

Des outils pour le dialogue et la concertation

Chapitre 3

La clé du succès d'une réserve de biosphère réside cependant ailleurs, à savoir dans la formulation et la mise en œuvre d'un plan de gestion de l'ensemble, ce qui suppose qu'il aura été défini grâce à une concertation entre tous les ayants-droits dans le cadre d'un mécanisme approprié. Une telle procédure n'est pas toujours facile à suivre, mais elle constitue le seul moyen d'aboutir de manière démocratique et viable dans toute entreprise visant à un développement durable.

Michel Batisse (1998), Vers de nouveaux rapports avec la Nature, le territoire et à la diversité biologique. Revue Aménagement de la Nature.

La modélisation d'accompagnement : un outil de dialogue et de concertation¹ dans les réserves de biosphère

MICHEL ÉTIENNE

L'intégration de modèles de simulation dans l'aide à la décision collective pour la gestion de ressources naturelles est une des particularités de la gestion adaptative (Holling, 1978; Walters, 1986). Mais l'utilisation de ces modèles pour stimuler la participation des acteurs dans l'élaboration de scénarios d'aménagement est beaucoup plus rare (Costanza and Ruth, 1998; Bousquet et al., 2004). Un collectif de chercheurs regroupé au sein du réseau ComMod (Etienne et al., 2005) a choisi de développer cette démarche et de la tester dans les domaines de la gestion des espaces naturels (d'Aquino et al., 2003; Etienne et al., 2003) ou de l'aménagement forestier (Etienne, 2003; Purnomo et Vanclay, 2003). Pour cela, la démarche privilégie les aspects de multifonctionnalité, concertation et suivi (Subotsch-Lamande et Chauvin, 2002) et utilise les modèles multi-agents ou les jeux de rôles comme des outils de médiation basés sur un modèle démocratique (Chauvin, 2002) stimulant la mise en œuvre de nouveaux modes de construction et de partage des informations.

Après une brève présentation des fondements et des possibilités d'utilisation de la modélisation d'accompagnement, l'utilisation de la démarche dans le cadre de la mise en place de réserves de biosphère est détaillée et discutée. En particulier, l'accent est mis sur trois façons d'utiliser des modèles multi-agents ou des jeux de rôles dans les réserves de biosphère : en tant que support pédagogique pour faire prendre conscience des interactions entre acteurs et ressources, en tant qu'outil de médiation entre les usagers de la réserve de biosphère, en tant qu'outil d'aide à la décision pour la mise en place d'un plan d'aménagement concerté.

Trois exemples en France et en Afrique de l'Ouest illustrent les potentialités d'application de la démarche. Le premier a été développé pour aider les acteurs de la mise en place ou de la révision d'une réserve de biosphère à formaliser les principales interactions entre dynamiques écologiques et dynamiques sociales sur leur territoire et à en spatialiser les enjeux. Le second avait pour objectif principal de proposer une méthode origi-

nale pour aborder les conflits d'usage entre naturalistes et acteurs locaux en travaillant sur les représentations et les échelles de valeur. Le troisième vise à renforcer les échanges entre chercheurs et gestionnaires, et à développer un outil didactique capable de stimuler l'émergence de scénarios possibles de gestion concertée du territoire des réserves de biosphère.

Contexte

La modélisation d'accompagnement appliquée à la gestion des ressources naturelles renouvelables part du principe que tout document d'aménagement traduit une façon d'organiser et de maîtriser les interactions entre dynamiques écologiques et dynamiques sociales. Il doit donc être basé sur une capacité à visualiser les changements probables d'un territoire en terme de structure, de composition, de juxtaposition ou de superposition d'usages. La réserve de biosphère doit alors être considérée comme une combinaison de processus écologiques (régénération, croissance, dynamique de population) et sociaux (usages, valorisation économique, histoire) qui font des produits de son territoire un éventail de ressources convoitées par tout un chacun.

Les systèmes multi-agents constituent un outil particulièrement performant pour représenter des systèmes aussi complexes et pour rendre compte des différentes composantes de l'environnement, des relations entre groupes sociaux et des interactions entre les pratiques des acteurs du système et les principales dynamiques écologiques. Ils vont considérer le territoire de la réserve de biosphère comme un ensemble d'objets sur lesquels des agents prennent des décisions en fonction de la perception qu'ils s'en font et des échanges qu'ils ont à leur sujet avec les autres catégories d'agents (Fig. 1). Ils ont également la capacité de représenter cet éventail de perceptions en proposant des points de vue sur le système construits à partir d'une palette d'indicateurs jugés pertinents par les différents acteurs concernés par le projet d'aménagement.

