

Un tableau est associé à cette carte afin que chacun marque le nom et caractérise en quelques mots les espaces qui pour eux changent. L'objectif est de faire ressortir les différentes perceptions et représentations des évolutions de certains phénomènes.

Cet exercice de cartographie à dire d'acteur ainsi que la discussion menée autour, ont permis de mettre en évidence trois thèmes importants sur les transformations de l'espace des garrigues autour de Montpellier.

Thème 1. Périurbanisation

Une urbanisation incontrôlée. Au contact de l'agglomération Montpelliéraine et de plus en plus loin à la périphérie de la ville, au-delà de 15 kilomètres, la croissance périurbaine se développe par agrégation en suivant les axes de circulation (Figure 20). La ville se propage et contamine peu à peu les espaces restés libres en les condamnant à leur oubli. L'urbanisation est perçue par les participants au groupe de travail, comme désorganisée, elle mite le milieu naturel, détruit les parcelles de garrigue ou de vignes pour construire des lotissements, complexes hôteliers... Ce territoire devient un espace dortoir où des villages-patrimoine, de caractère, sont menacés par la gestion locale. Les communes ne semblent pas être capables de lutter contre de l'urbanisation, le paysage est menacé par l'incohérence des Plans Locaux d'Urbanisme, PLU. L'urbanisation apparaît alors comme un processus sans acteur, mais en même temps, mal géré par la multiplicité des actions publiques. A côté de cela, les propriétaires fonciers font de la réserve et de la spéculation foncière, avec un changement d'ordre de grandeur du fait de l'apparition de grands opérateurs immobiliers. Une dernière incohérence de cette urbanisation, est qu'elle ne se pose pas la question de la capacité d'assainissement de l'eau.

Le rôle des voies de communication. L'urbanisation se développe donc de façon linéaire, le long des principales voies de circulation. L'amélioration des routes permet d'accélérer la croissance urbaine. Ce phénomène est particulièrement observable à la périphérie de Montpellier par la construction de la Liaison Intercommunale d'Évitement Nord de Montpellier, LIEN, qui avait pour objectif originel de contourner le nord de l'agglomération, et qui finalement se voit comme un moteur de la croissance urbaine où l'espace entre la ville et le LIEN se comble petit à petit. Les projets d'urbanisation actuels sont largement repliés autour du LIEN comparé à ceux d'il y a 10 ans. Les voies de communication sont perçues par les participants du groupe de travail à la fois comme une contrainte, par rapport à la dynamique urbaine qui leur sont associées, mais elles sont également vues de façon positive car elles permettent le désenclavement et de desservir les villages isolés. Cependant, elles ne perdent pas leur impact négatif sur le paysage en induisant bâti linéaire, néfaste à la qualité des paysages.

Aspects contradictoires de l'urbanisation. Le groupe de travail a fait émerger un aspect contradictoire lié à la croissance urbaine. L'arrivée de nouvelles populations est mal perçue du fait du caractère désorganisé de l'urbanisation, cependant, elle représente par ailleurs une richesse du fait du brassage de la population et des nouveaux échanges sociaux qu'elle entraîne. La situation géographique autour du Pic Saint Loup est privilégiée car elle bénéficie à la fois du côté naturel et de la proximité de la ville de Montpellier, les dynamiques sociales et les échanges culturels sont donc très forts et peuvent être les moteurs de nouvelles solidarités.

Conforter la viticulture. La viticulture autour du Pic Saint Loup n'est partie de rien, ce qui permet de rester confiant sur les possibilités de développement pour la région. La délimitation des zones AOC et de l'urbanisation n'est pas évidente d'un point de vue paysager. La relation entre la typicité ou la qualité du vin et le paysage n'est pas non plus encore complètement passée dans cette région, elle n'est par ailleurs ni évidente, ni réellement connue... Cependant, elle est très utilisée discursivement. La néo-viticulture de qualité reste pourtant vue comme un exemple phare de développement intégré, qui est à réétudier pour d'autres produits comme l'oléiculture, qui est le seul relai évoqué par le groupe de travail. Un dernier enjeu qu'il ne faut pas oublier concernant la viticulture, est qu'à terme, les possibilités d'encépagement pour faire face au réchauffement climatique devront être ouvertes, en particulier, vis-à-vis de l'allongement des sécheresses qui remet en cause les implantations des vignes les plus hautes dans le paysage.

Thème3. Milieu naturel

Fermeture du milieu. Les garrigues sont caractérisées par la fermeture du paysage, à quelques exceptions près (Figure 21 : grand périmètre de la garrigue qui se ferme). La progression des pinèdes dans la partie Est de ce secteur n'est pas gérée alors qu'elle pourrait nourrir la filière bois-énergie. Les outils de protection des espaces naturels (Natura 2000 ou Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique, ZNIEFF...) ne sont peut être pas assez pertinents, surtout d'un point de vue de cohérence avec le PLU. La fermeture du milieu constitue une perte de qualité préjudiciable, en biodiversité comme en identité paysagère. Le patrimoine historique ou préhistorique se perd sous la végétation de plus en plus dense et haute. L'abandon de l'élevage en est le principal moteur alors qu'aucune nouvelle perspective ne semble émerger pour son maintien ou son redéveloppement.

Identité de la garrigue. La garrigue est caractérisée par un contraste entre le côté ouvert, facile et désert et d'un autre côté sa richesse, sa structure complexe, parfois difficile à appréhender. De façon traditionnelle, c'est un espace accessible à tout le monde. Mais en réalité, il fermée par des enclos, des panneaux, des battues qui ne permettent pas une libre circulation. Par ailleurs, les garrigues souffrent de l'abondance du patrimoine, qui du coup est moins valorisé que dans les régions où il est rare. Le patrimoine est bien peu vu « trop de patrimoine tue le patrimoine ». La valorisation de l'agriculture peut alors être un moyen de faire passer cette valeur au le grand public.

Les espaces « libres », « naturels » sont finalement bien peu perçus au-delà des questions de fermeture et de maintien de l'ouverture par les troupeaux, ou des quelques lieux emblématiques cités lors de la réunion avec le groupe de travail. L'espérance, semble-t-il partagée, de voir les paysages ouverts se maintenir ne s'appuie apparemment pas, ou rarement, sur une perception de leurs intérêt. Leurs fonctions de « réserve » foncière, mais exposée aux meilleures spéculations n'est également que rarement perçue par les participants. A côté de cela, les différentes pratiques de loisir et de tourisme sont vues de façon très contrastées, opportunistes d'une part et de détérioration potentielle d'autre part.

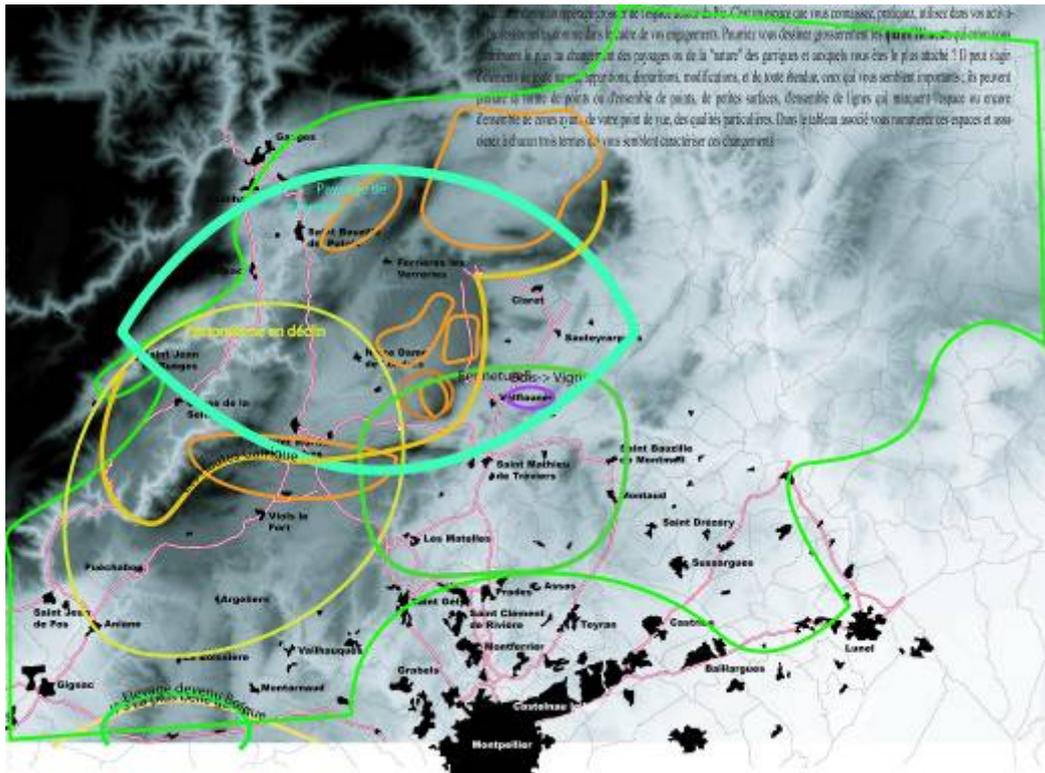


Figure 21. Synthèse végétation.

Deuxième réunion (19 avril 2007) : élaboration des scénarios

Après une restitution des différents thèmes ressortis lors de la première rencontre du groupe de travail, l'objectif de cette seconde séance (8 personnes du groupe étaient présentes) est de parvenir en deux temps à poser la base de quelques scénarios de dynamiques des garrigues. Dans un premier temps, chaque participant au groupe de travail doit remplir trois tableaux structurés comme indiqué ci-dessous.

	La garrigue désirée	La garrigue la plus probable	La garrigue redoutée
Description			
Rôle de l'Etat			
Grands acteurs			
Commentaires			

Ces tableaux sont la base de scénarios personnels, qui seront par la suite discutés collectivement afin de dégager trois ou quatre scénarios communs, assez contrastés. Ces scénarios de synthèse seront simulés par l'équipe de chercheurs et leurs résultats mis à débat lors de la troisième réunion.

Il est bien rappelé qu'il ne s'agit pas dans cet exercice de prédire l'avenir, mais plutôt de tenter de construire les critères principaux permettant de spécifier ce que chacun pense, redoute ou désire trouver. Pour simplifier ce travail, il est proposé aux participants du groupe de situer trois avenir possibles à l'échéance de 30 ans, tel que chacun les envisagerait :

- celui qui est désiré

- celui qui est redouté
- celui qui semble être le plus probable

Afin d'expliciter ces trois items, on rappelle les résultats de la première réunion de travail et les alternatives assez simples que les acteurs eux-mêmes avaient fait émerger.

- **Garrigues périurbaines contre garrigues paysannes** : soit la part des occupations de l'espace que prendraient l'urbain (qui pourrait comporter l'habitat, les grandes infrastructures, les services ...) et le rural (plutôt caractérisé par les activités agricoles, de mise en valeur de la forêt et d'élevage, mais également les activités liées aux savoir faire locaux, artisanat, produits de terroir ...).
- **Garrigues méditerranéennes contre garrigues forestières** : soit encore la bascule obtenue entre d'une part les espaces de végétation claire, de pelouses dont il est dit qu'ils résultent de l'action de l'homme et hébergent les espèces les plus diverses, riches, rares, caractéristiques du milieu méditerranéenne ; d'autre part le type de milieu « naturel » que l'on obtiendrait en laissant la végétation se développer spontanément, c'est à dire une forêt méditerranéenne dense et très fortement fermée.
- **Le type, l'importance et l'origine des politiques publiques** : lois, aides, projets collectifs... Elle est locale, issue des acteurs de terrain ou à l'inverse nationales et issues des grandes orientations collectives. Dans un dernier cas, elle peut être caractérisée par son absence.

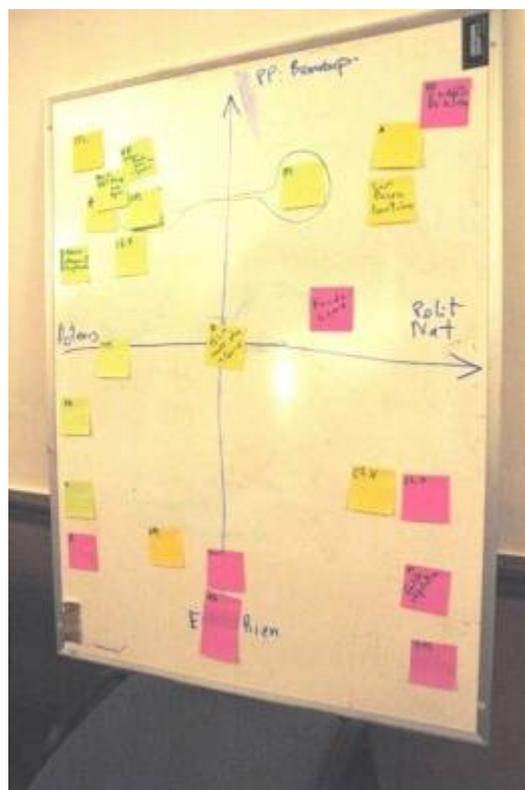
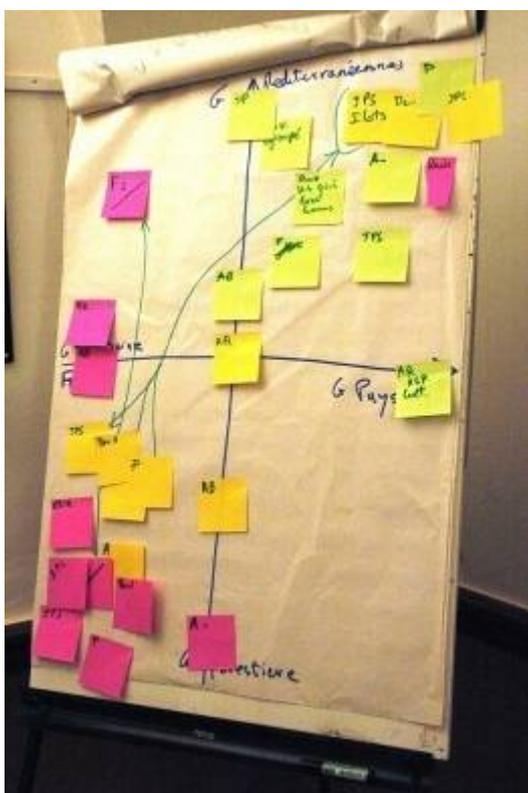


Figure 22. Restitution de l'exercice participatif

Le facilitateur explique que ce travail individuel prépare une mise en commun, où chaque scénario personnel (désiré, redouté et probable) sera placé sur deux axes : Garrigues

périurbaine contre garrigue paysanne en abscisse et garrigues méditerranéennes contre garrigues forestières en ordonnée, puis un second axe sur le type d'acteur, locaux ou grandes politiques nationales en abscisse et intensité de leur action en ordonné (figure 22). Ces deux axes permettront de faire une synthèse qui sera la base de la mise en place des scénarios.

Les résultats de l'exercice sont les suivants.

« La garrigue désirée »

Paysages et formations végétales. La garrigue désirée est plutôt ouverte et claire. Mais il est important que le milieu naturel soit une mosaïque composée de forêts de chênes verts, d'espaces agricoles et de pelouses sur les plateaux. Cet espace doit être diversifié et riche, tout en gardant un aspect « sauvage ».

La place de l'agriculture et des actifs. L'agriculture a une place primordiale dans ce scénario. Le système agro-sylvo-pastoral traditionnel doit être redéveloppé. Il s'accompagne d'une forte identité culturelle liée aux milieux historiques des garrigues. L'équilibre entre les zones préservées, plutôt ouvertes et les zones habitées, où le lien social est fort, doit être maintenu. Il doit y avoir une interaction vivante entre la nature et l'habitat puisque les usages, surtout agricoles, doivent permettre la valorisation du milieu, et surtout le maintien des activités et des emplois dans cet espace. Des subventions doivent permettre un retour de l'élevage ovin, principal garant de l'ouverture des milieux de garrigues. La prise de conscience liée aux risques d'incendies encourage ce redéveloppement de l'activité pastorale.

L'urbanisation. L'urbanisation et la périurbanisation doivent être contrôlées et gérées. L'important est de densifier les milieux urbains, et de limiter l'explosion démographique au plus près des noyaux villageois. Un objectif majeur étant de préserver les habitats naturels en limitant la consommation d'espace. La mixité sociale est un point fort de ce scénario, où il devrait être « obligé » d'accueillir des personnes en garrigues, tout en gardant un certain confort de vie.

Le rôle de l'Etat. Les grandes politiques internationales, nationales et locales, interviennent et agissent beaucoup, par le biais de lois, subventions ou incitations... Il y a une forte prise de conscience par l'Etat de l'importance de la biodiversité, des patrimoines et des particularismes locaux. Les politiques publiques mettent alors en œuvre des moyens financiers permettant de soutenir ces actions. Les acteurs de terrain jouent aussi un rôle important dans ce scénario, ce sont eux qui mettent en œuvre et réalisent les directives gouvernementales. La concertation et les échanges de savoirs ou de pratiques sont primordiaux pour une meilleure compréhension mutuelle.

Les grands acteurs. La garrigue doit être accessible, et surtout vivante, avec des activités humaines plutôt compatibles, cet espace doit être géré. Les chercheurs et les scientifiques ont un rôle à jouer, ils doivent adapter leurs recherches aux besoins locaux, régionaux ou nationaux. Ils partagent avec les associations un rôle de formation et d'éducation. Les professionnels et responsables agricoles sont les principaux acteurs de l'ouverture des milieux. Ils sont aidés par les élus, impliqués dans la définition des objectifs et de leur réalisation. Les questions environnementales sur l'énergie, la ressource en eau ou les questions d'autonomie alimentaire sont autant de points qui motivent ce scénario. Enfin, le marché international a un rôle important à jouer dans la mise en valeur des produits, reconnus comme des biens de haute qualité à forte valeur ajoutée.

La garrigue la plus probable

Paysages et formations végétales. Dans ce scénario, le paysage devient très boisé. Localement, des petits espaces agricoles ou de garrigues sont protégés voire muséifiés, mais globalement, la nature, peu « entretenue » et plus exploitée pour ses ressources, se dirige vers un stade forestier.

La place de l'agriculture et des actifs. L'agriculture n'a pas une grande place dans ce scénario et se limite au secteur viticole, qui lui-même perd de son importance. Il y a de nombreuses friches dues à l'agriculture en voie de disparition.

L'urbanisation. Le bâti reste lâche et prend de plus en plus d'importance en s'étalant de partout. La construction de bâtiments, résidences et voies de circulation est en forte expansion. Même si il est dit qu'au bout d'un certain moment les constructions vont devoir se stabiliser, à cause des infrastructures locales qui risquent de ne plus pouvoir suivre.

Le rôle de l'Etat. L'action publique tâtonne. Les initiatives sont multiples, mais ne sont pas coordonnées entre les différents niveaux, que ce soit européen ou local.

Les grands acteurs. Les grands acteurs de ce scénario sont les acteurs de terrain. Les associations locales et les entreprises, ont aussi un grand rôle à jouer. Elles agissent sur les territoires protégés, qui restent encore sous la forme de garrigues ouvertes. La crainte liée au réchauffement climatique peut être un acteur qui va influencer les dynamiques de ce milieu. Mais le marché international et le prix du foncier restent toujours les grands moteurs des dynamiques locales.

La garrigue redoutée

Paysages et formations végétales. Dans ce scénario, le milieu se ferme et la garrigue s'efface inexorablement, sous les bois de pins d'Alep. Elle est par ailleurs mitée par l'urbanisation. Ce milieu de plus en plus sec est soumis au risques d'incendies et mis à mal par le réchauffement climatique. Des espèces animales et végétales disparaissent. Ce paysage est caractérisé par la tristesse et la désolation où l'identité « garrigue » se perd.

La place de l'agriculture. L'agriculture, notamment la viticulture est en forte baisse dans ce scénario. Associé à ce phénomène, des points communs socio-éco-cultures qui font que l'on parle de Pays des Garrigues, disparaissent. Cet espace est alors cloisonné et morcelé par de nouveaux usages marchands, liés à la fréquentation touristique, qui prennent la forme de parcs et loisirs intensifs type Mickey ou golf de luxe. Des reliques patrimoniales subsistent sous la forme d'écomusée.

L'urbanisation. La ville est discontinuée, la périurbanisation se fait de façon non contrôlée, que ce soit par les lotissements, les routes ou les réseaux. La garrigue accueille trop de monde, l'explosion démographique se fait vers la garrigue au détriment de la ville.

Le rôle de l'Etat. L'Etat ne fait presque plus rien, c'est surtout le marché qui régule. La logique est libérale et plutôt individuelle. Les disparités se creusent alors sous le joug du tout économique. Il n'y a pas de loi de protection des milieux naturels et le mode d'appropriation de l'espace est basé sur le principe « far West » : les premiers venus sont les premiers servis.

Les grands acteurs. Dans ce scénario, les acteurs de terrain font peu. Ce sont la plupart du temps des propriétaires absentéistes. Les banquiers, aménageurs (grands promoteurs immobiliers et grands capitaux) sont les principaux agents de développement du territoire des

garrigues. A côté de ça, des groupes terroristes, des sans domicile fixe, désorganisés, s'installent dans les espaces encore « vides ». Globalement, les garrigues se ferment, que ce soit par le développement de la végétation, mais aussi par les usages et les usagers qui s'approprient l'espace.