Enfin, la complexité des situations abordées dans une réserve de biosphère, oblige à intégrer que le processus de décision y est forcément évolutif, itératif et continu, et qu'il gagne à être construit à partir d'une démarche per-

mettant de faciliter des processus collectifs de décision. La modélisation d'accompagnement cherche à relever ce défi en proposant des outils qui facilitent l'explicitation des points de vue et des critères subjectifs auxquels se réfèrent implicitement, voire inconsciemment les différentes parties prenantes (Etienne et al., 2005). Elle va plus loin que les démarches participatives classiques ou que les méthodes récentes d'aide à la concertation (Auvergne et al., 2001) en rendant dynamiques et interactifs les schémas fonctionnels couramment élaborés dans ces démarches.

Démarche

La première étape de la démarche de modélisation d'accompagnement consiste à identifier collectivement les principaux acteurs concernés par l'existence de la réserve de biosphère, leurs entités de gestion et les principales dynamiques en jeu. Pour ce faire, le collectif qui participe à la co-construction du modèle doit répondre aux quatre questions suivantes :

- Quelles sont les principales ressources du territoire et les informations essentielles à savoir pour en garantir une utilisation durable ?
- Quels sont les principaux acteurs qui semblent pouvoir ou devoir jouer un rôle décisif dans la gestion de ce territoire ?
- Quelles sont les principales dynamiques écologiques en jeu, en quoi ces dynamiques sont-elles affectées par ces acteurs ?
- Comment chaque acteur retenu utilise les ressources qu'il convoite ?

Les réponses à ces questions sont formalisées sous la forme de diagrammes faciles à comprendre mais structurés de façon à être aisément traduisibles en langage informatique. Quatre diagrammes sont ainsi élaborés collectivement et consécutivement :

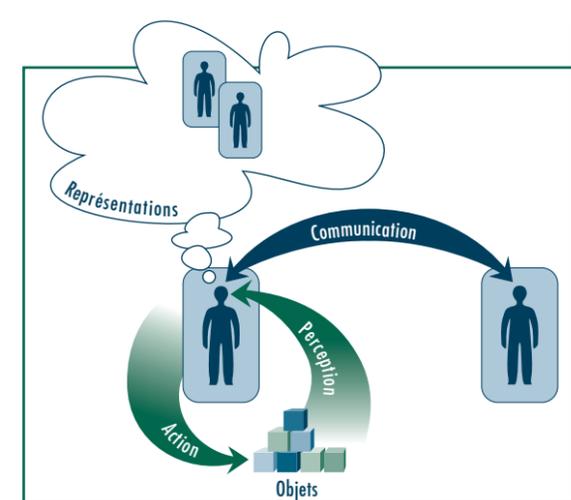


Fig. 1 : Architecture d'un système multi-agent

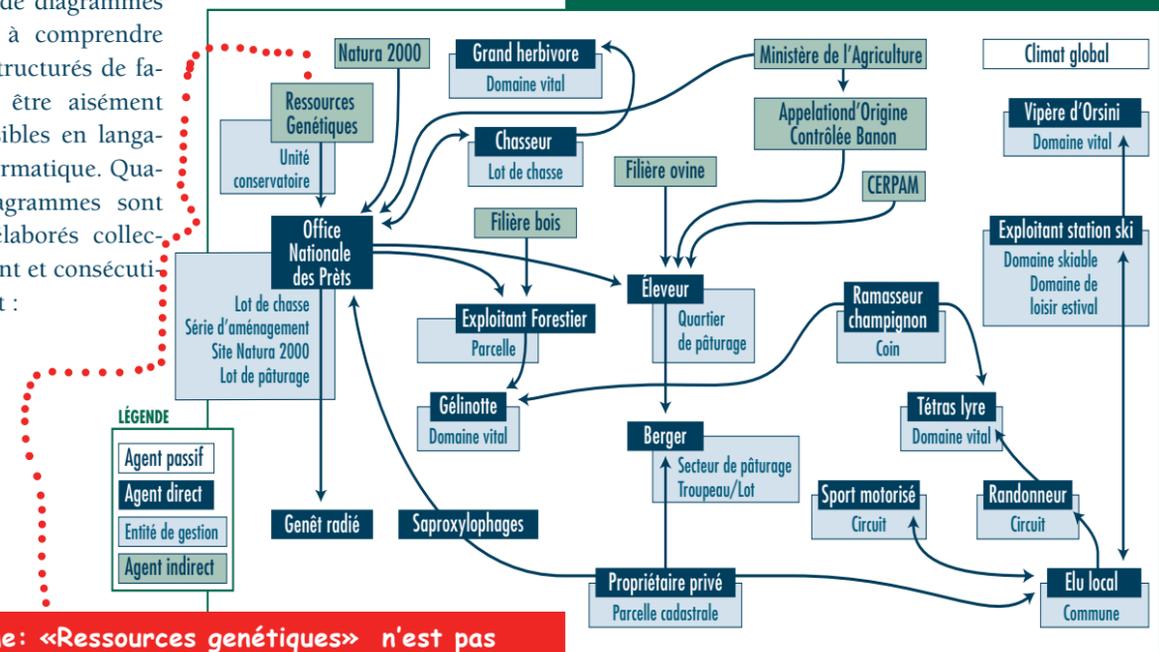
Je crois que ce serait bien d'avoir une séance-téléphone pour affiner l'idée de ce graphique le plus possible.

Il n'est d'ailleurs pas fini : j'ai des questions.

Le diagramme des acteurs et des entités de gestion

(Fig. 2) permet de lister l'ensemble des acteurs jouant un rôle prépondérant dans la réserve de biosphère, et différencie les acteurs directs (dont les pratiques ont un effet direct sur la dynamique de certaines ressources) des acteurs indirects (dont les actions vont encourager les acteurs directs à changer de pratique). A chaque acteur direct est associée une ou plusieurs entités de gestion qui peuvent être spatiales (parcelle forestière, quartier de pâturage), ou non (troupeau). Les variables exogènes prédominantes comme l'aléa climatique sont également indiquées. Enfin des flèches représentent les principales interactions entre les différents acteurs représentés.

Fig. 2 : Acteurs et entités de gestion (exemple de la Réserve de biosphère du Ventoux)



Problème: «Ressources génétiques» n'est pas un agent direct, donc : il ne devrait pas avoir d'entité de gestion associée, non ?

■ Le diagramme des ressources (Fig. 3) précise les principaux types de ressources utilisés qui sont souvent regroupés au sein de cinq grandes catégories (bâti, eau, pierre, végétal et animal).

■ Le diagramme des dynamiques écologiques (Fig. 4) explicite les états successifs que peut prendre la végétation et précise les facteurs qui provoquent le passage d'un état à un autre et la durée nécessaire pour que cette transition ait lieu. Il distingue clairement les dynamiques liées aux actions anthropiques, de la dynamique naturelle (abandon des usages). Quand des enjeux sur la faune sont clairement affichés, il est complété par autant de diagramme de dynamique de population.

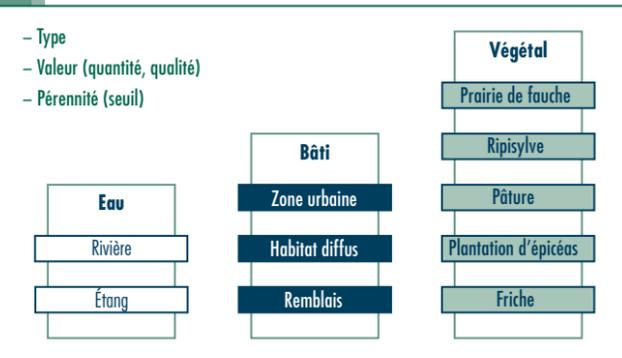
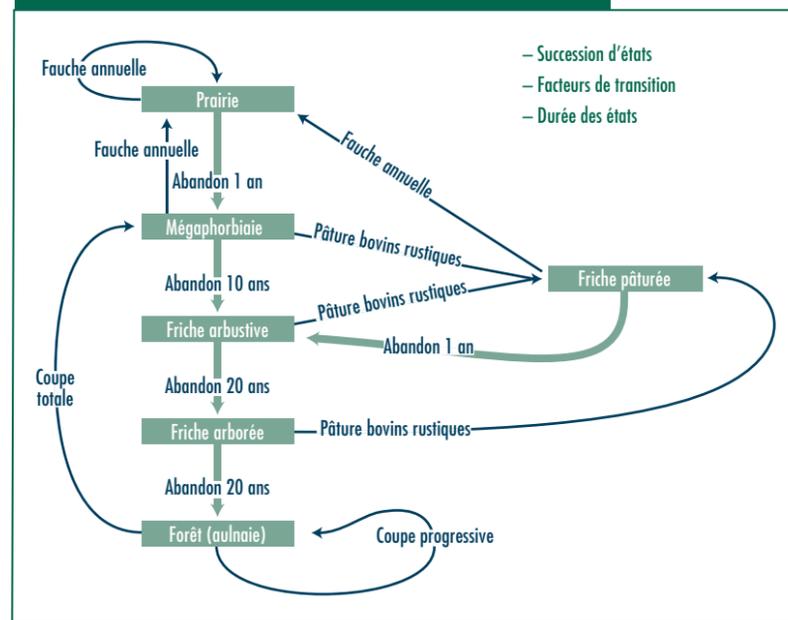