Mise en place des scénarios

A partir de la réflexion menée avec le groupe de travail aux cours des deux premières rencontres et en s'appuyant sur les éléments qu'elles ont permis de mettre à jour, le groupe de recherche scientifique a mis en place quatre scénarios distincts, basés sur deux axes. L'axe des abscisses concerne la nature qui est plus ou moins riche en biodiversité, dans le sens où la qualité environnementale du milieu dit naturel est plus ou moins grande, et l'axe des ordonnées oscille entre l'urbain et le rural, qui détermine le type d'habitat et de mode de vie privilégié dans chaque scénario (figure 23).

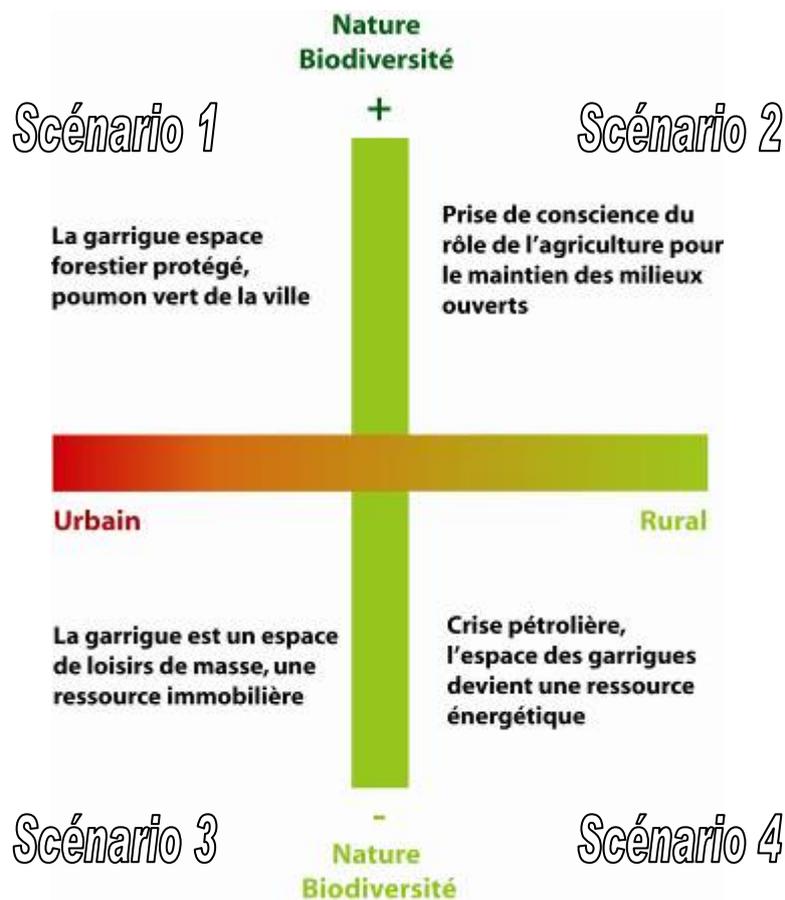


Figure 23. Diagramme des scénarios.

Pour traduire les différents scénarios en une carte d'occupation des sols, nous avons retenu la notion de champs géographiques. Les champs géographiques sont un « espace de manifestation et d'action d'un phénomène géographique » (Brunet 2001). Ils peuvent être caractérisés par leur forme spatiale et par le phénomène qui les définit. Un ensemble de champs peuvent être proposés pour simuler les changements d'occupation des sols des garrigues du Pic Saint Loup :

- champs de distance : à un noyau villageois, à une route ;

- champs du milieu physique : altitude, pentes, pédologie, climat ;
- champs fonciers : structure parcellaires, appropriation de l'espace... ;
- champs réglementaires : périmètre AOC, politique agricole commune, lois sur l'environnement
- champs institutionnels : communautés de communes, agglomération... ;

La combinaison de ces champs définit des entités spatiales caractérisées par une relative égale organisation spatiale des usages. Les changements effectués sur le territoire du Pic Saint Loup auront comme base de départ la carte de végétation en 2001 (voir plus haut, partie 2.1.), sur laquelle est appliqué chaque champ, en fonction du contexte dans lequel le scénario s'inscrit.

Ces scénarios sont à moyen terme : ils sont fixés à l'horizon 2036 (2006 + 30 ans). Pour chaque scénario nous proposons une carte d'occupation des sols et un modèle graphique (de type chorème).

Scénario 1 : La biodiversité par l'agriculture

Ce premier scénario résulte de la prise de conscience de l'apport de l'agriculture de qualité, dans le maintien de la biodiversité et des paysages méditerranéens. Cette prise de conscience est soutenue par l'écroulement du transport international, qui implique une relocalisation des productions agricoles. Dans ce contexte, l'équilibre entre le lieu de résidence et le lieu de travail est proclamé comme un objectif majeur en matière d'aménagement du territoire. La croissance des villages de garrigue s'est donc modérée, et les nouvelles constructions, se font au plus proche de l'habitat existant, afin de consommer le moins d'espace possible. Les activités agricoles pré-productivistes, cueillette, viticulture et oléiculture réinvestissent les garrigues. De même que les troupeaux de moutons ou de chèvres, gardés par des bergers ou enclos dans de petits parcs. La forêt est pâturée et coupée pour la production de bois énergie. Le paysage est ainsi ouvert par les activités agricoles, mais la diversité des pratiques permet la préservation d'une mosaïque du milieu. Des chemins, murets et terrasses structurent l'espace.

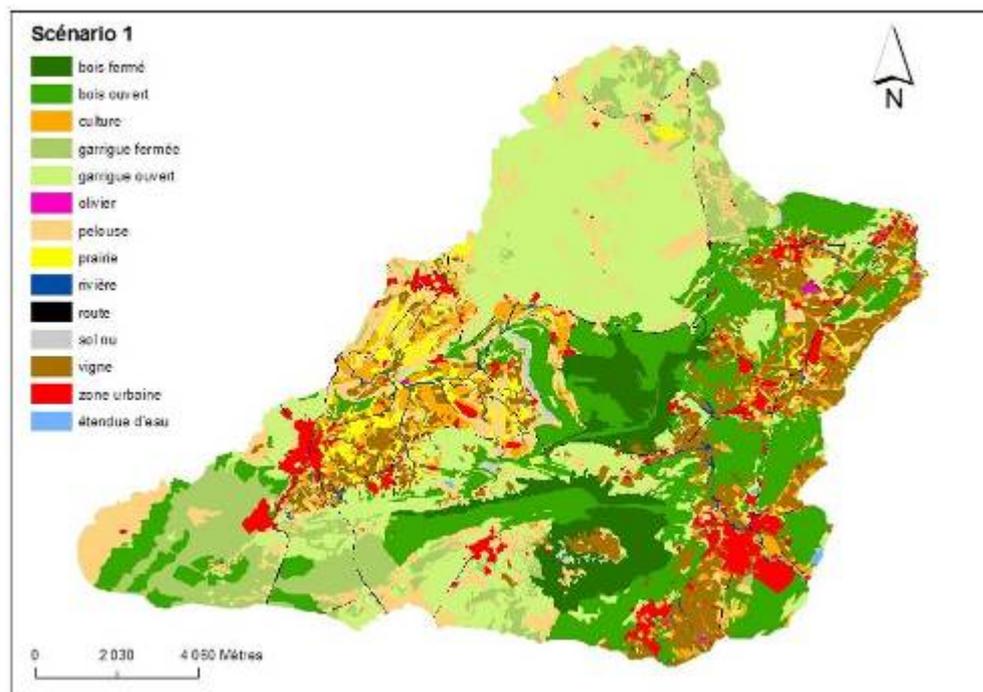


Figure 24. « La biodiversité par l'agriculture »

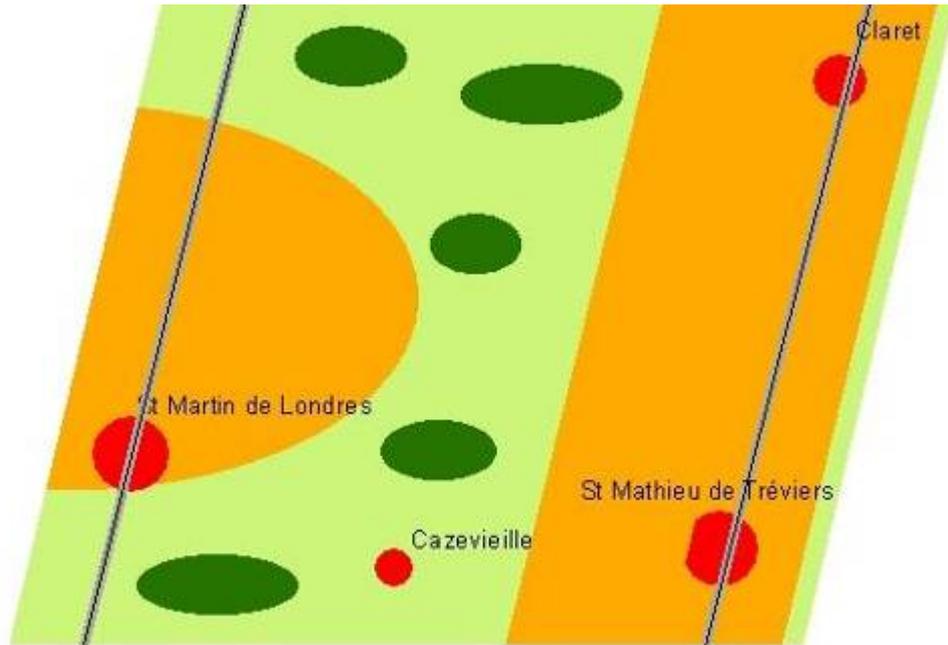


Figure 25. Croquis : « La biodiversité par l'agriculture ».

Croissance périurbaine. La croissance périurbaine est très limitée dans ce scénario où les garrigues montpelliéraines ont plus une dynamique rurale qu'urbaine. Le bâti se densifie, les nouvelles constructions sont cantonnées à la proximité des noyaux villageois ou le long des axes routiers. Pour simuler ce phénomène, nous avons classé en "zone urbaine" des polygones déjà intégrés dans le tissu urbain, afin d'éviter l'étalement, ainsi que des polygones le long des voies de circulation, proches des noyaux villageois, dans la limite d'une zone tampon de 10 mètres.

Développement agricole. L'agriculture est le principal moteur du développement économique de ce scénario. Elle permet un regain d'activité et de vie dans l'espace des garrigues du Pic Saint Loup. Les troupeaux de brebis réinvestissent les anciens parcours grâce à un classement AOC des agneaux de garrigues, qui permettrait de rentabiliser cette production. Par ailleurs, concernant la viticulture, l'AOC cru du Pic Saint Loup a gardé de son prestige et la production oléicole est en passe de reconnaissance.

Au niveau de la cartographie, le parcellaire agricole de 2001 est maintenu. Dans la zone du périmètre AOC, certaines cultures deviennent des vignes. Dans la plaine de Saint Martin de Londres, la mosaïque du milieu entre les vignes, les cultures et les prairies est préservée. L'olivier est maintenu à sa place.

Fermeture du milieu. Dans ce premier scénario, le milieu ne se ferme pas, au contraire, il s'ouvre et reprend un profil de garrigues méditerranéennes historiques grâce au retour des troupeaux. Cependant, certains boisements anciens sont préservés pour favoriser une mosaïque de milieux favorable à la diversité biologique. Les garrigues fermées sont donc peu à peu réouvertes et les pelouses sont privilégiées afin de fournir des parcours pour les brebis. Certaines belles forêts, historiquement présentes sur la zone d'étude sont préservées ainsi que des boisements clairs qui servent de haies.

Pour la réalisation cartographique (figure 24), une régression des formations végétales vers des stades plus ouverts est effectuée. Pour les zones de causses, favorables aux pâturages, les

bois ouverts ou fermés deviennent des garrigues ouvertes ou fermées. Les garrigues fermées deviennent des garrigues ouvertes et les garrigues ouvertes des pelouses. Les boisements situés sur les sommets sont préservés. Les bois fermés à proximité des habitations deviennent des bois ouverts. Pour effectuer les transitions de végétation, le champ de proximité a été utilisé : les transitions de végétation sont effectués en fonction de la formation végétale présente dans le polygone d'à côté.

Scénario 2 : Une ville verte dans une forêt méditerranéenne

Dans ce second scénario, le développement des grandes villes, comme Montpellier, se répercute sur des villages de plus en plus éloignés. Cependant, les politiques publiques structurent cette croissance urbaine et sont très sensibles à la valeur des milieux naturels, qui sont de réels poumons verts pour les citoyens. Les espaces de verdure autour des villes, sont fréquemment pratiqués pour des loisirs de plein air, de type escalade, randonnée, VTT... L'extension des villages se poursuit donc, à proximité des noyaux historiques et le long des principaux axes de circulation, en accord avec la protection de la nature, selon des modèles écologiques de gestion de l'espace. Des lois en faveur de la protection de l'environnement vont dans le sens d'un développement des emplois tertiaires et quaternaires afin de réduire le trafic routier et les pollutions liées à la circulation automobile. Par contre, l'agriculture n'a plus vraiment sa place en garrigues, elle se limite à quelques vestiges de vignes historiques de très haute qualité. Les paysages ainsi constitués sont très boisés, puisque la valeur naturelle mise en avant est la forêt méditerranéenne.

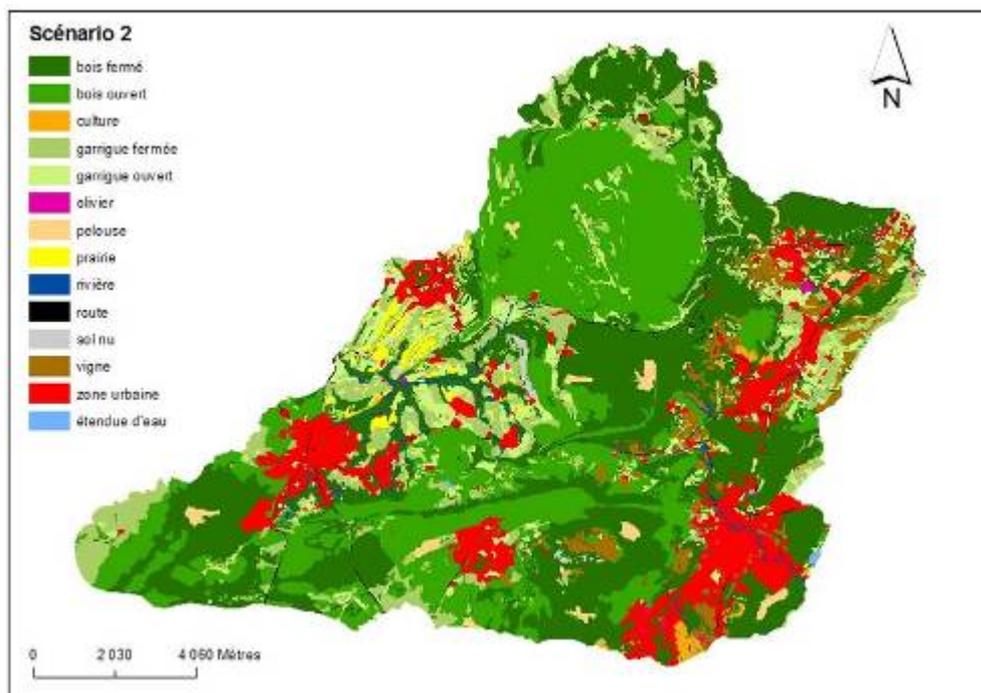


Figure 26. « Une ville verte dans une forêt méditerranéenne »

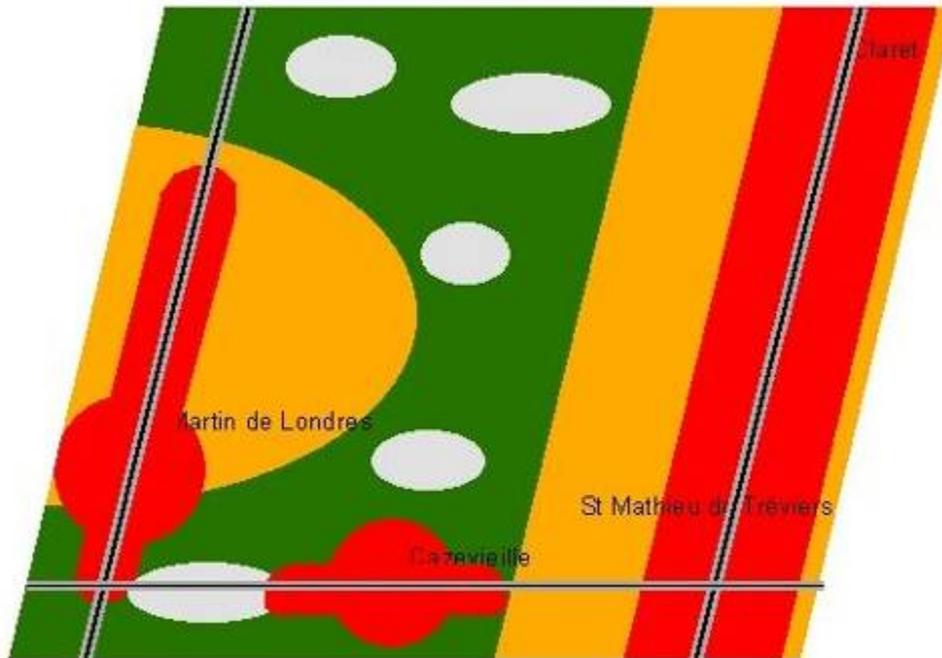


Figure 27. Croquis : « Une ville verte dans une forêt méditerranéenne »

Croissance périurbaine. Dans ce scénario, la ville se développe à partir des noyaux villageois et des routes. Elle est très présente, mais elle ne fait pas un continuum urbain totalement artificialisé. De ce fait, nous avons classé en espace urbain des zones tampon d'1 kilomètre autour des villages et de 500 mètres autour des routes. Les polygones présents dans ce périmètre deviennent urbains, mais certains polygones avec des attributions agricoles ou végétales sont maintenus. Dans la plaine de Saint Martin de Londres, des polygones occupés par des boisements sont privilégiés et ne sont pas converti en espace bâti.

Développement agricole. L'agriculture est très peu présente dans ce scénario. Seulement quelques vignes anciennes, appartenant au périmètre AOC cru du Pic Saint Loup, sont préservées. Dans ce cadre là, des vignes appartenant à ce périmètre et situées sur des terrains éloignés des habitations sont maintenues. Les autres vignes et les cultures passent en zone urbaine si elles se trouvent dans les zones tampon. Si ce n'est pas le cas, les vignes abandonnées deviennent des garrigues fermées et les cultures des garrigues ouvertes.

Fermeture du milieu. Le milieu naturel est une valeur importante dans ce scénario. Par contre, ce sont les boisements qui sont les plus valorisés. Des boisements denses anciens sont donc préservés et le reste des forêts est entretenu pour éviter les risques liés aux incendies.

Pour simuler la dynamique de progression de la forêt (figure 26), les pelouses deviennent des garrigues ouvertes, les garrigues ouvertes des garrigues fermées et les garrigues fermées des bois ouverts ou fermés. Les bois ouverts sont maintenus et certains bois fermés, situés au plus près des habitations, deviennent des bois ouverts. Des ripisylves sont créés à partir de zones tampon de 10 mètres autour des cours d'eau et des coupe-feux sont placés de façon assez aléatoires et de forme auréolaire, au milieu des boisements.

Scénario 3 : Pressions urbaines

Pour ce troisième scénario, la ville se développe toujours plus, elle consomme et mite l'espace qui l'entoure. Le développement urbain prend deux formes majeures : ce sont tout d'abord de grandes opérations immobilières, qui se concrétisent par la construction de lotissements protégés par de hauts murs, destinés à une clientèle de luxe, de type *gated*

communities. Et d'un autre côté, une certaine population s'installe, sous la forme d'une cabanisation anarchique qui mite les espaces dits naturels. Le modèle de croissance urbaine le long des axes routiers et à proximité des centres urbains se poursuit, mais avec une plus grande ampleur que dans le second scénario. Dans ce contexte là, il est important de développer les axes de circulation entre la ville principale et sa périphérie. Dans ce scénario, les loisirs ont une très grande importance. Les espaces libres sont mis en valeur par la création de golfs, aires de paint ball, Luna Park... Les collines sont le terrain de jeux de motos, quads ou des pistes de 4x4. L'agriculture est également présente sous deux modèles différents. Il y a d'un côté des cultures de haut rendement, basée sur la renommée que se sont fait les crus AOC, et de l'autre côté une agriculture familiale d'autosubsistance, autour des cabanes, basée sur le principe des jardins ouvriers.