Fig. 3 : Ressources (exemple de la Réserve de biosphère des Vosges du Nord).

Fig. 4 : Dynamiques écologiques. Diagramme de transition (exemple de la Réserve de biosphère des Vosges du Nord).

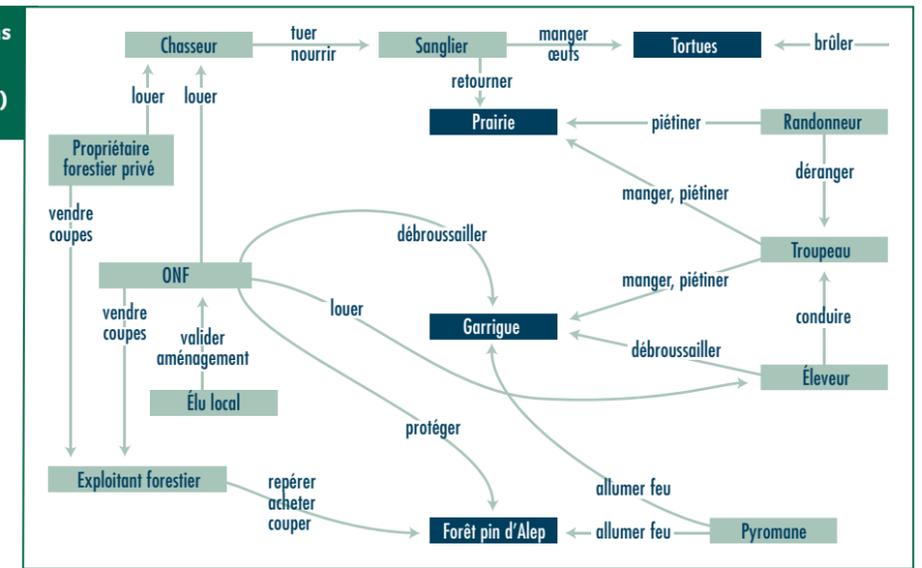


■ Enfin, le diagramme des interactions (Fig. 5) fait la synthèse des précédents en mettant l'accent sur l'articulation entre usagers et ressources. Les flèches symbolisent les interactions entre acteurs et ressources ou entre acteurs à propos des ressources. Elles sont associées à des verbes qui précisent le type d'action qui génère l'interaction et à des indicateurs qui correspondent aux informations utilisées par les acteurs pour prendre leurs décisions. Cette phase est souvent la plus riche et la plus intéressante du processus de modélisation.

Une fois le processus écologique, le territoire et les principales entités de gestion correctement représentés et « implémentés » dans le modèle informatique, il est possible d'utiliser l'outil d'accompagnement ainsi créé de deux façons. Si l'objectif de l'accompagnement est la médiation², il est préférable de rendre la modélisation du fonctionnement de l'interaction entre usagers facilement accessible, de faciliter le partage rapide de représentations du ou des processus mis en jeu dans l'aménagement, tout en laissant libre cours à l'inventivité des participants pour mettre au point une stratégie d'action ou de négociation (d'Aquino et al., 2001). Le médiateur va alors leur faire vivre la simulation en les faisant participer à un jeu de rôles restituant le contexte du territoire en cours d'aménagement (Bousquet et al., 2002). Si l'objectif de l'accompagnement est la conciliation, il est préférable de représenter le plus précisément possible les interactions entre acteurs et ressources et de faciliter la visualisation des conséquences de ces interactions selon la palette de points de vue la plus large possible. Le conciliateur va alors leur proposer de réagir à une série de simulations élaborées à partir de leurs avis individuels et les encourager à utiliser le modèle multi-agent pour construire et comparer des scénarios alternatifs élaborés et évalués collectivement.