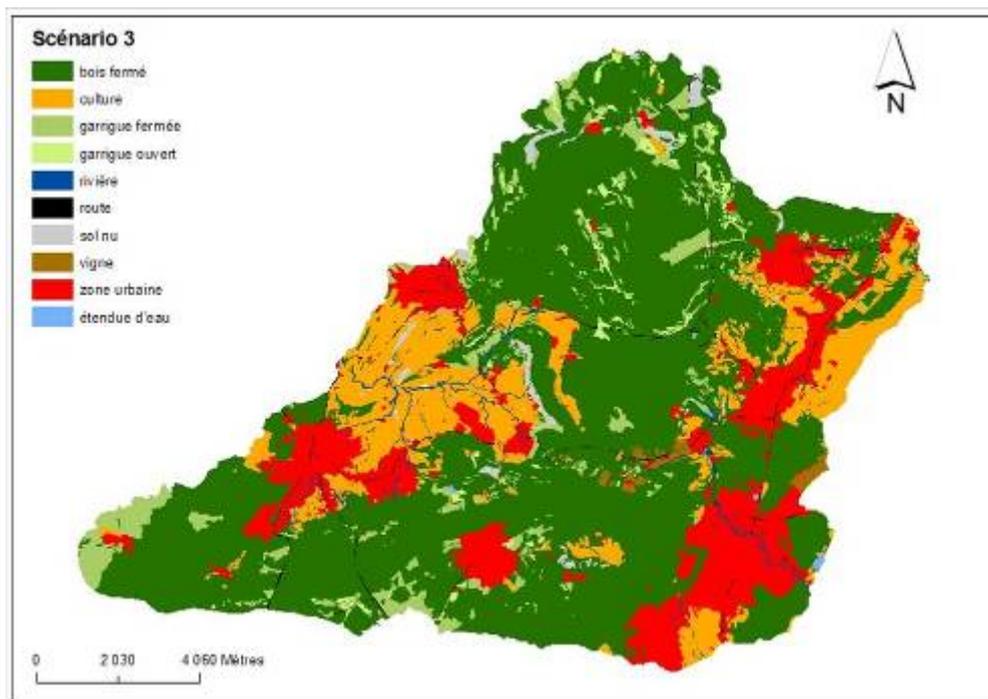


Figure 28. « Pressions urbaines »



Figure 29. Croquis : « Pressions urbaines »

Croissance périurbaine. Dans ce scénario, les villages s'étendent de plus en plus et comblent les espaces vides autour d'eux. La croissance périurbaine se fait donc de façon auréolaire autour des noyaux villageois et le long des voies de circulation, mais aussi par densification du bâti existant. Par ailleurs, des néo-villages sont créés au beau milieu de l'espace dit naturel. Les zones tampon du scénario précédent sont préservées, mais dans ce cas là, tous les polygones deviennent urbains. Les néo-villages sont créés à partir d'habitations déjà présentes, mais « perdues » dans le milieu dit naturel.

Développement agricole. De grandes cultures sont plantées dans les plaines et les vallées. Quelques vignes AOC subsistent, mais c'est surtout leur renommée qui fait leur qualité. Dans ce cas là, les polygones non-urbains, situées dans la plaine de Saint Martin de Londres et dans la vallée entre Saint Mathieu de Tréviers et Lauret, deviennent des cultures. Les pelouses, prairies et garrigues disparaissent.

Fermeture du milieu. Les espaces dits naturels sont complètement abandonnés et atteignent des stades de boisement dense. Pour la cartographie, les pelouses deviennent des garrigues ouvertes, les garrigues ouvertes des garrigues fermées. Les garrigues fermées ainsi que les bois ouverts deviennent des bois fermés.

Scénario 4 : La garrigue après la crise énergétique

Avec l'effondrement du système pétrolier, les populations doivent trouver une alternative énergétique durable. Une conséquence directe de cette crise est l'augmentation des coûts liés aux transports et donc la nécessité de re-concentrer les productions au niveau local. La vie dans les garrigues se replie donc sur elle-même et tourne autour de la production d'énergie mais aussi de cultures vivrières. Cet espace prend alors un profil largement agricole et ouvert, composé de grandes parcelles, de type open-field, pour obtenir un meilleur rendement. Le tout est irrigué par l'eau du canal du Bas-Rhône qui trouve enfin son utilité et qui est d'autant plus valorisable que la crise mondiale de l'eau épargne pour l'instant le Rhône. Sur les collines, le paysage prend un aspect forestier en timbre-poste, avec de très grandes parcelles issues des coupes de bois. Au sud, sont installés des champs de panneaux solaires, et sur les sommets bien ventés, des éoliennes. L'ensemble de la ressource naturelle et du potentiel du milieu est utilisé pour produire de l'énergie. Comme ce scénario correspond à une période de crise, l'urbanisation est ralentie.

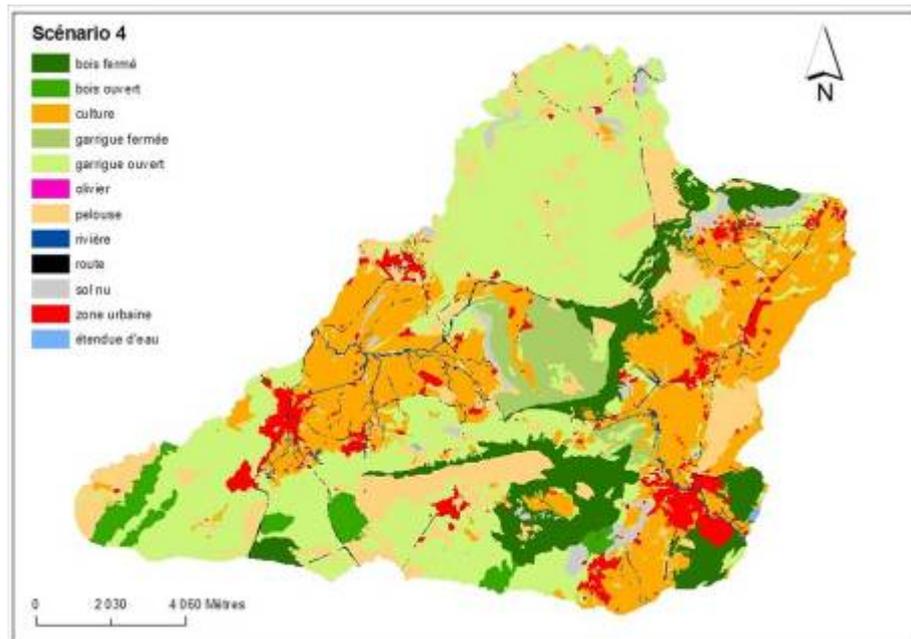


Figure 30. « La garrigue après la crise énergétique »

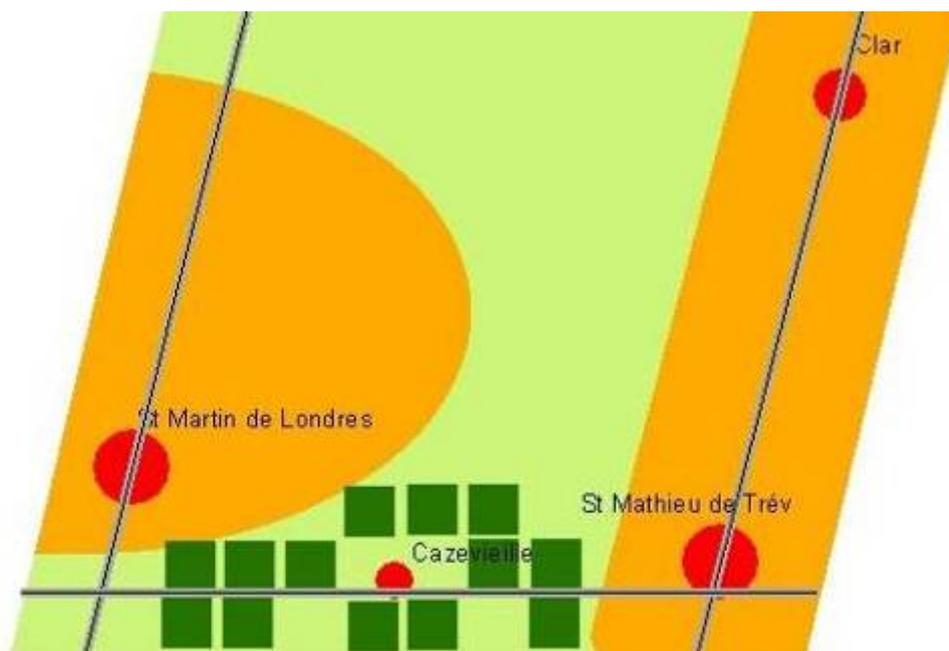


Figure 31. Croquis : « La garrigue après la crise énergétique »

Croissance périurbaine. La croissance périurbaine est très limitée dans ce scénario. Au niveau de la simulation cartographique, elle reprend les facteurs du premier scénario.

Développement agricole. En revanche, le développement agricole est très important. Des grandes parcelles de cultures sont développées de la même façon que dans le troisième scénario, dans les plaines et les vallées. La viticulture est limitée à une production vivrière, elle se maintient sur des parcelles historiques à proximité des villages. Par ailleurs, les causses sont destinés au pâturage.

Fermeture du milieu. Dans ce dernier scénario, comme pour le premier, la tendance est à une ouverture générale du milieu. Les garrigues et boisements des causses sont ouverts pour fournir des espaces de parcours. Les autres bois sont exploités par des sociétés pour la production d'énergie.

Concernant la carte (figure 30), les formations végétales se dirigent vers des profils ouverts : les garrigues ouvertes deviennent des pelouses, les garrigues fermées des garrigues ouvertes et les boisements, selon leur localisation sont défrichés. Pour simuler la production d'énergie, un nouveau taxon de « Taillis de production » est créé. Seuls les bois les moins accessibles sont maintenus.

Dernière réunion (22 juin 2008) : présentation des scénarios et préférences du groupe d'acteurs

Pour cette réunion, le groupe de travail a été invité mais, à l'issue de la réunion de travail, une conférence grand public a été organisée et des invitations ont été envoyées à une liste de diffusion plus large comprenant des élus, des membres ou sympathisants d'associations. L'ensemble de l'après-midi a eu lieu à Montpellier, dans les locaux d'Agropolis Museum, lieu dédié aux expositions ou aux conférences grand public sur les thèmes de l'agriculture et de l'environnement..

L'objectif de cette réunion en deux temps était d'avoir un débat élargi sur les scénarios (« scénarios et débats à propos des avenir des garrigues »). La réunion a été co-organisée avec l'association « les écologistes de l'Euzière », association spécialisée en initiation à l'environnement et en études de milieu. L'objectif principal de la réunion, outre la communication public du travail participatif d'élaboration de scénarios de paysage pour les garrigues du pic Saint Loup, était de valider puis de classer les quatre scénarios présentés précédemment.

Cette réunion de travail n'a pas eu le succès attendu en termes de participation du public. Une douzaine de personnes ont assisté à la réunion, dont 6 membres du groupe d'acteurs. La base de la discussion a été le résultat des simulations cartographiques et paysagères artistiques des occupations des sols, issues des scénarios de synthèse réalisés par l'équipe de chercheurs. Lors cette dernière réunion, les scénarios ont été validés par les acteurs. 5 des participants sur 6 ont classé le scénario « La biodiversité par l'agriculture » en scénario préféré, tant pour les propriétés de l'espace concret qu'en tant qu'espace de vie. En négatif, le scénario « Pressions urbaines » est celui qui suscite les avis les plus négatifs. Le scénario « La garrigue après la crise énergétique » est soutenu par un membre du groupe. Enfin, le scénario « Une ville verte dans une forêt méditerranéenne » rencontre l'indifférence.

Le débat mené avec un public plus nombreux (25 personnes) après la conférence-présentation des résultats n'a pas apporté d'éléments très nouveaux. Le principal point débattu a été d'ordre pragmatique (« Que faire et comment ? »). Les solutions suggérées sont classiques : informer, sensibiliser, faire connaître les enjeux au grand public et aux néo-habitants. Lors de la discussion s'est exprimé un sentiment de manque de confiance dans la capacité des élus et des décideurs à percevoir et à tenir compte des attentes des habitants.

Conclusion

On retiendra que le travail a permis de valider une méthode et une démarche. On peut le considérer comme un premier acquis pour d'autres travaux. Les deux premières réunions du groupe de travail ont parfaitement rempli les objectifs que les chercheurs avaient défini :

identification des enjeux, mis à jour des pièces des scénarios pour le paysage. Malheureusement, la troisième réunion a permis seulement de tirer des conclusions sommaires. La dernière partie de ce rapport traitera des problèmes liés aux approches participatives aussi nous ne les abordons pas ici.

Concernant les relations entre paysage et biodiversité, le fait que le scénario « La biodiversité par l'agriculture » ait été plébiscité montre que les aspects fonctionnels et bio-physiques sont très importants dans le choix d'un projet de paysage. Le type d'agriculture, la qualité de vie ne sont pas déconnectés de la contribution qu'ils peuvent apporter à la composante vivante du paysage. Le paysage est plutôt analysé et compris comme un système d'interactions entre les activités humaines d'une part et les dynamiques de la végétation et des espèces sauvages d'autre part, au sein d'un projet de territoire.

Thames gateway : évaluation des services des écosystèmes

Sur ce cas d'étude, l'équipe n'a pas pu produire d'autre résultat que la description des enjeux de biodiversité et des facteurs socio-économiques en jeu déjà présentés. La prochaine étape, sur ce terrain où les recherches continuent, sera la construction du modèle multi-agent et la formalisation des règles de déplacement des agents. L'attente du feu vert des gestionnaires de l'opération immobilière pour organiser une deuxième réunion d'acteurs qui inclurait les résidents a considérablement retardé le processus participatif.

Paysage et jeux de rôles : quels enseignements ?

Vendres

Les résultats présentés et discutés ci-après sont issus principalement de l'analyse des questionnaires, aussi il convient d'en souligner la principale limite. Il s'agit avant tout d'un recueil d'opinion et il est évident qu'il ne suffit pas à un joueur de déclarer qu'il va changer de comportement pour qu'il mette réellement en pratique ce changement. Une étude sociologique plus approfondie permettra dans une prochaine étape de préciser la nature des changements constatés.

Les premiers résultats montrent que les joueurs ont sensiblement amélioré leurs connaissances sur la gestion de l'eau et sur l'évolution écologique de la roselière sous les effets des activités humaines, notamment ceux liés à la coupe et au pâturage (Figure 32). La connaissance de la dynamique temporelle du milieu n'a pas progressé probablement à cause du faible nombre de tours de jeu réalisés en raison de l'importance des discussions. Cela n'a pas permis aux joueurs de prendre connaissance de la durée de restauration d'un milieu dégradé.

Les deux tiers des joueurs considèrent avoir beaucoup appris sur les effets des pratiques des usagers sur les autres usages en particulier sur les besoins des autres acteurs. « *On peut discuter même quand on a un avis différent et rechercher du positif dans tout ça. Dans une bonne gestion il faut qu'il y ait tout ce travail, un seul ne peut plus gérer seul. On peut aller loin dans la discussion, dialogue intelligent ou on pourrait avancer dans l'intérêt général. Ça m'a ouvert des portes* ». Pour les deux tiers d'entre eux 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.

Sur les phases de négociation/concertation, la majorité (9/12) des joueurs pensaient établir, avant la mise en situation, des relations de partenariat, de collaboration et de négociation avec

les autres joueurs (Figure 33). Après la partie, l'évitement, la soumission et la compétition apparaissent alors que la collaboration et la négociation continuent de dominer les relations établies entre les joueurs en cours de partie. La mise en situation a montré que le partenariat n'est pas aisé à mettre en place et que cela demande du temps. Du temps pour mieux comprendre les besoins des autres usagers et les stratégies qu'ils mettent en place pour maintenir ou développer leurs activités respectives. Avant de jouer, les méthodes envisagées par les joueurs pour résoudre les problèmes sont avant tout l'écoute et l'explication. Aucun changement n'est observé après le jeu. La réflexion, l'action et l'observation restent les autres méthodes mobilisées. Elles sont systématiquement derrière l'écoute et le partage d'information.

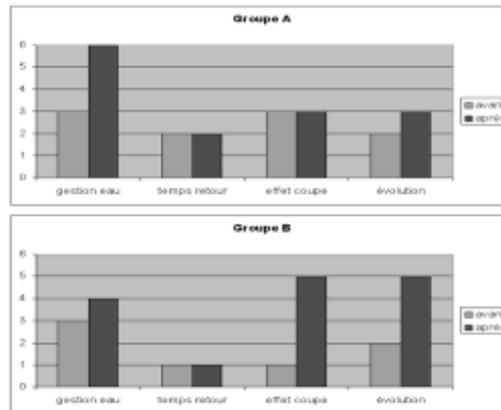


Figure 32. Evaluation des connaissances relatives à la dynamique écologique et aux effets des activités humaines (Nombre de bonnes réponses par thématique avant et après la séance de jeu de rôles)

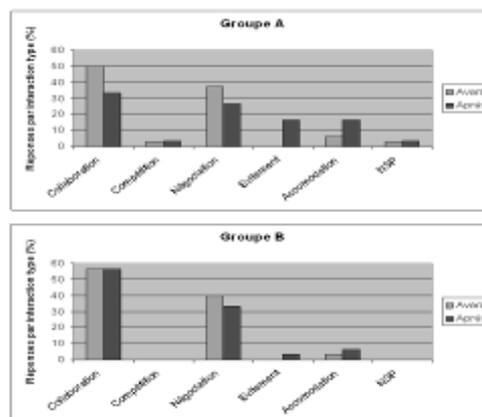


Figure 33. Evaluation des connaissances relatives à la dynamique écologique et aux effets des activités humaines (Nombre de bonnes réponses par thématique avant et après la séance de jeu de rôles)

La majorité des joueurs (9/12) considère avoir beaucoup ou modérément participé à l'élaboration des décisions collectives. Ils sont autant à penser que leur opinion a été prise en compte dans ces décisions (10/12). Après 3 semaines, ils sont 66% à considérer que cette expérience va modifier leurs actions au niveau personnel et professionnel dans la vie de tous

les jours. A l'unanimité ils considèrent que cette expérience a amélioré peu ou prou leur capacité à participer aux projets collectifs concernant la gestion et l'aménagement des espaces naturels. Cela est illustré par les propos d'un chasseur : « *Je me répète mais oui, c'était un jeu mais je l'ai vécu, je me suis mis dans la peau du personnage et je m'y voyais, ça m'a ouvert des horizons, oui ça m'a conforté dans ce que je suis en train de vivre, ça me dit que j'ai raison de me tourner vers le dialogue.* »

La démarche a abouti à la prise de conscience collective des implications multiples d'une gestion de l'eau inappropriée et/ou du développement de certaines activités sur la roselière et son avifaune. La totalité des usagers sont intéressés à renouveler l'expérience. Plusieurs d'entre eux reconnaissent pleinement que cela a sensiblement modifié les liens sociaux et la perception tant de la chasse que de la conservation de la nature. Un joueur a pris conscience de l'importance des jeux d'acteurs et des processus de négociation dans la gestion de projets collectifs et a décidé d'entreprendre un stage relatif à la médiation environnementale.

Charnier-Scamandre

Le principal résultat est une reprise du dialogue entre usagers et l'enthousiasme à participer à des ateliers de réflexion collective au sujet de l'évolution du paysage roselier et des ressources qui lui sont liées. La séance a permis de confronter les points de vue notamment entre pêcheur, exploitants de roseaux et éleveur. Une volonté de relance de la concertation locale est apparue lors du débriefing. Cependant le blocage politique perdure depuis, et malgré quelques réunions de commission, on constate l'absence de gestion concertée fondée sur les acquis du plan de gestion antérieur. Les améliorations récentes de la roselière semblent remises en cause, et des pompages prennent place dans certains étangs sans que leur efficacité hydraulique et environnementale ne soit clarifiée.



Photo 2. Séance de jeu de rôles avec les usagers de l'étang de Vendres en 2007



Photo 3. Fin de débriefing avec les usagers de l'étang de Vendres en 2007

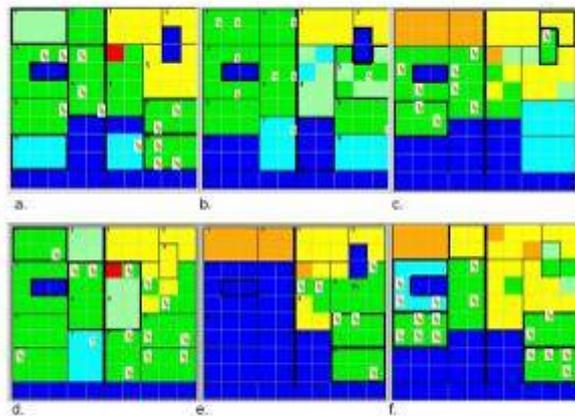


Figure 34. Différents paysages virtuels et distributions spatiales des espèces à fortes valeurs patrimoniales discutés après la séance de jeu de rôles ButorStar.

Démocratie technique et double exploration du paysage

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 éleveurs et des naturalistes, nous avons créé un forum hybride au sens de Callon et al. (2001). Le débriefing qui a suivi la séance de mise en situation a permis 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. Tous les participants ont souligné l'importance de l'accès à l'information et ont mentionné leur prise de conscience que les connaissances sont dispersées dans les rapports d'expertise, les pratiques des uns et des autres. Cette expérience a également montré l'importance de partager les savoirs.

En proposant une exploration collective des mondes possibles via le simulateur ainsi qu'une exploration du collectif en jeu lors du débriefing notre expérience s'inscrit donc clairement dans la démocratie technique défini par Callon et al. (2001).

L'exploration des mondes possibles a permis de dépasser la logique d'expertise classique pour tendre vers davantage de coopération et de légitimation des savoirs portés par les acteurs mobilisés. Au-delà de la confrontation des points de vue, l'explicitation des pratiques a permis de révéler les savoirs profanes et de discuter du bien fondé des décisions prises par les joueurs en cours de partie. Les résultats du simulateur ont ainsi été l'objet de quelques

controverses quant au fonctionnement des oiseaux ou à l'impact du pâturage sur la roselière. L'expert a dû préciser les hypothèses et choix de modélisation. L'éleveur est revenu sur le fonctionnement de l'élevage. Les discussions ont permis des échanges d'information entre tous les participants et de préciser les connaissances locales.

L'exploration du collectif a reposé sur la création durant le jeu puis lors du débriefing d'un processus d'interactions sociales, de discussions, de négociations entre les acteurs impliqués dans l'expérience. Cela a permis 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'étang de Vendres comme des roselières du Charnier-Scamandre. Les discussions ont permis de mettre en avant une communauté d'intérêts autour de la gestion de l'eau.

Apprentissage et changement social

Le jeu de rôles n'avait pas vocation à se substituer à la démarche de concertation en cours 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 au plan de gestion et à établir les conditions du suivi et de sa révision éventuelle. Dans notre approche nous considérons que l'objet ou le phénomène à connaître ne peut être séparé du sujet. Chaque acteur du SES a son propre point de vue sur la réalité, point de vue construit notamment à partir de son expérience au sein du SES. En nous inscrivant dans une approche post-normale, 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, ont montré l'intérêt du jeu comme outil d'apprentissage collectif des dynamiques socio-écologiques.

Le débriefing avec les joueurs et l'enquête montrent une acquisition de connaissance sur les principales interactions du SES (gestion de l'eau, activités humaines et dynamiques écologiques). D'après l'enquête, le jeu de rôles, en sensibilisant au dialogue et à la co-construction des décisions entre acteurs locaux, a amélioré la qualité du processus de concertation en place pour la gestion de l'étang et incite les usagers à participer à celui-ci. Le processus d'apprentissage s'est ainsi situé à deux niveaux : (1) individuel, chaque acteur a appris individuellement les connaissances des autres ; (2) collectif, les joueurs ont appris collectivement à partir de la mise en commun des connaissances individuelles.

Suivant le cycle d'apprentissage de Kolb (1984), la résolution de problème par le mode « essai-erreur » prend place dans la séance de jeu et constitue un dispositif adapté pour favoriser une acquisition de connaissance efficace et quantifiable. L'évaluation du changement de comportement ou de pratique reste cependant difficile pour plusieurs raisons. En premier lieu, le changement se produit selon plusieurs étapes à des vitesses différentes selon les individus. Il s'agit pour y parvenir d'une part, d'accroître la connaissance, la sensibilité mais aussi d'inciter à la réflexion et d'autre part, de structurer l'environnement social en permettant de développer un consensus sur les différents choix possibles. En nous inscrivant dans le courant de la sociologie de l'innovation porté par Callon et Latour (1991), nous considérons que tout changement ne peut se comprendre à partir de ses qualités propres, c'est davantage la qualité du processus, le réseau d'acteurs constitué et les liens sociaux qui rassemblent ces acteurs qui constituent le point critique du changement. Les réponses aux questionnaires montrent que les acteurs ont construit et partagé une représentation du SES tout en gardant un point de vue particulier sur celui-ci. Plusieurs d'entre eux reconnaissent que l'expérience et ses enseignements permettent davantage d'échanger aujourd'hui avec les parties prenantes de la gestion de l'étang, que cela a créé indubitablement davantage de lien

social. Toutefois, ce bilan soulève plusieurs questions dont celle de la constitution du public et de l'institutionnalisation des changements possiblement amorcés avec ces deux expériences.

Ces expériences s'inscrivent dans une démarche « plan de gestion concertée » menée depuis plusieurs années par les syndicats mixtes. Les séances de jeu de rôles renforcent le processus de co-gestion mis en place en informant les usagers de ce qui peut potentiellement les opposer aux autres et en soulignant leur dépendance commune à la problématique de la gestion de l'eau et de l'espace local. En cela, ce travail s'inscrit dans une approche de gestion patrimoniale et d'aide à la négociation par le jeu. A travers les séances de jeu, les acteurs locaux ont pris conscience du déplacement actuel du conflit, de la problématique de la gestion de l'eau vers celle de l'accès à l'espace. La possibilité d'un accord collectif pour une gestion adaptative de l'eau cède le pas à un conflit potentiel pour l'accès et la valorisation pastorale des prairies humides, en particulier sur Vendres. D'après l'enquête et le débriefing, le jeu a facilité le partage du point de vue de l'éleveur et des chasseurs, principaux protagonistes du conflit sur le terrain. Le jeu remplit donc son objectif d'apprentissage de l'existence des différents points de vue et des effets de leur diversité sur le fonctionnement écologique et social du SES.

Perspectives pour l'action publique

Cinq thématiques-enjeux ressortent du débriefing quant à l'évolution future, souhaitée ou non du paysage roselier pour les deux sites d'étude : (1) Roselière versus eau libre ; (2) Multi-usage vs mono-usage ; (3) Naturalité (+/-) ; (4) Urbain vs rural ou sauvage ; (5) Politique publique nationale vs locale signifiant un interventionnisme de l'Etat fort vs faible. Selon ces axes, il ressort la recherche du paysage désiré passe par le maintien d'un équilibre dans la distribution spatiale des usages et des pouvoirs de décision (figure 10 ci-dessous).

L'exemple de l'artificialisation des zones humides étudiées doit nous interroger sur la nature des objets biologiques conservés ainsi que sur la conservation de la dynamique de la biodiversité et des paysages. Si celle-ci peut être élevée et même accrue en maints marais, les aménagements entraînent leur perte de naturalité. Ces altérations sont à l'origine de nombreux malentendus entre protecteurs de la nature, scientifiques et gestionnaires de chasse au sujet de la conservation de la nature. Aussi, de cet exemple on retiendra qu'il faudrait ménager les zones humides et raisonner l'histoire de la dynamique spatio-temporelle des milieux anthropisés dans toute politique publique de conservation.

Plus que jamais, la construction de dispositifs interdisciplinaires d'interactions entre chercheurs, acteurs locaux, bailleur de fonds et gestionnaires est nécessaire pour développer des plans de gestion participatifs garantissant une participation équitable des partenaires. L'expérience du jeu de rôles sur Vendres et Charnier-Scamandre montre l'importance du dispositif de recherche-action mais aussi l'importance des crédits d'animation des programmes territorialisés, déterminants pour orienter les projets conciliant activités humaines et paysages en fonction des réalités locales et d'une efficacité environnementale optimale.

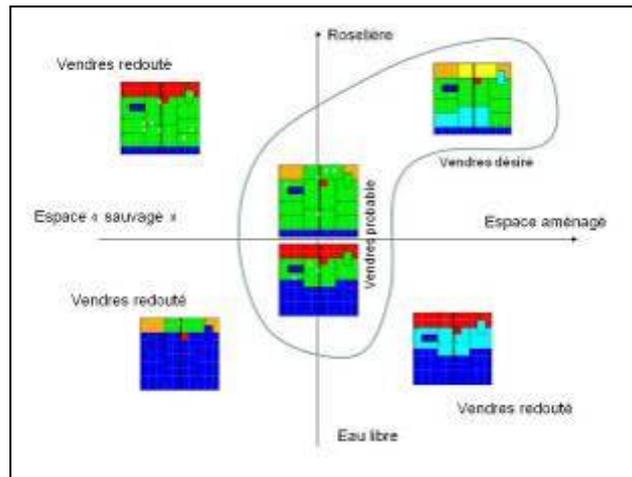


Figure 35. Vendres désiré ou redouté à partir du paysage virtuel du jeu de rôles.

Dynamique du paysage et élevage : des outils pour construire et évaluer des scénarios

Le simulateur Génévrier : simuler les dynamiques écologiques et humaines du paysage

L'objectif du simulateur de dynamiques du paysage Génévrier est de servir à un travail de réflexion participatif sur l'évolution d'un paysage.

Propriétés participatives : ergonomie du modèle

« Génévrier » a été conçu comme un outil qui peut être utilisé en réunion de travail avec des acteurs de terrain. C'est la raison pour laquelle nous avons été attentifs à sa transparence et à son ergonomie.

Par transparence, nous faisons référence au fait qu'il s'agit d'un simulateur sans boîte noire. A l'ouverture du logiciel, on voit immédiatement ses compartiments.

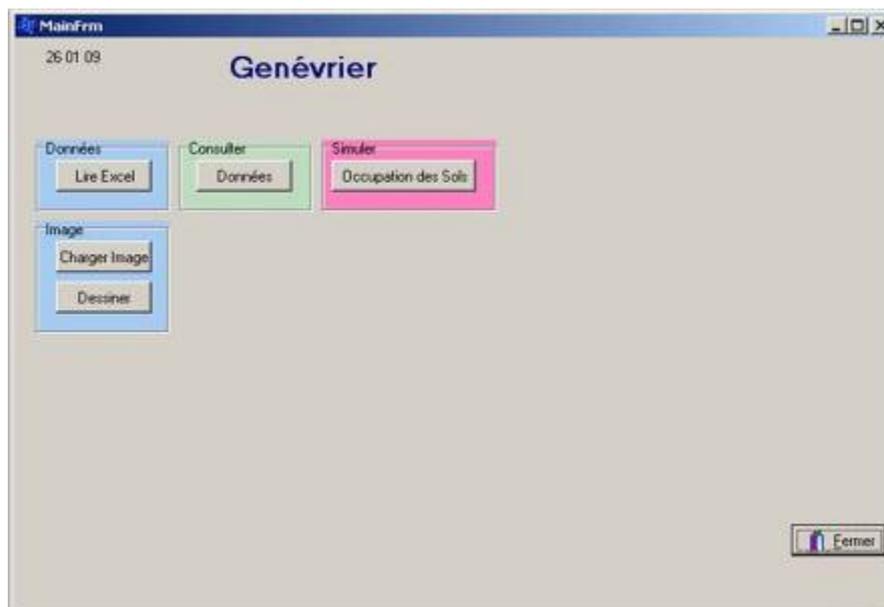


Figure 35. Fenêtre d'accueil du simulateur Génévrier

Dans le bouton « données » on va rechercher le fichier Excel[®] qui contient les données : règles de transition, couverts (noms, codes de couleurs). Le bouton « consulter » donne accès à un tableau (figure 35), dont nous avons extrait les figures de ce paragraphe, qui permet de montrer aux utilisateurs comment et de quoi le simulateur est fait. Le bouton « image » donne accès à des outils de dessin pour pouvoir appliquer la grille de « genévrier » à une photo aérienne, une carte ou tout document que les utilisateurs auraient choisi comme base de travail. Enfin, le bouton « simuler » donne accès à la section du logiciel où se font les simulations. A partir du fichier Excel[®] qui contient les données, on peut, si les utilisateurs le souhaitent, modifier les règles d'évolution, par exemple, en modifiant les durées ou les couverts de destination. Genévrier est également transparent parce qu'il permet, à chaque itération, en pointant une cellule, de voir la règle d'évolution à laquelle elle est soumise.

La figure 36 montre que, à n'importe quel stade d'une simulation, il est possible de cliquer une cellule (flèche rouge) et ainsi de voir, dans un tableau de contrôle (« info/cellule », cadre rouge en bas à droite de l'image) : les coordonnées de la cellule sur la grille, le type de couvert (utile dans des simulations complexes où, malgré le choix d'une charte de couleurs lisible, on peut avoir des nuances difficiles à distinguer), son voisinage (ici « chêne clair »), le temps écoulé depuis que cette cellule est occupée par le couvert signalé (ici 30 ans), l'état précédent, l'état futur (ici « chêne clair », le temps qui reste avant que le changement d'état se produise et surtout le numéro de la règle d'évolution à laquelle elle est soumise (ici la règle 14) dans le tableau des règles. Le simulateur mentionne aussi l'absence éventuelle de règle. Le modèle permet ainsi de vérifier si les données fournies par les experts thématiciens sont complètes.

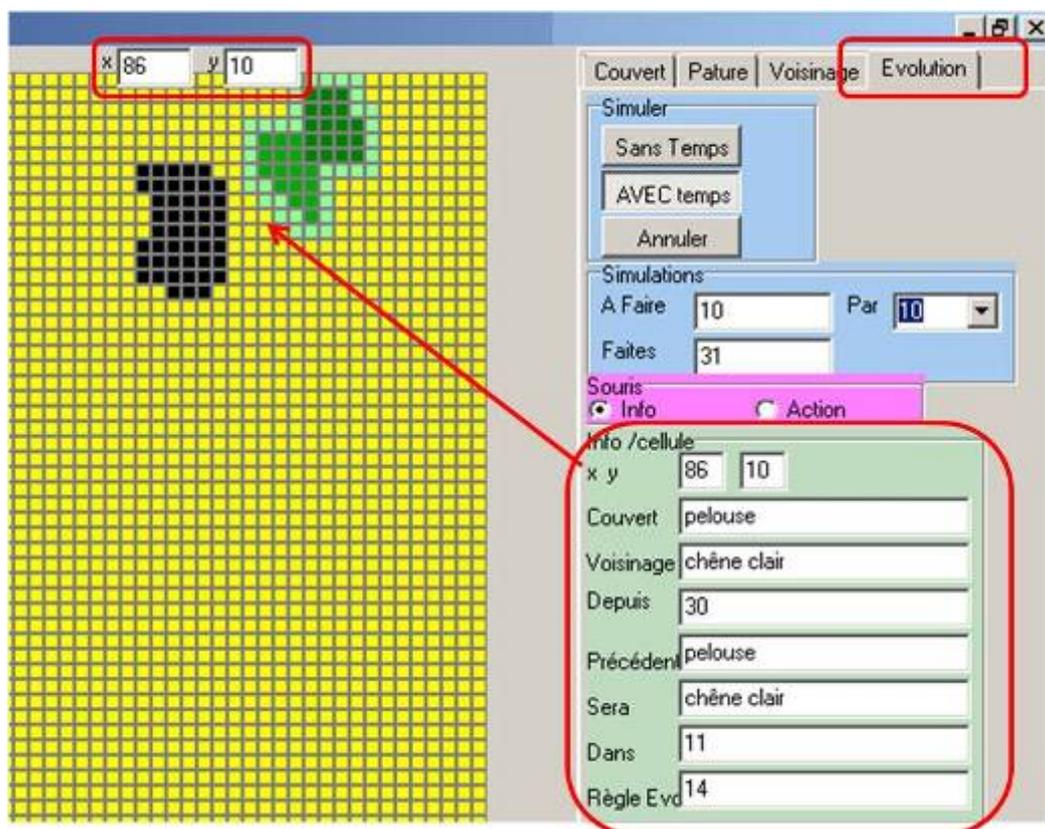


Figure 36. Informations sur les simulations dans Genévrier

Le simulateur peut ainsi répondre, grâce au tableau de contrôle « info/cellule » à de nombreuses questions que les utilisateurs peuvent se poser ; il permet aussi, à partir de cette section, de cliquer un bouton « règles » pour les afficher en regard du tableau de contrôle. :

En plus de ces propriétés de transparence, nous avons voulu le doter de propriétés ergonomiques telles que son apprentissage soit rapide et son usage facile. C'est ce que nous avons pu constater lors des réunions de présentation des premières versions aux acteurs locaux, pour critique et validation. En outre, « Genévrier » peut facilement s'installer facilement sur n'importe quel PC ; l'ensemble des fichiers est inférieur à 12 Mo. Un utilisateur peut facilement réaliser des simulations et constater que, même lorsqu'elles impliquent de nombreux types de couverts dans un environnement de gestion complexe, le simulateur effectue les itérations en temps réel, au clic.

Du point de vue de l'interface avec l'utilisateur nous avons prévu la possibilité de pouvoir prendre n'importe quel état de la simulation en cours comme une nouvelle situation de départ. Si les utilisateurs jugent qu'un état mérite d'être retenu pour le compléter ou le modifier, cet état peut devenir la situation initiale d'une nouvelle simulation en utilisant le bouton « recopier evol/couvert ». L'utilisateur peut alors effectuer des modifications dans le paysage virtuel : il peut par exemple ajouter ou retrancher des cultures. Ces modifications réalisées, on peut à nouveau lancer les simulations. On peut enregistrer, grâce à un bouton marqué par l'icône d'un appareil photo, n'importer quel état de la simulation sous un format d'image dans le dossier de son choix. On peut également enregistrer tout état initial pour les réutiliser ultérieurement.

La dernière amélioration de l'ergonomie concerne le dessin et la mise au point des situations initiales. Dans les premières versions, il fallait dessiner, d'après un croquis ou une carte, à la souris, à main levée les taches qui représentent les structures du paysage. Ce point avait été discuté entre les modélisateurs et les thématiciens dès les premières réunions du groupe de travail. La résolution des problèmes liés à la diffusion spatiale et à l'administration des règles avait relégué ce point au second plan. Dans la dernière version du simulateur, l'interface « image » a été mise au point par J.-M. Attonaty suite à ces discussions. On peut utiliser les outils de base d'un logiciel de dessin pour utiliser tout document géographique (photo aérienne, carte, croquis) et le convertir en grille de simulation « genévrier ».

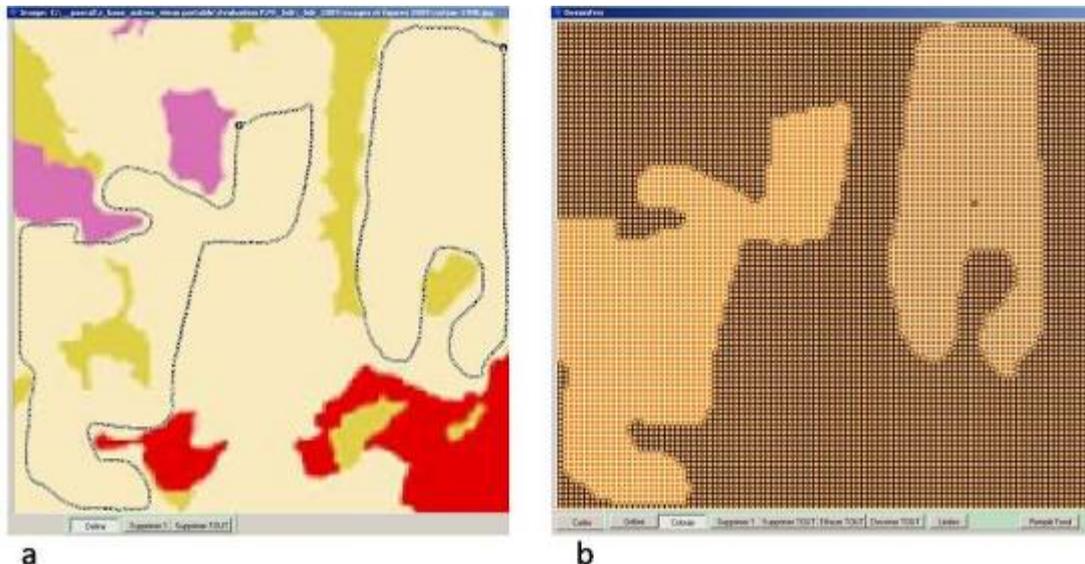


Figure 37. Saisie des contours et pixellisation dans l'onglet « pâture »

On peut (figure 37) charger une image, en sélectionner une partie puis saisir les contours d'unités spatiales affectée à des usages pastoraux (a). Les polygones saisis sont ensuite pixellisés dans la grille de l'automate cellulaire (b) qui montre les secteurs à pâturage fort (polygone de droite), lâche (polygone de gauche) et nul (autres cellules).

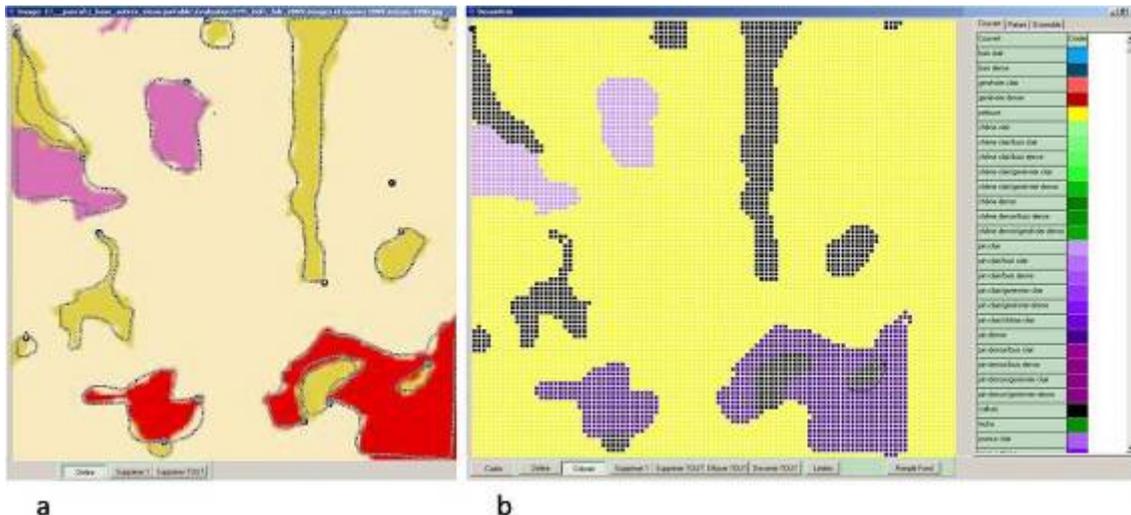


Figure 38. Saisie des contours et pixellisation dans l'onglet « couverts »

On suit la même procédure pour les couverts (figure 38) : saisie (a) et pixellisation en utilisant la gamme des couverts (b). Une fois les polygones affectés à un couvert, on peut affecter le fond à un couvert, ici la pelouse, en jaune.