Dans le jeu de rôles, afin de faire prendre conscience aux acteurs locaux de la dynamique naturelle en cours et à venir, les participants sont soumis à des règles de dynamique de végétation simples mais suffisamment précises pour rendre correctement compte de l'impact des modalités de gestion. Ils sont également obligés à spatialiser leurs activités et à consacrer un temps donné du jeu à la discussion et aux échanges aussi bien entre rôles similaires, qu'entre rôles antagoniques (négociation multiple). Ils sont enfin projetés dans le futur, le modèle qui sert de support au jeu de

Fig. 5 : Diagramme d'interactions (exemple de la Réserve de biosphère du Luberon)



rôle, simulant les dynamiques paysagères engendrées par les actions décidées individuellement ou collectivement par les joueurs.

Dans les simulations, les participants peuvent visualiser une dynamique paysagère, une dynamique d'action ou une dynamique de production, soit sous la forme de cartes animées, soit sous la forme de graphes dynamiques. Ces points de vue traduisent ce que chacun a l'habitude ou l'envie de voir sur le territoire qu'il gère, qu'il administre ou dans lequel il mène régulièrement une activité. Ils permettent à chacun de comprendre le regard de l'autre et de mesurer l'effet de ses pratiques sur des indicateurs qu'il n'a pas l'habitude d'utiliser.

Applications

Prendre conscience des interactions

Cet aspect fait partie de la démarche en cours d'application dans le cadre de la révision des réserves de biosphère françaises ou pour aider à la réflexion préparatoire à la création d'une nouvelle réserve de biosphère en France. L'exercice se décompose en 4 à 5 demi-journées auxquelles sont conviés les principaux porteurs du projet de création ou de révision. La première journée est consacrée à faire réfléchir les participants aux éléments constitutifs de la réserve de biosphère (acteurs, ressources) et aux principales dynamiques naturelles en jeu, en donnant l'opportunité à chacun de donner son avis. Il s'agit de construire une vision partagée du territoire de la future réserve de biosphère, de stimuler la créativité des personnes présentes et de mettre en évidence les potentiels conflits d'usage. Un effort particulier porte sur la clarification des termes utilisés, la définition des entités décrites et l'établissement des pas de temps concernés.

2. Dans la négociation, deux acteurs tentent de se mettre d'accord directement. Si l'intervention d'un tiers est souhaitée, il s'agira de conciliation si ce dernier propose des solutions, ou de médiation s'il n'en propose pas et ne fait que faciliter la construction d'un accord entre les parties prenantes.

La deuxième journée est consacrée à l'identification des enjeux majeurs de la réserve de biosphère et à l'élaboration de schémas d'interactions à propos de ces enjeux. Cette phase oblige les participants à expliciter les actions ayant un impact décisif sur la dynamique du territoire ou permettant de renforcer un lien social particulier. Elle peut être menée collectivement si le nombre d'enjeux et de participants n'est pas trop élevé, sinon il est préférable de répartir les participants en groupes de 5-6 personnes puis de faire un travail de mutualisation et de remise en cause en fin de séance des schémas élaborés par les groupes.

La dernière demi-journée aborde les échelles de temps et d'espace pertinentes pour représenter les entités de gestion utilisées par les acteurs retenus, puis précise, pour chacun de ces acteurs, l'importance de son activité (nombre d'acteurs et proportion du territoire concernés), son impact économique, social et écologique, et le niveau actuel des connaissances. Elle débouche sur une tentative de spatialisation des enjeux sur les portions de territoire sur lesquelles l'ensemble des acteurs identifiés dans les schémas d'interaction sont présents et où il est envisageable de rendre compatible conservation de la biodiversité et développement durable des activités économiques. Il s'agit de quantifier les principales activités ayant une influence sur la dynamique du territoire et de qualifier la viabilité écologique, économique, sociale et culturelle du mode de développement actuel de ce territoire.