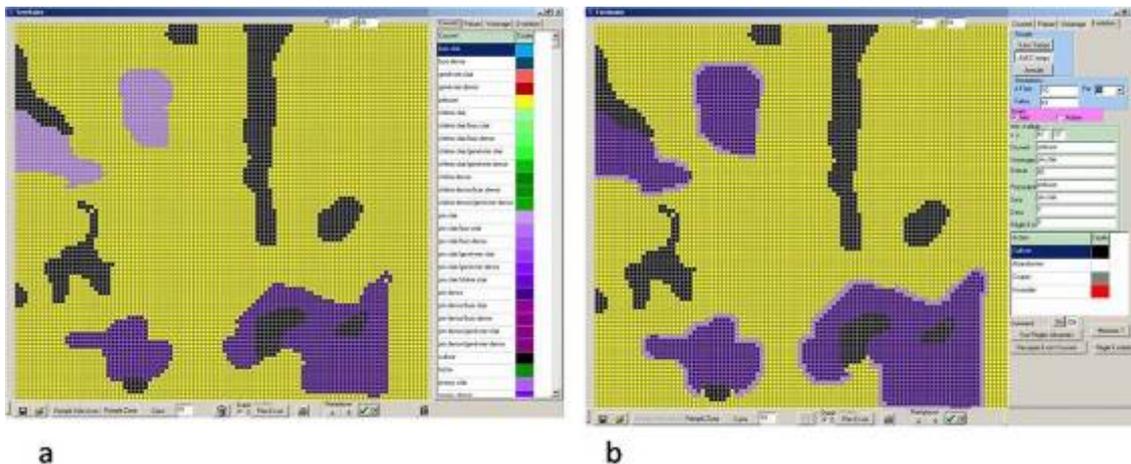


Figure 39. Transfert et évolution dans le module de simulation

Après le travail de saisie et l'étape de pixellisation (figure 39), on obtient une situation initiale (a) dont on simule l'évolution (b). On peut interpréter l'exemple montré ici comme un espace de 400 km² environ sur lequel se trouvent deux parcs de pâturage appartenant à deux gestionnaires différents qui utilisent différemment les ressources. La structure du paysage, est une matrice de milieux ouverts de pelouse avec des taches de végétation ligneuse (pin dense, en violet sombre et pin clair en violet clair). Entre le stade initial (a) et le stade b, on observe que la forêt de pin clair est devenue une forêt de pin dense. On remarque la progression des ligneux à partir des lisières avec un ourlet de pin clair. On constate (en bas du stade b) que les champs évoluent vers des clairières de cultures au sein d'ensembles forestiers denses.

« Genévrier » est un modèle simple mais extrêmement souple d'utilisation. L'utilisateur choisit d'affecter une échelle à l'unité spatiale de base, la cellule, dont la taille n'est pas définie *a priori*. Afin de tenir compte de l'échelle spatiale, il est possible de prévoir des tableaux de règles où les durées de transition sont modifiées, en diminuant ou en augmentant les durées en fonction de l'étendue de l'espace couvert par la grille, selon qu'on voudra simuler l'évolution d'un ensemble d'unités de gestion d'une cinquantaine d'hectares ou un groupe d'exploitations couvrant plusieurs centaines d'hectares. Il s'agit en outre d'un modèle

transparent dans ses règles de fonctionnement : l'utilisateur n'est pas victime d'une manipulation par la machine informatique qui produirait comme par magie des images du futur. Au contraire, il peut en contrôler et en critiquer les principes.

Il convient toutefois de mentionner une des limites de cette simulation par automate cellulaire. L'espace est réduit à un plan articulé en une grille de cellules. Il n'a ni relief ni volume. La végétation n'est pas représentée dans sa dimension verticale. La représentation n'est pas réaliste : les formes sont géométriques, à base d'agrégats de carrés. On peut donc objecter qu'il y a loin d'une grille de cellules à un espace semi-naturel. La représentation, ensuite, est partielle en cela que des objets paysagers y sont absents : routes et réseaux, villages et bâtiments, chaos ruiniformes typiques du karst. Mais nous avons assumé le choix d'un mode de représentation volontairement simplifié : un des objectifs de la modélisation est justement de simplifier les objets et les situations pour mieux les comprendre. Un outil de simulation qui voudrait reproduire exactement le réel dans toutes ses composantes serait très certainement d'une complexité qui anéantirait sa lisibilité et sa maniabilité. Ensuite, notre parti pris a été de ne mettre dans le modèle qu'une information maîtrisée, en application du principe de modélisation « garbage in, garbage out ». Cela restreint le champ direct des phénomènes simulés mais cela n'empêche nullement, et c'est un des objectifs de la simulation, de susciter les discussions et les réflexions chez les utilisateurs.

Pensé pour des simulations de dynamiques de paysages agro-pastoraux, ce modèle a aussi une valeur générique. En effet, ses principes (diffusion spatiale en fonction du voisinage) et son architecture (double couche d'information, ici couverts végétaux et intensité de pâturage) peuvent permettre des applications à d'autres phénomènes de transformation et de diffusion spatiale que la colonisation des ligneux, à condition de disposer de connaissances robustes, en amont, sur les processus qui rendent compte de la modification des formes ou du comportement des objets géographiques.

Le simulateur Larzac : réponse des exploitations aux contraintes technico-économiques

Le but de notre travail était de créer des scénarios d'évolution du paysage avec une présence nul, moyenne ou forte des espèces animales dans pour favoriser l'élevage dans les milieux difficiles et de voir les conséquences sur le résultat des exploitations du point de vue de rentabilité économique et de durabilité. Pour cela, nous avons d'abord caractérisé les exploitations agricoles du secteur (voir tableau 7).

Evolution de l'agriculture entre 1995 et 2005 sur les exploitations enquêtées (SIME et RGA) Causses du LARZAC		1995	2005	Evolution 1995/2005 en %
Nombre d'exploitation de la base de données		69	66	-4%
Données incomplètes concernant les surfaces ou système d'élevage au niveau des exploitations :		13	4	-69%
Evolution des exploitations agricoles	Nombre d'exploitations agricoles sur la zone (sédentaires et transhumants)	56	62	11%
Evolution des statuts (nombre d'exploitations)	Exploitation agricole Individuelle	39	44	13%
	EARL	6	7	17%
	GAEC	6	6	0%
	SCEA ou autre société civile	2	3	50%
	Autres statuts (ex : association)	1	5	400%
	Non renseigné	2	-	-100%
Evolution des surfaces exploitées en hectares	Surface totale valorisée par l'agriculture (en ha)	20304	23 269	15%
	Terres labourables (Prairies temporaires + Céréales)	2 003	2 266	13%
	Prairies Permanentes	496	487	-2%
	Parcours	17805	20 238	14%
Evolution des cheptels	Ovins Viande : nombre d'exploitations concernées	21	21	0%
	nombre de mères	4888	4835	-1%
	Ovins Lait : nombre d'exploitations concernées	18	16	-11%
	nombre de mères	5645	6223	10%
	Bovins viande: nombre d'exploitations concernées	14	21	50%
	nombre de mères	564	1028	82%
	Bovins Lait : nombre d'exploitations concernées	3	3	0%
	nombre de mères	77	116	51%
	Caprins : nombre d'exploitations concernées	5	4	-20%
	nombre de mères	337	220	-35%
	Equins/Asins : nombre d'exploitations concernées	6	19	217%
	nombre de têtes	58	337	481%

Tableau 7: Evolution de la situation des exploitations dans la zone d'étude entre 1995/2005

A dire d'expert, il existe cinq grands systèmes de production animale, qui couvrent 70 % de la totalité des systèmes de production et trois autres systèmes qui sont peu représentés par les exploitations de la zone (tableau 8).

9 Exploitations en ovins lait	2 Exploitations bovins lait
11 Exploitations mixtes (ovin lait, ovin viande et bovin viande)	3 Exploitations Caprins laits dont 1 mixte
8 Exploitations Bovin viande sédentaire et 4 Bovin viande transhumant	9 Exploitations Equine.
6 Exploitations Ovin viande sédentaire et 5 Ovin viande transhumant	5 Exploitations de culture fourragères

Tableau 8 : Exploitations avec des données exploitables

L'ensemble de ces exploitations d'élevage valorise plus de 19650 ha de parcours soit plus 85 % de la surface totale (22985 ha).

Les acteurs de terrain ont eux-mêmes très vite envisagé des scénarios et des valeurs pour simuler l'évolution de la PAC et l'amélioration de la valorisation des produits des agriculteurs (Hajdem 2009).

Deux scénarios ont été envisagés, selon les évolutions possibles des exploitations et des politiques publiques : une meilleure valorisation du produit par la vente directe et l'évolution éventuelle de la politique agricole commune par la diminution des aides du premier pilier, voire leur disparition.

Ces scénarios ont été réfléchis en collaboration avec les acteurs locaux, dans le but de fournir aux agriculteurs du Causse des éléments de réflexion sur le choix des conduites à tenir dans leur exploitation dans le futur en tenant compte des mutations de l'environnement économique.

Scénario1 : Meilleure valorisation des produits par la vente directe, augmentation de 10% :

Les exploitations du Causse (ovin viande et bovin viande) jouissent d'une image liée à l'utilisation pastorale et extensive de l'espace ; elles disposent d'une marge de manœuvre au niveau des prix de vente de leurs produits, à condition de vendre à travers les circuits courts. Une meilleure viabilité économique peut être recherchée à travers une démarche qualité et des stratégies de commercialisation directe. Une amélioration du produit est représentée dans un premier scénario d'augmentation du produit des ateliers viande à hauteur de 10 % et une baisse des charges à hauteur de 5 %.

Contrairement aux exploitations ovines viande et bovines viande, les exploitations ovines laitières semblent se trouver en meilleure situation économique, d'autant plus qu'elles reçoivent des aides de la PAC assez limitées. Les exploitations du système mixte ont de bons résultats grâce à leurs ateliers laitiers. Ces deux systèmes semblent ne pas avoir de difficultés pour durer encore sur le plateau du Larzac.

L'analyse des résultats du premier scénario autour de la valorisation des produits de l'atelier viande à travers une meilleure valorisation du produit (augmentant le prix de ventes de 10 %) par la mise en place d'une stratégie de vente directe et une diminution des charges (à raison de 5 %) permet une amélioration du revenu disponible (exprimé par l'EBE hors main d'œuvre). Les exploitations ovines viande améliorent leur revenu ; il passe de 10 950 à 12 470 € pour certaines exploitations ce qui leurs assure environ 1000 €/mois (SMIC). Certaines des exploitations ovines viandes continuent à avoir du mal à se maintenir sur le plateau avec un revenu incertain malgré l'augmentation du 10 % du produit (figure 40), ce scénario n'apporte pas de solution à ces exploitations pour sortir de la crise.

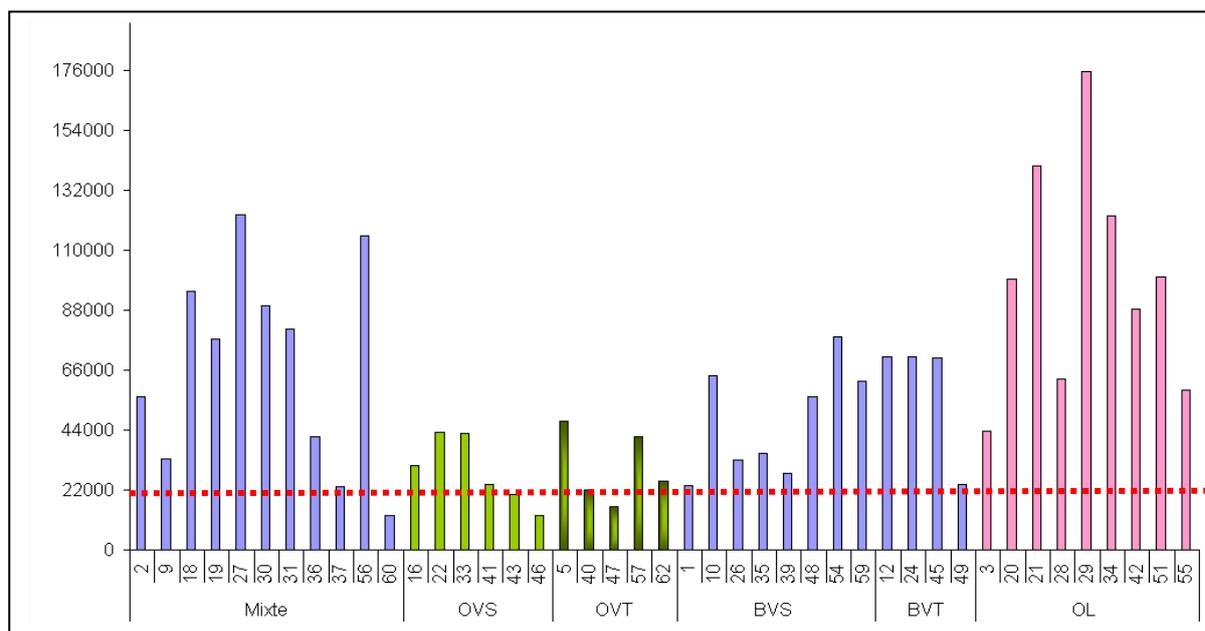


Figure 40 : Etat économique des exploitations (exprimé en EBE) d’après le scénario 1

Un niveau critique a été déterminé par les acteurs locaux qui se situe au tour de 22 000 € d’EBE annuel (à dire d’expert). A partir de ce niveau, certaines exploitations commencent à avoir des difficultés à se renouveler. Ce niveau conditionne le maintien ou la disparition de certaines exploitations de système d’élevage diverses. A partir du scénario 1, l’ensemble des exploitations ovines viande (au nombre de 11) semble être en péril si on se base sur l’indicateur *solde d’exploitation*. Les exploitations ovines laitières se trouvent dans de bonnes conditions de maintien contrairement aux exploitations du système ovin viande. Si cette situation se poursuivait il y a un fort risque d’abandon de l’élevage ovin et 7850 ha pourraient ne plus être utilisés.

	Indicateur Solde		Indicateur EBE	
	Situation actuelle	Augmentation du produit à de 10 %	Situation actuelle	Augmentation du produit à de 10 %
Ovin Viande	9	9	4	3
Ovin Lait	0	0	0	0
Bovins	5	4	1	0
Mixte	3	3	2	2
Total	17	16	7	5
UTA	19	18	12	5
Causse en ha	5527	5027	1094	802

Tableau 9 : Exploitations en situation critique à partir du scénario 1 (augmentation du produit de 10 % et baisse des charges de 5 %) en utilisant l’indicateur Solde ou EBE.

Le deuxième indicateur, l’Excédent brut d’exploitation (tableau 9), tend à dédramatiser la situation en baissant le nombre d’exploitations en situation critique ainsi que le nombre d’hectare de Causse qui va demeurer sans entretien dans le futur. Malgré tout, 802 ha risquent d’être mis à l’abandon et, sans le maintien d’une activité d’élevage d’herbivores, deviendront des friches susceptibles d’évoluer en végétation ligneuse.

Scénario2 : Changements dans les aides du premier pilier de la PAC

Baisse des aides du premier pilier à raison de 20 %. Selon une éventuelle évolution du premier pilier de la politique agricole dans une perspective de baisse, des simulations de variations de primes à différents niveaux ont été élaborés sur la base de propositions du groupe de travail lors de la dernière réunion. Ces simulations vont nous permettre d'identifier les exploitations qui vont se retrouver fragilisées selon tel ou tel scénario.

L'évolution de la politique agricole à l'horizon 2013 dans une perspective de réduction des aides du premier pilier, semble avoir un effet négatif sur les exploitations ovines viande. Certaines d'entre elles sont déjà menacées en l'état actuel.

	Système d'élevage	PAC 1 ^{er} pilier		PAC 2 ^{ème} pilier		EBE min	EBE Max
		Min	Max	Min	Max		
Situation des exploitations du Causse avec réduction de 20 % du premier pilier	Ovin viande	2 477	12 091	9 500	15 793	9 914	41 402
	Bovin viande	8580	26 469	9 000	16 008	20 546	66 911
	Elevage mixte	4 980	38 414	4 500	16 600	10 118	111 305
	Ovin lait	4 758	24 971	8 200	15 435	41 995	169 455

Tableau 10 : Scénario d'évolution des exploitations d'élevage du Causse avec une diminution de 20 % du 1^{er} pilier de la politique agricole commune.

Avec moins de 1000 €/mois d'EBE pour certaines d'entre elles, les activités ne leur procurent pas suffisamment de ressources pour qu'un exploitant puisse vivre à partir de son activité agricole principale. La baisse des aides directes de 20 % a des conséquences négatives plus visibles sur le système ovin viande avec un revenu minimum de moins de 10 000 €/ exploitation et un maximum qui avoisine les 37 000 €. Les exploitations bovines viande ne ressentent pas la baisse des primes du premier pilier, leur revenu varie de 20 000 € à 67 000 €. Certaines exploitations du système d'élevage mixte profitent d'un bon niveau de revenu grâce à l'atelier ovin lait. Elles jouissent d'une bonne situation économique par rapport aux exploitations des autres systèmes.

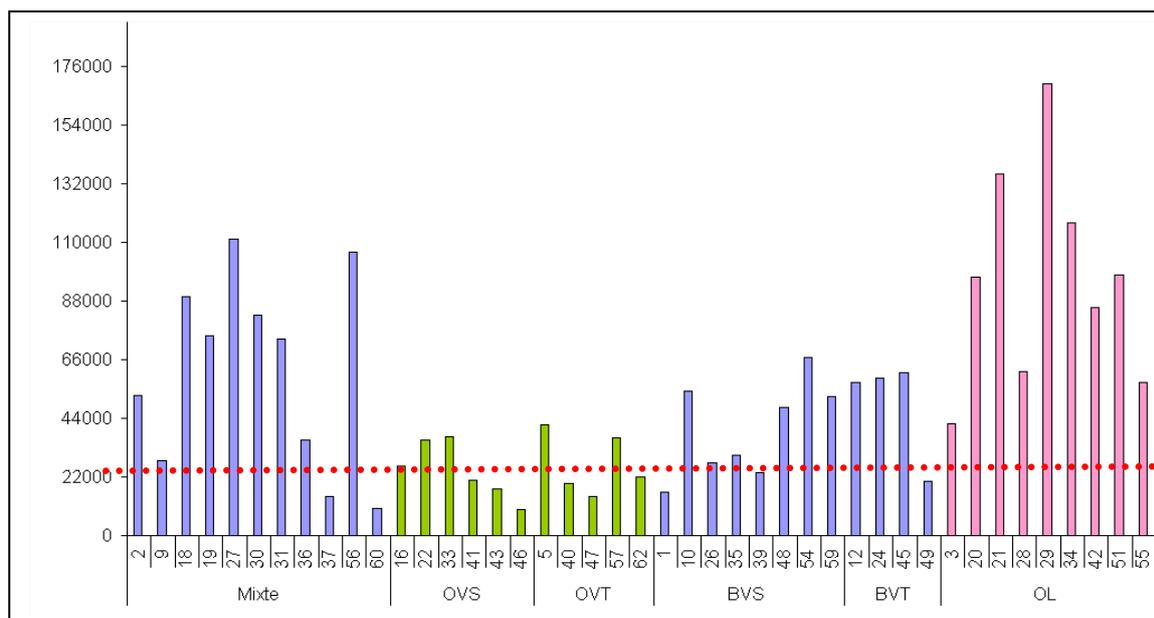


Figure 41 : Etat économique des exploitations du Causse à une baisse de 20 % du premier pilier de la PAC (exprimée en EBE)

Baisse des aides du premier pilier à raison de 50 %. Une baisse des aides directes de moitié accentue la situation de crise dans laquelle se trouvent certaines exploitations orientées ovin viande, avec un revenu disponible inférieur à 9 000 € par exploitation.

L'élevage de vaches allaitantes s'est beaucoup répandu au cours des dix dernières années sur le Causse du Larzac par la spécialisation d'exploitations mixtes en 1995 ou la reconversion d'exploitations ovines viande. Les exploitations bovines bénéficient davantage de la politique agricole commune que les élevages ovin viande. Malgré le découplage de l'aide PMTVA, le revenu des exploitations bovines est beaucoup plus favorable que celle des exploitations ovin viande (Tableau 11, figure 42). Dans une conjoncture de baisse des aides du premier pilier, le revenu hors charges salariale reste correct.

	Système d'élevage	PAC 1 ^{er} pilier		PAC 2 ^{ème} pilier		EBE min	EBE Max
		Min	Max	Min	Max		
Situation des exploitations du Causse avec réduction de 50 % du premier pilier	Ovin viande	1 548	7 557	9 500	15 793	8 360	37 362
	Bovin viande	5 363	16 543	9 000	16 008	8 322	59 955
	Elevage mixte	3 113	24 009	4 500	16 600	8 241	98 050
	Ovin lait	2 974	15 607	8 200	15 435	39 812	160 091

Tableau 11: Scénario d'évolution des exploitations d'élevage du Causse avec une diminution de 50 % du 1^{er} pilier de la politique agricole commune.

Les exploitations d'élevage bovin et d'élevage mixte avec un revenu disponible (EBE hors main d'œuvre) inférieur à 10 000 € sont au nombre de 3 (dont une exploitation bovine). Elle disposent d'un effectif et d'une surface faible par rapport aux autres exploitations du même système qui disposent de revenus beaucoup plus élevés. Même avec une éventuelle baisse des aides de 50 %, la moyenne d'EBE de ces exploitations dépasse les 55 000 €. Les exploitations ovines lait ne dépendent pas des aides du premier pilier. Une baisse des aides n'aura pas

d'effet négatif sur le revenu disponible. L'ensemble des 10 exploitations laitières ont un revenu moyen au tour de 91 000 €.

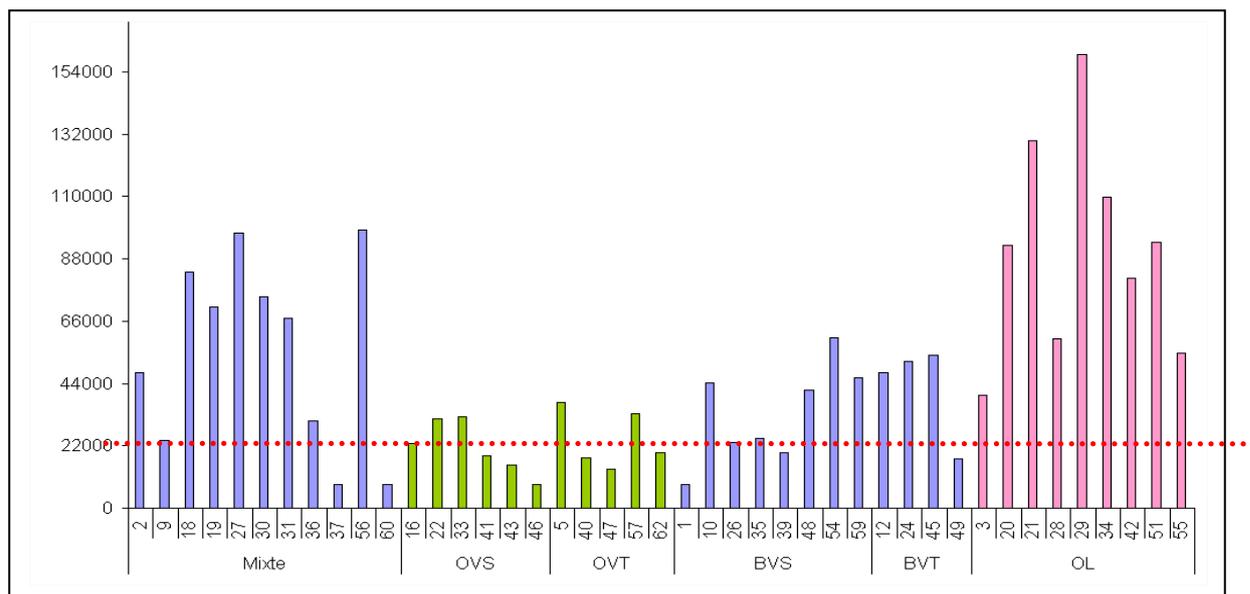


Figure 42. Etat économique des exploitations du Causse à une baisse de 50 % du premier pilier de la PAC (exprimée en EBE)

Baisse des aides du premier pilier à raison de 80 %. Avec une baisse des aides de 80 %, le nombre d'exploitations avec un revenu de plus en plus précaire est en augmentation pour les systèmes ovin viande et commence à toucher quelques exploitations bovines plus subventionnées que d'autres ainsi des exploitations d'élevage mixte de petites taille.

Les exploitations ovines laitières semblent ne pas ressentir l'effet de la forte baisse des primes du premier pilier. Ces exploitations sont très peu subventionnées. Le revenu de ces dernières est beaucoup plus important que tous les autres systèmes de production du Causse. Les exploitations qui détiennent des brebis laitières sont de grande taille, avec en moyenne 520 brebis par exploitation (la taille varie de 220 à 900 têtes/ exploitation). Les exploitations laitières bénéficient du prix du lait acheté par la filière Roquefort ainsi que de la marque Roquefort, très rémunératrice (tableau 12, figure 43).

	Système d'élevage	PAC 1 ^{er} pilier		PAC 2 ^{ème} pilier		EBE min	EBE Max
		Min	Max	Min	Max		
Situation des exploitations du Causse avec réduction de 80 % du premier pilier	Ovin viande	619	3 023	9 500	15 793	6 806	33 322
	Bovin viande	2145	6 617	9 000	16 008	522	53 000
	Elevage mixte	1 245	9 604	4 500	16 600	1 960	82 495
	Ovin lait	1 189	5 175	8 200	15 435	37 629	150 727

Tableau 12: Scénario d'évolution des exploitations d'élevage du Causse avec une diminution de 80 % du 1^{er} pilier de la politique agricole commune.

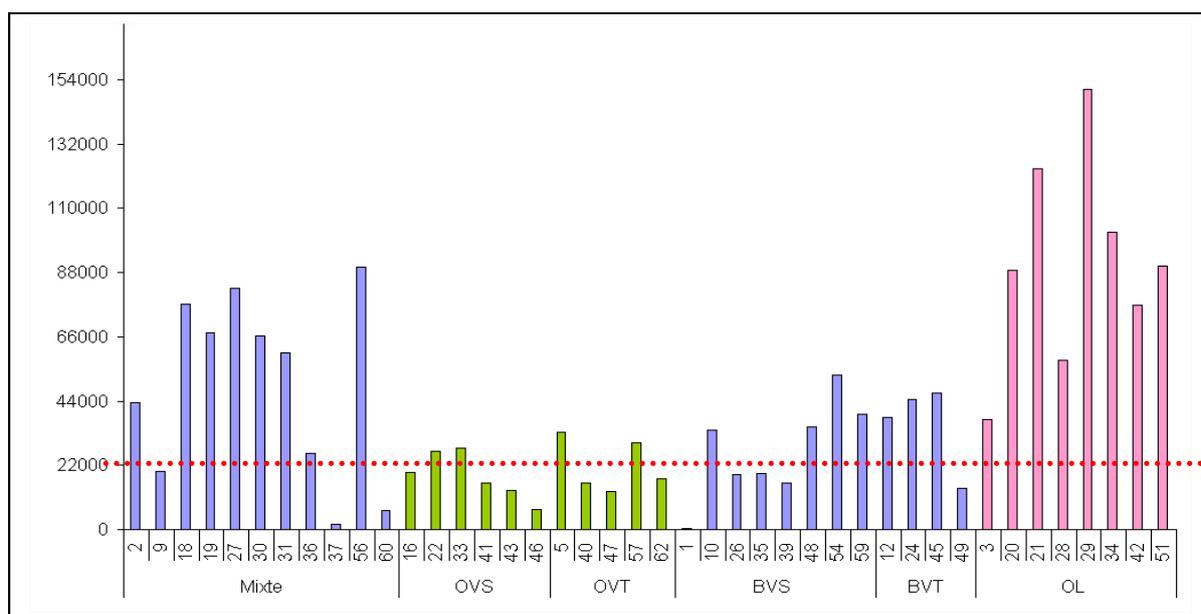


Figure 43. Etat économique des exploitations du Causse à une baisse de 80 % du premier pilier de la PAC (exprimée en EBE).

Disparition du premier pilier de la politique agricole commune. L'évolution de la politique agricole commune et plus précisément du premier pilier semble ne pas avoir de conséquences sur le revenu des exploitations du système mixte, ces exploitations comportent dans leur majorité un atelier ovin lait qui leur permet d'avoir une marge de manœuvre assez considérable par rapport aux autres exploitations. L'évolution de la politique agricole commune semble avoir peu d'effet sur les exploitations du système mixte (tableau 13, figure 44). Contrairement aux exploitations ovin lait, la disparition des aides du premier pilier aboutira à la disparition des exploitations du système ovin viande.

	Système d'élevage	PAC 1 ^{er} pilier		PAC 2 ^{ème} pilier		EBE min	EBE Max
		Min	Max	Min	Max		
Situation des exploitations du Causse à la disparition du premier pilier	Ovin viande	0	0	9 500	15 793	5 770	30 628
	Bovin viande	0	0	9 000	16 008	- 4 678	48 361
	Élevage mixte	0	0	4 500	16 600	-2 228	84 281
	Ovin lait	0	0	8 200	15 435	36 174	144 484

Tableau 13. Scénario d'évolution des exploitations d'élevage du Causse dans le cas d'une suppression totale du 1^{er} pilier de la politique agricole commune.

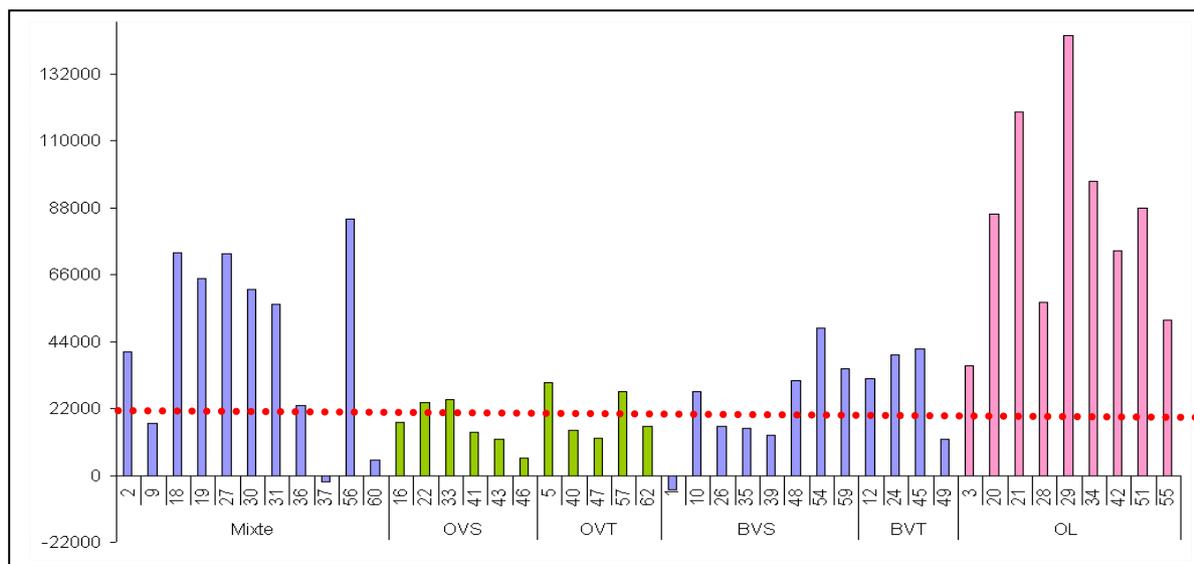


Figure 44. Etat économique des exploitations du Causse à l’horizon 2013 (suppression du 1^{er} pilier de la PAC) (exprimée en EBE).

Etat critique des exploitations selon le scénario 2, diminution des aides du 1^{er} pilier (20 % – 50 % - 80 % et 100 %). Avec la conjoncture d’une évolution négative du premier pilier de la politique agricole commune, les exploitations ovine viande seront les premières à être touchées par la suppression des aides du 1^{er} pilier (tableau 14). Toutes les exploitations ovine viande se retrouveront en situation critique, au dessous du solde de 22 000 €. Ces exploitations devraient réfléchir sur d’autres options en avance pour pallier une éventuelle disparition des aides PAC et mettre en place des politiques de diversification par une meilleure valorisation des ressources présentes sur l’exploitation.

	Indicateur Solde				
	Pas d’évolution de la PAC	Baisse de 20 % du 1 ^{er} pilier	Baisse de 50 % du 1 ^{er} pilier	Baisse de 80 % du 1 ^{er} pilier	Suppression du 1 ^{er} pilier
Ovin Viande	9	9	10	11	11
Ovin Lait	0	0	0	0	0
Bovins	5	5	6	9	9
Mixte	3	3	4	4	4
Total	17	17	20	24	24
UTA	19	19	23	28	28
Causse en ha	5527	5527	7543	10513	10513
	Indicateur EBE				
	Pas d’évolution de la PAC	Baisse de 20 % du 1 ^{er} pilier	Baisse de 50 % du 1 ^{er} pilier	Baisse de 80 % du 1 ^{er} pilier	Suppression du 1 ^{er} pilier
Ovin Viande	4	6	6	7	7
Ovin Lait	0	0	0	0	0
Bovins	1	2	3	5	5
Mixte	2	2	2	3	3
UTA	12	11	12	16	16
Causse en ha	1094	2639	2794	4448	4448

Tableau 14. Exploitations en situation critique selon le scénario 2 (diminution des aides du 1^{er} pilier) en utilisant l’indicateur Solde ou EBE.

Dans une conjoncture de disparition du premier pilier de la PAC, sur la base de l'indicateur *solde*, près de la moitié des terres Causses (10513 ha) risqueraient de ne plus être affectées à des usages agricoles. Il n'y aurait plus aucune possibilité de piloter les pratiques pastorales pour maîtriser les dynamiques du paysage.

Si on considère l'indicateur *EBE hors main d'œuvre* pour estimer la fragilité des exploitations, le nombre d'exploitations en situation critique est moins alarmant. Cependant, 4448 ha pourraient ne plus être entretenus par le pâturage des herbivores dans une éventuelle disparition du premier pilier de la PAC. L'ensemble des exploitations du système ovin viande se trouveraient dans une situation critique et sur le chemin de la disparition totale à l'horizon 2013 avec la disparition du premier pilier (tableau 14). Sans pâturage ovin, les espèces présentes pourraient exprimer pleinement leurs capacités de colonisation et ainsi, le paysage évoluerait très rapidement vers la forêt.

Ces résultats montrent la très forte dépendance des exploitations vis-à-vis des aides publiques à l'agriculture : toute variation de leur niveau modifie immédiatement le nombre d'exploitations en situation critique en utilisant le seuil proposé par les acteurs de terrain.

Perspectives

Les simulateurs Génévrier et Larzac sont des outils utiles pour continuer à analyser les réponses qu'ils donnent à des contraintes standard, et en particulier l'évolution des politiques publiques et des soutiens à l'agriculture. Cela peut se faire avec des représentants de la puissance publique, par exemple au sein du Ministère de l'Ecologie. La réflexion sur le lien entre activité agricole et aménités paysagères est typiquement une réflexion qui préoccupe les décideurs publics en charge de l'écologie. Mais l'intérêt de ces simulateurs est le travail qu'ils permettent de faire à l'échelle des exploitations agricoles. On peut en effet les utiliser pour co-construire, avec les exploitants et à partir de leur analyse des contraintes et des possibilités, des scénarios dont on analysera les conséquences sur le paysage (simulateur Génévrier) et sur l'exploitation elle-même (Larzac). Ainsi, on disposera, une fois les enquêtes réalisées, d'une gamme de situations envisagées avec pour chacune la réponse des unités de végétation du paysage. La contribution de ces structures paysagères à la biodiversité pourra être interprétée en termes de disponibilité d'habitats naturels.

Mais le travail d'enquête génère aussi de la parole. A partir des matériaux empiriques récoltés en enregistrant les réunions et en transcrivant les propos des éleveurs, il sera possible de connaître les catégories ou les registres d'analyse des agriculteurs lorsqu'ils envisagent le futur des territoires et des paysages. Il conviendra en particulier d'analyser la manière dont les acteurs perçoivent une réorganisation radicale de leur métier. En effet, les modifications des soutiens publics agricoles ne vont plus leur confier uniquement un rôle de producteur mais une responsabilité dans le maintien de services écologiques. Depuis le découplage des aides et l'octroi du Droit à paiement unique (DPU), le versement de soutiens publics déconnectés de la production et au contraire orientés vers la fourniture de services et d'aménités paysagères est une hypothèse à prendre au sérieux. Elle soulève pourtant des questions difficiles à la fois sur le plan technique (quel niveau des aides ? quelle conditionnalité ? quelles pratiques ? quelle évaluation ?) et sur le plan culturel (quelle conception du métier d'agriculteur ? quelles valeurs accordées aux paysages ? Quel rapport au monde vivant non domestique ?).

Ces simulateurs sont opératoires pour l'analyse écologique et géographique d'un paysage agraire en mutation et pour l'étude des catégories de représentations que les acteurs se font de leur interaction avec des systèmes écologiques complexes et dynamiques.

4. ENJEUX ET LIMITES DE LA PARTICIPATION À PARTIR DE NOS EXPÉRIENCES

4.1 Participation et pratique scientifique

On peut réfléchir aux enjeux de la durabilité à partir des analyses menées par B. Latour dans « Politique de la nature » (1999). Il oppose (figure 45) un modèle clivé où la nature et les groupes humains sont pensés comme deux univers séparés et dans lequel les sociétés conçoivent la nature comme un simple réservoir de ressources. Dans ce modèle, la science et la politique sont également indépendants : la science ayant pour objet de comprendre le monde physique (biotique et abiotique) et la politique s'occupant des relations entre les hommes. La sphère politique, dans son travail d'élaboration des politiques publiques peut demander à des experts issus de la sphère scientifique de lui fournir des informations dont elle peut éventuellement tenir compte dans son travail législatif.

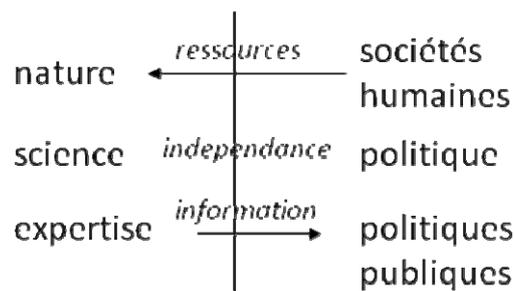


Figure 45. Modèle 1 : séparation nature / société.

Dans le deuxième modèle envisagé par B. Latour (figure 46), les humains et les non humains sont réunis dans des collectifs, à la suite de la prise de conscience d'un destin lié et de l'appartenance des humains au monde naturel. Du point de vue des relations entre science et politique, ce modèle est caractérisé par un travail de médiation entre des sciences plurielles qui n'ambitionnent plus une compréhension totale du monde mais qui proposent des interprétations non figées et susceptibles d'être revues et modifiées en fonction du travail de recherche, des parties du monde que leurs outils permettent d'analyser. Le politique tient compte de ces sciences pour prendre des prises de décision dans un contexte marqué par des incertitudes (ampleur des effets du changement climatique, gravité de l'érosion de la biodiversité), par des controverses (organismes génétiquement modifiés) et par des questions d'éthique (manipulation et brevetabilité du vivant). Les décisions ne sont plus prises définitivement à partir de l'expertise scientifique, mais elles résultent d'une délibération publique la mieux informée possible, dans le cadre d'un « monde commun » où les anciens cloisonnements n'ont plus cours.

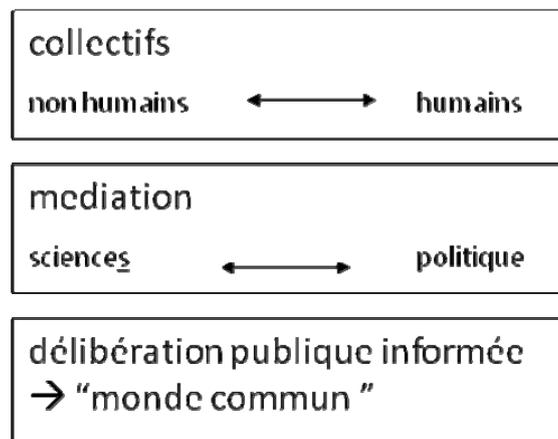


Figure 46. Modèle 2 : vers un monde commun.

Dans ce contexte, il est très généralement admis qu'une bonne gouvernance, et donc aussi une bonne gouvernance des paysages, passe par davantage de participation du public. Or les approches participatives posent une série de problèmes : légitimité et représentativité des participants, interactions entre porteurs de projet et participants, autonomie des acteurs et risques de manipulation.

S'agissant des dynamiques du paysage, il est donc utile d'envisager les voies possibles pour que le monde scientifique puisse s'associer à la réflexion sur les futurs possibles, sans abdiquer de ses connaissances. Au contraire on peut utiliser ces connaissances pour débattre, dans des collectifs d'acteurs élargis, des voies de gestion possibles pour les paysages. Mais il y a plusieurs conditions pour que ce débat soit possible. En particulier, il faut se donner les moyens, avec les acteurs, d'utiliser leurs connaissances techniques et empiriques aux côtés des connaissances des scientifiques, pour réfléchir à des options paysagères.

Concernant la gestion des territoires les modèles participatif de type *bottom up* prennent de plus en plus d'importance (par exemple avec les programmes européens Leader maintenant devenus un élément intégré dans le deuxième pilier de la PAC (développement rural). La Convention Européenne du Paysage y fait tout à fait explicitement référence à deux endroits (préambule avec rappel de la Convention d'Aarhus ; article 5 sur la nécessité de mettre en œuvre des modes de décision participatifs).

Ces débats sur les projets paysagers doivent permettre de traiter des questions laissées en suspens depuis longtemps. Une d'entre-elle est celle de l'attribution des supports publics pour des paysages hétérogènes. Les enjeux de biodiversité n'étant pas les mêmes partout, faut-il aller vers des modulations des soutiens publics. Pour les grands causses, des parcelles en pelouse à grande distance des semenciers ont un risque faible d'être colonisées par les arbres et les buissons, à l'inverse des parcelles à proximité des lisières, des bosquets ou des parcelles contenant de nombreux arbres isolés. Est-il légitime de soutenir davantage des exploitations où le risque de fermeture du paysage est plus fort ? Ce problème est introduit également par les travaux sur les enchères environnementales : si le mode de gestion proposé par un agriculteur sur son exploitation est de nature à rendre des services environnementaux plus importants, on envisage de lui attribuer des aides plus importantes qu'à un autre. Cette inégale répartition des aides publiques est porteuse d'un risque de conflit local. L'intérêt d'un mode de gestion participatif autour de l'élaboration en commun d'un projet de territoire permet de faire émerger des priorités et d'arriver à un dispositif d'ajustement des actions à mener en fonction des enjeux locaux. De la même manière que les programmes Leader visent à attribuer des aides sur projet à partir de l'élaboration participative d'une stratégie, on peut imaginer des projets paysagers qui pourraient être soutenus par des budgets non fléchés mais attribués, sur une base territoriale, à des acteurs locaux ayant élaboré et fait valider une stratégie paysagère.

4.2 Quel bilan critique tirer des démarches participatives utilisées dans nos terrains?

Acteurs directs / acteurs indirects : justification des acteurs choisis pour le terrain causses

La participation des acteurs, en suivant la définition de Rowe et Frewer (2004) est « la pratique de consulter et d'impliquer des membres de la société civile dans la mise en place de l'agenda, dans la prise de décision et dans la mise en œuvre de politiques par des

organisations ou des institutions». Mais à quels acteurs fait-on référence lorsqu'on parle du public ?

La question s'est posée aux équipes qui ont travaillé dans le programme. Un arbitrage a du être fait entre le choix de travailler au contact des acteurs directs du paysage, ceux dont l'action concrète produit ou modifie les structures du paysage (propriétaires, agriculteurs, habitants, entrepreneurs) ou des acteurs indirects, dont l'action oriente, détermine ou cherche à influencer les premiers (élus, conseillers, techniciens, associatifs).

La question s'est très nettement posée pour l'élaboration de simulateurs du paysage et des dynamiques technico-économiques pour le Larzac Héraultais. Les deux simulateurs présentés ont bien été élaborés de manière participative dans la mesure où une équipe de conseillers et techniciens en agriculture et développement local ont été régulièrement réunis lors de réunions de travail. On objectera qu'il s'agit d'acteurs intermédiaires entre les chercheurs et les habitants ou les usagers des territoires et que, *in fine*, ce sont ces derniers qui sont les plus concernés par les changements du paysage. Les acteurs intermédiaires sont des personnes plus faciles à approcher par les équipes de chercheurs. Ils leurs sont proches par la technicité de leur travail, par les données et les outils qu'ils manient. Mais surtout, ils réalisent des enquêtes, ils stockent et manipulent de l'information avec des Systèmes d'Information Géographique, ils connaissent finement les dispositifs locaux des aides publiques à l'agriculture et les mesures de gestion de l'environnement. Ils s'imposent donc, par leur connaissance du terrain, comme des intermédiaires nécessaires entre les chercheurs et les acteurs directs que sont les éleveurs. Aller en effet directement au contact des éleveurs aurait soulevé de grandes difficultés. D'abord, les exploitants agricoles sont excessivement sollicités par des enquêteurs de toute nature, qui dépendent des structures officielles ou qui viennent du monde académique. Ensuite, l'ensemble du secteur a été enquêté à l'occasion de la mise en œuvre du document d'objectif Natura 2000 et rassembler des données aurait été un processus redondant et excessivement chronophage. En revanche, une fois les outils validés par les acteurs intermédiaires, on peut compter sur leur appui pour approcher une première série d'agriculteurs, quitte à procéder seuls ensuite pour toucher des exploitants plus éloignés des structures de conseil.

On retrouve cette problématique, et le même choix de travail autour des séances de jeux de rôles et systèmes multi-agents. Les participants ont été choisis dans le cadre d'un partenariat avec le syndicat mixte de la basse vallée de l'Aude et ce choix correspondant aux objectifs du syndicat : conforter la concertation avec des usagers familiers avec la problématique du multi-usage de la roselière. Dans ce cas, l'acteur de niveau intermédiaire a facilité la participation des acteurs directs. Il a apporté sa légitimité à l'exercice participatif auquel il a donné un cadre institutionnel.

Dans le cas des Garrigues du Pic Saint-Loup, la démarche a consisté à ne travailler qu'avec des acteurs non institutionnels qui ont participé au groupe en tant qu'individus habitants concernés par l'évolution du paysage dans lequel ils vivent. Bien entendu certains ont des responsabilités politiques (conseiller municipal, maire), d'autres ont des implications au titre de leur participation à des associations, d'autres, enfin, ont pu avoir un rôle dans l'élaboration de projets territoriaux dans le passé (projet de « pays », projet de Parc naturel régional). L'intérêt de ce choix est d'avoir accès à des points de vue individuels et pas à la parole officielle d'un groupe ou d'une institution. En revanche, l'inconvénient est que la réflexion reste tout à fait fondamentale ou cognitive dans la mesure où, suscitée par des chercheurs, elle n'est connectée directement à aucun organe chargé de préparer ou prendre des décisions dans l'immédiat.

Implication des acteurs

Un autre point sensible concerne plus généralement toutes les méthodes participatives : la lassitude des acteurs face aux sollicitations et leur intérêt limité pour des réflexions fondamentales déconnectées de projets d'aménagement concret (Cornwall 2002). Le terrain Pic Saint-Loup a montré que, s'agissant du travail avec un groupe d'acteurs, la principale difficulté de cette méthode de travail est leur disponibilité pour les réunions. Des éleveurs, par exemple ont directement décliné l'invitation, leur activité, en particulier au printemps, ne leur permettant pas d'être présents en fin de journée, moment le plus adapté pour le reste des participants. Dans tous les cas, il est difficile à chacun de se libérer à chaque réunion et les personnes à l'emploi du temps le plus flexible (retraités, employés d'une association dont l'activité est liée au problème débattu..) peuvent être représentées. Pour les organisateurs, trouver une date optimale est une réelle difficulté. Dans le cas où une catégorie d'acteurs ne peut pas être représentée, une séance d'entretiens individuels peut-être envisagée mais il ne peut s'agir que d'un pis-aller car l'intérêt de la méthode des groupes d'acteurs est justement que les positions puissent s'exprimer dans le même espace de dialogue.

Afin de pouvoir compter sur des acteurs impliqués de manière satisfaisante dans un projet, il faut donc disposer d'un mandat. Si la recherche est directement impliquée dans un projet réel de transformation du paysage, ou dans la mise en place d'une politique, la participation des acteurs sera renforcée par l'enjeu des décisions à prendre. Mais, comme l'a montré le terrain Thames Gateway, cette situation présente des risques pour la recherche. Le premier est que le projet puisse être interrompu ou reporté, ce qui empêche les chercheurs d'aller au bout de leur travail. C'est ce qui s'est passé pour le projet « Flying start » où le travail était très avancé, où toute l'analyse des relations entre acteurs avait été formalisée pour la première étape de construction d'un modèle multi-agent, mais où, à cause du report de l'opération *sine die*, la recherche a été contrainte à s'arrêter.

Dans le cas où la recherche participative est une recherche fondamentale, non directement liée à la mise en place d'un projet précis, le travail des chercheurs est facilité s'ils peuvent légitimer leur travail par un mandat. Le fait de faire partie d'un programme du MEEDDAT en est une forme de mandat. Elle n'est pas suffisante pour garantir la participation de tous les acteurs. L'appui des techniciens travaillant dans les structures de conseil, tel qu'il a été acquis sur le terrain des Grands Causses, peut avoir valeur de mandat. Dans la mesure où leur mode d'interaction avec les éleveurs est non-conflictuel et marqué par la recherche de dialogue et la fourniture de service, on peut supposer que le nombre d'éleveurs susceptibles d'être, au contraire, méfiants vis-à-vis de chercheur adoubés par la sphère technique locale est faible. De la même manière, le terrain Thames Gateway a montré que, dans le cas particulier de l'aménagement du paysage par des acteurs privés, sans l'aval des principaux donneurs d'ordres et des principaux gestionnaires, la recherche participative prend du retard. Il a fallu, dans ce cas, un assez long délai pour s'assurer que la recherche pouvait se faire sur l'opération The Bridge ; la confirmation n'a été obtenue qu'en décembre 2008.

Quelle représentation ?

Le terrain Pic Saint-Loup a également montré un biais très général dans toutes les recherches qui demandent une participation volontaire des acteurs à la recherche (voir par exemple Bateman, et Langford 1997, pour ce problème dans le cas des méthodes d'évaluation contingente) : ce sont les personnes les plus sensibles à la question posée par la recherche (dans ce cas le devenir des garrigues) qui sont les plus présentes aux réunions du groupe de travail. De la même façon, ces personnes sont généralement connues pour leur engagement

sur le territoire, et font partie d'un réseau fréquemment mobilisé pour ce type d'analyse. De ce fait, le discours mis en place risque d'être dominé une vision assez convergente des phénomènes. Mais cette vision est celle des acteurs impliqués et motivés par la participation à la réflexion.

Les méthodes participatives soulèvent également une objection d'ordre politique, au sens large. Les collectifs de travail n'ont aucun statut institutionnel fixé. Au mieux il s'agit de comités de pilotage dans des opérations locales de mise en œuvre de politiques publiques où les représentants de tous les groupes d'intérêt sont invités par le pouvoir. Au pire il s'agit de groupes construits sur le bénévolat et sur des réseaux d'interconnaissance. Il ne s'agit pas de structures démocratiquement désignées et les personnes qui y participent n'ont aucune légitimité collective. Faut-il donc penser que les délibérations issues de ces agrégats flous n'ont pas de valeur ? Où même qu'il ne s'agit que d'instruments faussement délibératifs destinés à montrer à d'éventuels opposants que le public a été consulté et a donné son accord ?

Si on reprend le raisonnement développé, au début de cette partie, sur les deux modes de prise en compte des faits de nature proposés par Latour (séparation nature/société vs construction d'un monde commun), on peut constater que ces objections sont élaborées dans le modèle clivé de séparation du monde des humains et du monde de la nature. En effet, si on retient ces objections, alors on postule qu'il n'y a que les sciences qui peuvent dire ce qu'est le monde et que toutes les autres procédures ne sont qu'un moyen masqué pour imposer des décisions politiques. Si on pense au contraire que le deuxième modèle (vers la construction d'un monde commun entre humains et non humains) est le plus opératoire, alors les démarches participatives prennent un tout autre intérêt⁹. Elles permettent d'abord de faire dialoguer les connaissances venant des sciences et celles portées par les acteurs qui sont en relation avec les non-humains et donc qui peuvent rendre compte de la manière dont elles s'accordent ou non avec ses stratégies. Elles permettent ensuite de faire exister le débat sur les futurs possibles dans des collectifs hybrides formés par des humains parlant pour eux-mêmes mais aussi par des humains porte-parole des non-humains. Les acteurs agricoles qui acceptent de réfléchir sur leur rôle dans le paysage sont un bon exemple d'humains qui essaient de se représenter leur monde commun avec les non-humains (Latour 1999 : 61).

Interactions sociales dans un contexte d'incertitude

L'efficacité de l'approche dialogique (Callon et al. 2001) suivie dans les jeux de rôles, repose sur la mise en place d'un dispositif d'interaction permanent en situation d'incertitude, dans un milieu où tout peut changer très vite (inondation, remontées salines). Les acteurs ont mentionné l'importance du comité de gestion en place et son mode de fonctionnement concerté. Ils ont souligné l'importance que la procédure des choix de gestion reste ouverte et active, révisable selon l'évolution du contexte. Parmi les nombreuses questions que posent ce type d'approche, il nous paraît important d'explorer à l'avenir deux d'entre elles.

⁹ « En desserrant cette mortelle tenaille de l'épistémologie et de la sociologie, l'écologie politique permet aux disciplines scientifiques délivrées de leur tâche d'épistémologie (politique) de multiplier les enceintes, les épreuves, les arènes, les institutions, les forums, les expériences, les épreuves, les laboratoires par lesquels s'associent les humains et les non-humains, tous fraîchement délivrés. La Science est morte, vive la recherche et vivent les sciences. » (Latour 1997 : 75)

En situation de conflit ouvert ou latent notre démarche reste-t-elle opérationnelle ? Nos séances de jeu ont mobilisé jusqu'à présent des acteurs appartenant à des groupes sociaux qui pratiquent la concertation avec l'institution de gestion en place. Il serait intéressant de faire participer les acteurs forts du système (grands propriétaires terriens) ainsi que les acteurs plus faibles ou généralement absents (pêcheurs). Un débat critique sur la participation de tel ou tel groupe d'acteur à la démarche doit encore avoir lieu.

Notre approche ne résout pas un problème particulier mais constitue plutôt une démarche pour augmenter la capacité des acteurs à adopter des modes d'interactions favorables à une gestion adaptative des roselières. Aussi, la seconde question est la suivante : notre approche parviendra-t-elle à modifier les modes de concertation ou les organisations sociales ou participe-t-elle simplement d'une requalification des rapports de force préexistants ? Au-delà des questions de qui participe à ces expérimentations, des risques d'instrumentalisation de ces approches par des leaders locaux, du contrôle social, de la difficile équité dans la prise de parole et la capacité à recourir à des arguments persuasifs, comment s'assurer de la durabilité des acquis, des effets sociaux et de leur diffusion aux autres acteurs du SES ?

Il apparaît indispensable pour le chercheur qui s'intéresse à la durabilité du paysage d'identifier les dynamiques sociales en cours. Les processus de décision collective sont généralement très dépendants du contexte, contingents du temps, des personnes et moyens disponibles. Aussi toute action ou recherche se doit d'en tenir compte. Il s'agit de développer une démarche attentive d'une part, à la pertinence de son dispositif et d'autre part à ses résultats au regard des enjeux locaux. Il est crucial de veiller à une implication sous une forme ou une autre des acteurs clés en termes de décision. De même, il s'agit d'assurer à chaque participant la possibilité de peser sur la réflexion collective.

La consultation : modalité « soft » de la participation

Selon Arnstein (1969), la consultation du public via des interviews est un pas en avant vers la participation mais n'est pas vraiment de la participation car au cours de ce processus, les acteurs n'acquièrent pas réellement de nouvelles connaissances, capacités ou responsabilités (notion d'*empowerment*). Mais d'autres auteurs placent la distinction sur un autre critère : si, au cours du processus, les personnes interviewées peuvent communiquer leurs idées de telle manière qu'elles soient prises en compte dans les décisions et les choix, alors on peut parler de participation. Le travail mené par les économistes de notre équipe sur le Marais des Baux peut illustrer ce point.

En effet, le contexte de l'enquête est celui d'une concertation locale conduite sous l'égide du Parc Régional Naturel des Alpilles par l'ONG A Rocha. Les résultats obtenus sont d'un grand intérêt pour l'élaboration du projet définitif de restauration, car ils permettent non seulement d'évaluer le consentement moyen à payer des habitants pour des changements par rapport à la situation actuelle, ce qui constitue l'élément essentiel de l'analyse coûts-bénéfices, mais ils permettent surtout de raffiner l'analyse des attributs du projet susceptible d'affecter sa valeur sociale.

Dans le cas du projet étudié, par exemple, une attention particulière devra être portée à la façon dont les nuisances potentielles découlant d'une restauration la plus complète possible du marais seront maîtrisées. La crainte de ces nuisances, ainsi qu'une diffusion trop importante des haies dans le paysage, peut en effet diminuer très significativement le consentement à payer des habitants.

Cependant, la crainte des moustiques n'apparaît pas comme une justification suffisante pour renoncer au projet de restauration des marais, qui doit être également caractérisé par les modes de gestion associés. Ces résultats justifient pleinement l'intérêt relatif, pour la population locale, d'un site Natura 2000 s'appuyant sur la conversion d'une partie des terres agricoles en marais gérés de façon à augmenter la biodiversité et les services écologiques et paysagers.

La méthode d'enquête, les choix contingents, ainsi que les méthodes économétriques utilisées pour traiter les données, mettent en évidence l'importance de l'hétérogénéité des préférences exprimées, affectées par des caractéristiques sociologiques et de comportements. Mais les résultats montrent aussi l'existence d'une hétérogénéité latente des préférences que l'on ne peut pas expliquer par des variables observées. Elle peut sans doute être rattachée aux histoires et aux expériences individuelles.

Prendre en compte l'hétérogénéité des préférences permet de considérer plus explicitement la comptabilité et les conflits entre les différentes parties prenantes, qui seront affectées par la réalisation d'un scénario spécifique de restauration. L'exercice apporte donc une information d'un grand intérêt pour la conduite locale de la concertation.

5. CONCLUSION

Au terme de ces recherches, il faut d'abord rappeler que nos travaux, tels qu'ils sont présentés ici, ne sont pas une synthèse mais des pistes et des jalons pour continuer d'explorer un thème très important pour les paysages européens : la prise en compte de la diversité biologique dans des projets paysagers durables : une utilisation du territoire qui réponde aux attentes des humains dans leur diversité, dont les modalités soient négociées et décidées dans un cadre démocratique et participatif et qui permette aux plantes et aux animaux sauvages de réaliser leur cycle de vie. L'approche de la durabilité qui relie les chercheurs ayant participé à ce programme met l'accent 1) sur la prise en compte du monde vivant et de sa diversité et 2) sur la mise en œuvre de modes de décision et de réflexion ouverts et décloisonnés qui associent les acteurs du paysage dans leur diversité et les scientifiques, chacun mettant ses connaissances dans un travail commun.

Dans ces travaux, les chercheurs ont développé des outils et des techniques pour permettre aux différents acteurs du territoire de s'exprimer sur le devenir de leurs paysages. La gamme des outils testés dans l'action de recherche et les enseignements tirés par les équipes sont un premier acquis. Ces outils sont différents dans leurs formes et dans la manière dont ils peuvent être mise en œuvre. En fonction des expériences et des acquis des équipes, le travail a pu aller jusqu'à des exercices participatifs poussés dont on a pu tirer le bilan ; parfois le travail a débouché sur la mise au point de prototypes ou de méthodes qui pourront, dans d'autres recherches et d'autres contextes, être utilisés au contact d'acteurs du paysage plus nombreux et ainsi donner davantage de résultats empiriques.

Ces recherches ont eu lieu dans une époque où les références et les positions ont beaucoup changé par rapport aux années 1990. Concernant deux notions devenues essentielles aujourd'hui pour l'action publique, la biodiversité et la durabilité, deux lectures s'opposent encore. La première tendait à interpréter ces notions comme des ressources que les acteurs sociaux et politiques auraient utilisées pour asseoir leur légitimité et atteindre leurs buts. Ces notions, dans ce cas seraient des instruments dont l'usage importerait plus que le contenu. La deuxième lecture serait de voir biodiversité et durabilité comme des notions qui ont très fortement modifié l'espace public de discussion. La prise en compte du monde vivant non domestiqué et l'aspiration à peser davantage sur les décisions qui concernent l'espace de vie ont formé, localement des collectifs au sein desquels la question (vivement) débattue est celle de la coexistence des sociétés humaines et des populations animales et végétales qui forment leur environnement. Les initiatives de politiques publiques nationales et européennes ainsi que l'intérêt croissant de l'opinion pour l'état de leur environnement semblent indiquer que la deuxième lecture est en train de l'emporter. Les chercheurs qui ont participé à ces recherches partagent plutôt cette deuxième lecture. Leur intérêt pour le paysage et ses devenirs est qu'il est justement le lieu où s'hybride, dans des processus complexes, le social et le naturel.

6. RÉFÉRENCES

6.1 Résultats publiés à partir des travaux réalisés dans le programme

Articles et chapitres d'ouvrages

- Barnaud G., Mathevet R., Sourribes V.C. (2007). Des recherches en appui aux nouveaux enjeux et aux politiques territoriales. *Zones Humides Infos*, n°56-57, pp.11-12.
- 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.
- Boulant N. 2008. Les mécanismes du recrutement des plantules et leurs effets sur la vitesse d'invasion des ligneux pionniers dans les pelouses : Comparaison d'une espèce indigène (*Pinus sylvestris* L.) et d'une espèce introduite (*Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra*) dans les Grands Causses. Thèse de Doctorat en Biologie des Populations et Ecologie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, Montpellier, 252p
- Boulant N., Kunstler G., Rambal S., Lepart J. (2008a) Seed supply, drought and grazing determine spatio-temporal patterns of recruitment for native and introduced invasive pines in grasslands. *Diversity & Distributions*, 14, 862-874.
- Boulant N., Navas M.-L., Corcket E., Lepart J. (2008b). Habitat amelioration and associational defence as main facilitative mechanisms in Mediterranean grasslands grazed by domestic livestock. *Ecoscience* 15: 407-415.
- Caula S., Sirami C., Marty P., Martin J.-L., 2009. Value of an urban habitat for the native Mediterranean avifauna, *Urban Ecology*, DOI: 10.1007/s11252-009-0104-0
- Cibien C., Génot J.C., Mathevet R., Petit-Uzac V., Thompson J., De Visscher M.N. (2009). Recherche Gestion : Construire un vrai partenariat. *Espaces Naturels* 26 : 41.
- Cizel O., Mathevet R. (2007). Natura 2000 et les zones humides. *Zones Humides Infos*, n°56-57, pp.9-11.
- Debain S., Chadoeuf J., Curt T., Kunstler G., Lepart J. (2007). Comparing effective dispersal in expanding population of *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* in calcareous grassland. *Canadian Journal of Forestry Research* 37: 705-718.
- Lemaître C. (2007). Camargue : l'espace en voie de disparition. Interview : Raphaël Mathevet, Une nature humaine. *Revue Vent Sud*, n°22, Octobre 2007, pp.16-20.
- Lepart J. & Marty P. 2009 Le sylvopastoralisme face aux dynamiques Naturelles. *RDV techniques de l'ONF*. n°23-24, 39-46
- Maris V., Mathevet R., Béchet A. (2009). Les figures de style de la destruction de la biodiversité/ *Espaces Naturels* Sous presse.
- Marty P. 2009. Social participation and policies for strategic environmental assessment. In Marty P. et Devaux S. *Social movements and public action. Lessons from environmental issues*, Prague, Editions du CEFRES (sous presse)
- Mathevet R. (2007). – Éducation et médiation, un jeu de rôle assisté par ordinateur comme support de médiation, *Espaces Naturels* 19 : 26-27.
- Mathevet R. (2007). – Les sciences de la conservation en pleine évolution. *Espaces Naturels* 20 : 24.
- Mathevet R. (2008). De l'accès et de l'usage 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.65-67.

- 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., (2006). Faut-il en finir avec le développement durable? Regard sur les zones humides méditerranéennes. *Les Ateliers de l'Ethique* 1: 70-84.
- Mathevet R., (2007). Chasse, conservation et botanique : perspectives camarguaises. *Aestuarina* 2006, 9 : 409-424.
- Mathevet R., (2007). La chasse dans les zones humides et son évolution. *Zones Humides Infos*, n°55, pp.9-11.
- Mathevet R., (2008). - Les roselières, milieux exploités et façonnés par les hommes. In Mundler C. (sous dir). *Des Butors étoilés et des hommes, pour une gestion durable des roselières méditerranéennes*. SMCG, Nîmes, pp.13-16.
- 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., Poulin B., (2006). De la biologie à la géographie de la conservation. *Bull. Ass. Géographes Français*, 2006 (3) : 341-354.
- Mathevet R., Vajda P. (2007). D'une zone humide à l'autre... d'une naturalité à l'autre... *Zones Humides Infos*, n°55, pp.19-20.
- Poulin B, Mathevet R., Lefebvre G. (2006). – Gestion expérimentale en Petite Camargue gardoise: impact de trois années d'interruption de coupe du roseau sur le butor étoilé. in Kerbiriou E. (sous la dir.). *Recueil d'expériences du Programme LIFE Butor étoilé : Biologie et gestion des habitats du Butor étoilé*. LPO, Rochefort, pp. 50-51.
- Poulin B. et Mathevet R., (2008). – Pour une gestion et une exploitation durable des roselières méditerranéennes, In Mundler C. (sous dir). *Des Butors étoilés et des hommes, pour une gestion durable des roselières méditerranéennes*. SMCG, Nîmes, pp.17-21.
- Poulin B., Lefebvre G., Allard S., Mathevet R., (2009). Reed harvest and summer drawdown enhance bittern habitat in the Camargue. *Biological Conservation* 142: 689-695.
- Poulin B., Mathevet R., Lefebvre G. (2006). Integrating bird ecology with socio-economy for a sustainable wetland management. *J Ornithol* 147 (suppl): 80.
- Poulin, B & R. Mathevet. (2008). Quand les roselières profitent des échanges entre Science et Société 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.16-17.
- Poulin, B & R. Mathevet. 2006. Experimental management of reedbeds in the Petite Camargue, France. Case study 7.12 p. 146-147 In *The bittern in Europe: a guide to species and habitat management* (White, G. Purps, J. and S. Alsbury, eds). The RSPB, Sandy, UK.
- Saïd, S (2008). Les mécanismes d'allocation des contrats agri-environnementaux: cas des enchères. Thèse, Université de Montpellier I, 255 p.
- Sirami, C., Brotons, L., Martin, J.L. (2007) Vegetation and songbird response to land abandonment: from landscape to census plot. *Diversity and distributions*, 13 (1): 42-52.
- Thoyer S. et Saïd S., 2007. Mesures agri-environnementales : quels mécanismes d'allocation ? In I. Doussan & J. Dubois (Eds.), *Conservation de la biodiversité et PAC : des mesures agro-environnementales à la conditionnalité*. La Documentation Française, 121-150.
- Thoyer S. et Saïd S., 2009. What shapes farmers' attitudes towards agri-environmental payments? A case study in Lozere. *Soumis à Agricultural Economics*.

Lepart J. et Marty P., 2009. Sortir des espaces protégés pour conserver la nature, *Géographie et cultures*, (accepté)

Sirami C., Nespoulous A., Cheylan J.-P., Hvenegaard G., Marty P. et Martin J. L., 2009. Long term social and ecological dynamics of a Mediterranean landscape: impacts on biodiversity. Soumis à *Landscape and Urban Planning*

Thèses, rapports de stage

Thèses

Boulant N. 2008. Les mécanismes du recrutement des plantules et leurs effets sur la vitesse d'invasion des ligneux pionniers dans les pelouses : Comparaison d'une espèce indigène (*Pinus sylvestris* L.) et d'une espèce introduite (*Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra*) dans les Grands Causses. Thèse de Doctorat en Biologie des Populations et Ecologie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, Montpellier, 252p

Saïd, S. 2008. Les mécanismes d'allocation des contratsagri-environnementaux: cas des enchères. Thèse, Université de Montpellier I, 255 p.

Sirami C. 2006. Abandon des terres et avifaune : dynamiques spatiales et temporelles d'un paysage méditerranéen. Thèse de Doctorat en Biologie des Populations et Ecologie. Ecole Nationale Agronomique de Montpellier, Montpellier, 53p. + annexes.

Habilitation à diriger des recherches

Marty P. 2009. Volume 1 Dossier scientifique et sélection de publications commentées (206 p.) ; Volume 2 : Essai inédit : « Géographie-écologie : allers et retours » (198 p.). Présenté le 26 juin 2009, Ecole Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines de Lyon. Jury : Paul Arnould, Bernard Delay, Jean-Jacques Delannoy, Eric Fouache, Josefina Gómez-Mendoza, Jean-Paul Métaillé, Laurent Simon)

Rapports de stages

Cadwell J. 2009. ReedSim 2 : modélisation des interactions paysage/biodiversité d'une zone humide méditerranéenne. Mémoire Master of Sciences Université de Madison. In Prep.

Eriksson M. 2006. Diagnostic socio-environnemental des roselières de Vendres et du Charnier-Scamandre pour la mise en œuvre d'un jeu de rôles dans une approche de médiation territoriale. Rapport de stage Master 2 Ingénierie en Ecologie et Gestion de la Biodiversité. CEFE CNRS, UM2, Montpellier. 30p.

Furman L. 2007. Contribution à l'évaluation des politiques publiques de conservation de la biodiversité : l'exemple de deux approches de gestion concertée en Camargue gardoise et dans la basse plaine de l'Aude. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur pour le diplôme d'Agronomie Approfondie, spécialité TERPPA, SupAgro Montpellier. 52p.

Hajdem, N. 2009. Situation économique des exploitations d'élevage et fermeture des paysages sur les Grands Causses. Mémoire Master professionnel, Institut Agronomique Méditerranéen, Montpellier.

Soustelle M. 2006. Multi-usages et biodiversité des marais à roseaux : un jeu de rôle appliqué à l'usage et la gestion des ressources naturelles sur le site de Vendres. Master 1 de Science Politique, Université Montpellier I. 56p. Co-encadrement : Laura Michel, Université Montpellier I.

V. Westerberg V., Lifran R., Olsen S.B., 2008. L'évaluation d'un projet de restauration d'une zone humide par la méthode des choix contingents Une étude pilote sur les anciens marais des Baux-de-Provence. Document INRA-LAMETA, Montpellier

Communications orales

- Marty P. 2009. Fin du paysage agricole et retour de la nature sauvage ? Colloque « Paysages européens et mondialisation », Florence, 4-7 mai 2009
- Marty P. 2009. Mettre en œuvre l'évaluation de la durabilité dans les territoires. Ecole thématique du CNRS « l'évaluation de la durabilité », Cargèse, 19-24 octobre 2008.
- Marty P., Lepart J. 2009. Ecologie des paysages et recomposition des savoirs à la frontière écologie / géographie. Ecole thématique du CNRS « Les nouveaux paradigmes de l'écologie », Cargèse, 3-7 mars 2009.
- Marty P. 2008. Relations entre sciences humaines et sociales et écologie : réflexions à partir de l'analyse des dynamiques du paysage. Séminaire du CEFÉ « Les sciences humaines et sociales dans un laboratoire d'écologie », Montpellier, 14 novembre 2008.
- Lepart J., Marty P., 2007. Sortir des espaces protégés pour conserver la biodiversité, Colloque gestion et conservation de la biodiversité, Florac, 18 - 21 Septembre 2007
- Marty P., 2007. les biodiversités : perceptions et gestions, colloque « La gestion intégrée des territoires. Concilier développement des territoires et conservation de la biodiversité. Illusion ou réalité. Montpellier, 25 janvier 2007
- Marty P., 2007. Dynamiques des paysages : activités humaines et systèmes écologiques, Séminaire « Ecotechnologies et compétitivité des territoires » Cemagref, Clermont-Ferrand, 23-24 janvier 2007
- Marty P. 2007. Séminaire, Department of Geography, Carleton University, "Landscape changes : examples of interactions between socio-economic and ecological processes", Ottawa février 2007.
- Marty P., Lepart J., Le Bars M. (2007) Atelier de Modélisation en Environnement (AME) « Paysage et biodiversité sur les Grands Causses. Modélisation et dynamique des paysages », Montpellier, Mars 2007 Marty P., (2007) Séminaire de recherche, Beijing Forestry University, « Towards sustainable landscapes: a European perspective ». Financement : « Association Franco-Chinoise pour la Coopération Scientifique et Technique » et Beijing Forestry University. Pékin, 31 octobre 2007
- Marty P., (2008) Programme « Paysage et Développement durable », Séminaire avec le Landscape Research Group, « Géographie - écologie : l'héritage ne vient pas toujours des aïeux auxquels on pense », Lille, 3 et 4 avril 2008 Marty P., (2008) Séminaires d'écologie, Département de Botanique, Faculté des sciences, Université Charles, Prague. « Pine tree colonization in an agro-pastoral landscape: ecological processes and human practices », Prague, 1er avril 2008
- Cazin F., Mathevet R., Poulin B., Mundler C., Ruffray X. Un jeu de rôles pour l'aide à la gestion collective et durable des roselières. SupAgro, Florac du 18 au 21 septembre 2007. Colloque « Gestion et conservation de la biodiversité : science et action », Communication orale,
- Mathevet R., L'Europe et la biodiversité, Université Montpellier II, 31 janvier 2008. Colloque « Politique et biodiversité : quelles stratégies pour quels objectifs ? » Invité pour introduire et animer les débats,
- Mathevet R. (2006). – Faut-il en finir avec le développement durable ? Perspectives méditerranéennes. Invité pour une présentation orale. CREUM – Faculté d'Aménagement – CERIU 24-26 mai 2006 – Université de Montréal, Québec. Colloque interdisciplinaire « Le développement durable a-t-il un avenir ? ».
- Mathevet R., Le Page C., Etienne M., Lefebvre G., Poulin B., (2006). – *ButorStar : un jeu de rôles assisté par ordinateur pour l'étude et l'aide à la gestion durable des marais roseliers*. LETG CNRS/Universités de Nantes et de Rennes, La Baule, 3-6 mai 2006. Colloque International "Interactions nature/société: analyses et modèles".
- Mathevet R., (2006). – *La modélisation d'accompagnement*. LETG CNRS/Universités de Nantes et de Rennes, La Baule, 3-6 mai 2006. Colloque International "Interactions nature/société: analyses et modèles".

- Mathevet R. Invité pour une communication orale et débat « SMA et pédagogie » : « Un jeu de rôles support d'une réflexion collective pour l'amélioration de la gestion des roselières et la conservation du Butor étoilé ». 14 novembre 2006 Agro Montpellier. Association Française de Pastoralisme. De l'animal au projet de territoire : Modélisation informatique et Systèmes Multi-Agents, des outils au service du pastoralisme ?
- Mathevet R. Gestion intégrée de la biodiversité. Communication orale et animation table ronde, Ambassade de France, Barcelone 1-3 octobre 2008. Journées francocatalanes 2008 - Barcelone, 1-3 octobre 2008 Deltas de la Méditerranée, enjeux et gestion pour le 21^{ème} siècle. Colloque Deltas méditerranéens,
- Mathevet R., Poulin B., Lefebvre G., Sustainable Management of Mediterranean Reedbeds: the case study of the Camargue (Rhône river delta, Southern France), Programme Interreg, Eurosite, Finlande/Estonie, Matsalu National Park 30-31 août 2007. Reed bed management seminar, invité pour une communication orale
- S. Thoyer et S. Saïd Agri-environmental auctions: choosing the farm area put under contract. European Association of Agricultural Economists. 12th congress, 26-29 Août 2008, Gand, Belgium.
- S. Thoyer et S. Saïd Agri-environmental auctions: choosing the farm area put under contract. European Association of Environmental and Resource Economists. 16th annual conference, 25-28 juin 2008, Ghotenburg, Suède.
- S. Thoyer et S. Saïd The reform of the grass premium in France: what design for an auction-based allocation mechanism? Agricultural Economic Society. 81st annual conference, 2-4 avril 2007, Reading University, Grande Bretagne.
- Mathevet R. & Poulin B. Dynamique des usages et de la biodiversité dans les roselières du grand delta du Rhône : une approche par la modélisation multi-agents. Invités pour une présentation orale, 4 janvier 2006, Auditorium de la Grande galerie de l'évolution, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Séminaire « Indicateurs de biodiversité et de développement durable ».
- Mathevet R. Invité pour une présentation orale, "Stakeholders' involvement in EU LIFE Nature Programme: The example of the Reed bed and Eurasian bittern project", Conférence du réseau européen EU-CONSENT « Europeanisation: social actors and transfer of models », 16-17th of November – CEFRES, Prague, République Tchèque.
- Lifran R., Westerberg V., 2008. Eliciting Social Preferences and Trade-off in Landscape Projects using Choice Experiments: Pilot Study in the Anciens Marais des Baux, Provence, France. CEEP, 3^o Workshop on Landscape Economics, Versailles, 29-30 mai 2008

Actions de transfert ou de communication

- 18^{ème} Rencontres régionales de l'Environnement. 18-19 Octobre 2007, Europôle de l'Arbois, Aix en Provence. Invité pour l'animation de l'atelier « Les zones naturelles protégées sont-elles compatibles avec le développement des territoires ? ».
- Conférence de la Journée mondiale des zones humides, invité pour une communication orale : Du développement durable des zones humides. Parc Naturel Régional de Brière, 2 février 2007.
- Ecole Chercheur CNRS, L'évaluation de la durabilité, Co-organisation et présentations de travaux, Cargèse, 19-24 octobre 2008.
- Fête de la transhumance, Introduction et animation d'un débat public sur la gestion des zones humides, Agence de l'eau RMC, Syndicat Mixte de la Basse Vallée de l'Aude. Vendres, Fleury, 24-25 Mai 2008.
- Organisation et animation d'un atelier de réflexion avec le Réseau des gestionnaires d'espaces naturels Protégés du Languedoc-Roussillon « Politique et biodiversité : quelles stratégies pour quels objectifs ? », Centre du Scamandre, SMCG, CEN-LR, Région LR, 29 avril 2008.

Université Populaire du Pays d'Arles, Journée environnement, Peut-on agir sans idéaux ? Les fondements idéologiques de l'action publique. Ateliers, conférence, débat, Arles, 26 avril 2008.

6.2 Autres références

- Ansonnaud J.-P. 2009 Du pâturage en forêt au sylvopastoralisme ? Le cas de la forêt domaniale des Grands Causses. *RDV techniques*. n°23-24 -- ONF 47-54
- Antrop, M., 2006. Sustainable landscapes: contradiction, fiction or utopia? *Landscape and Urban Planning* 75(3-4): 187-197.
- Arnstein S.R., 1969. A ladder of citizen participation, *Journal American Institute of Planners*, 35: 215-224
- Attonaty, J.-M., M. Le Bars, M. Allaya et P. Le Grusse, Coord., 2005. *OLYMPE, Manuel d'utilisation*. Montpellier, CIHEAM-IAM. 120 p.
- Attonaty, J.-M., M.-H. Chatelin, et F. Garcia. 1999. Interactive simulation modeling in farm decision making. *Computers and electronics in agriculture* 22:157-170.
- Bateman, I.J., Carson R.T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D. W., Sugden, R., Swanson, J. (2002): *Economic Valuation with Stated Preference techniques, A Manual*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Bateman, I.J., Langford, I.H. 1997. Non-user' willingness to pay for a National park: an application and critique of the contingent valuation method. *Regional Studies* 31, 571-582
- Benson, J. et M. Roe, 2000. *Landscape and sustainability*. London Taylor and Francis. 304 p.
- Bergmann A., Hanley N., Wright R., (2006) Valuing the attributes of renewable energy investments, *Energy Policy* vol34 p1004–1014.
- Brunet, R. 2001. Le déchiffrement du Monde. Théorie et pratique de la géographie. Editions Belin, Paris, p. 130-135
- Callon M., Lascoumes P., Barthe Y., Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique, Seuil, Collection La couleur des idées, Paris, 2001.
- Debussche, M. & Escarré, J. (1983) *Carte des isohyètes inter-annuelles dans le Montpelliérais: document établi pour la série 1950-1979* (avec pour certaines stations les valeurs de S, m, M et Q2). C.E.F.E./C.N.R.S., Montpellier.
- Latour, B. 1999. Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie. Paris. La découverte. 382 p.
- Lepart J., Debussche M. (1992). Human impact on landscape patterning : Mediterranean examples. *In: Landscape boundaries : consequences for biotic diversity and ecological flows* (Di Castri F. & Hansen A.J., eds.), Ecological Studies 92, pp.76-106. Springer
- Lepart J., Marty P., Kleszczewski M. (2007a). Faut-il prendre au sérieux les effets des changements du paysage sur la biodiversité ? *In: Paysages : de la connaissance à l'action* (Berlan-Darqué M., Luginbühl Y. & Terrasson D., eds.), pp.29-40. Editions QUAE, Versailles.
- Lepart J., Marty P., Terraube J. (2007b). Les mesures agri-environnementales et la biodiversité : quel bilan ? *In: Conservation de la biodiversité et Politique Agricole Commune (PAC) de l'Union Européenne : des mesures agro-environnementales à la conditionnalité environnementale* (Dubois & Doussan, eds.), pp.151-176. La Documentation Française, Paris.
- Preiss E., Martin J.-L. (1994). Consequences of agricultural abandonment on the vegetation and the avifauna in a mosaic of Mediterranean habitats. *Journal für Ornithologie* 135: 246.
- Preiss E., Martin J.-L., Debussche M. (1997). Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region : consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecology* 12: 51-61.

- Rousvoal, D. (1973) *Etude du climat thermique des Cévennes*. C.E.F.E/C.N.R.S., Montpellier, et Parc National des Cévennes, Florac.
- Rowe, G., and L. Frewer. 2004. Evaluating public-participation exercises: a research agenda,. *Science, technology and human values* 29 (4):512-557.
- Russo, D. (2006) *The effects of land abandonment on animal species in Europe: conservation and management implications*. Paper commissioned within the AVEC action by Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Germany. (Corporate author: EC, Community Research, sub-department: Sustainable development).
- Sirami, C., Brotons, L., Martin, J.L. (2007) Vegetation and songbird response to land abandonment: from landscape to census plot. *Diversity and distributions*, 13 (1): 42-52.
- Van Asselt, M., and N. Rijkens-Klomp. 2002. A look in the mirror: reflection on participation in Integrated Assessment from a methodological perspective. *Global environmental change* 12:167-184.
- Williams, C. C. et A. C. Millington, 2004. The diverse and contested meanings of sustainable development. *The Geographical Journal* 170(2): 99-104.