L'exercice regroupe alors tous les éléments pour faciliter l'identification des besoins en recherche, en éducation et en suivi continu, ainsi que pour repérer les acteurs locaux à impliquer et les interfaces sur lesquelles il est indispensable de les considérer. Ces éléments permettent alors d'élaborer de façon concertée le projet

de réserve de biosphère ou la révision du dossier de la réserve de biosphère et pour imaginer quels types de politiques mettre en œuvre pour assurer un développement durable du territoire. (Fig. 6).

Aborder les conflits d'usage

Cet aspect a été traité lors d'un atelier réalisé en 2003 au Bénin, avec six réserves de biosphère d'Afrique de l'Ouest³. La première partie de l'atelier a consisté à faire réfléchir les participants aux éléments constitutifs d'une réserve de biosphère (acteurs, ressources) et les principales dynamiques en jeu (dynamiques écologiques, dynamiques sociales). Pour cela les participants ont été divisés en trois groupes homogènes sur le plan du statut professionnel (comités nationaux du MAB, conservateurs, représentants locaux) mais intégrant un représentant de chaque pays (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Mali, Niger, Sénégal). Afin de mettre tous les participants au même niveau de connaissance sur le territoire concerné, les groupes ont essayé de schématiser le fonctionnement d'une réserve de biosphère fictive volontairement située dans un pays « exotique » pour eux (le Chili) mais visant à protéger des écosystèmes proches des leurs (savanes et forêts sèches, herbivores et félinés)

sauvages,...), dans un contexte rural modelé par des activités agricoles fortement représentées dans leur pays (élevage, chasse, récolte de bois).

L'exercice s'est déroulé sur deux jours. Le premier jour visant à récupérer et organiser les informations considérées essentielles par les 3 groupes, et le deuxième jour visant à co-construire une ébauche de schéma fonctionnel de la réserve de biosphère et une proposition de zonage et d'actions visant à réduire les causes potentielles de conflit. Au cours de la première journée, chaque groupe a répondu aux 4 questions détaillées plus haut, à partir des mêmes informations de base : un texte général de présentation du contexte de la réserve de biosphère virtuelle, des illustrations (photos et bloc-diagramme), des informations complémentaires pouvant être consultées à la demande chez deux personnes ressources préalablement informées par les formateurs.

La confrontation des propositions de chaque groupe et leur discussion collective a permis de mettre en évidence des modes de représentation, des points de vue et une hiérarchisation des objectifs très différente selon l'origine des groupes. Le tableau suivant synthétise les principaux points retenus par chaque groupe concernant les principales ressources, les acteurs prédominants, les processus écologiques déterminants et les activités humaines pouvant mettre en danger ces processus. Une analyse comparative des propositions de chaque groupe a mis en évidence des perceptions qui s'expriment à différentes échelles, aussi bien sur les acteurs que sur les ressources avec des critères de hiérarchie très contrastés.

Ensuite, un travail de partage collectif des représentations a permis d'élaborer une liste regroupant la totalité des acteurs concernés par la réserve de biosphère, les ressources et leur mode d'utilisation. Cette étape a permis de montrer l'importance de se mettre d'accord sur le sens des mots et sur les fonctions attribuées à ces mots lors d'un débat collectif. La construction collective (imposée par l'affectation de 3 droits de parole par personne) de schémas d'interaction entre ces acteurs et les principales ressources a ensuite permis de faire émerger les principales sources potentielles

de conflits entre acteurs. La comparaison des schémas a permis en effet de repérer ceux présentant soit le plus d'impact sur l'espace, soit la plus forte probabilité de conflit.

Trois d'entre eux ont fait l'objet d'un travail plus approfondi en essayant de se mettre d'accord sur les façons d'opérer des acteurs par rapport au type de ressource, à partir de trois aspects de leur comportement. Les participants devaient donner un verbe pour exprimer l'action réalisée, un mot pour expliciter l'objectif visé, une valeur pour quantifier le taux de satisfaction de l'objectif. Cet exercice a permis de mettre en évidence les pressions directes et indirectes sur les ressources, les actions liées à la survie ou au plaisir, ou les lieux d'interactions où peuvent apparaître les conflits. Il a également donné l'opportunité aux participants de mesurer la difficulté

d'établir des critères objectifs pour fixer des règles de gestion garantissant une conservation durable des ressources. La discussion sur les indicateurs dont il faudrait disposer pour mettre en œuvre puis faire respecter cette réglementation a mis en évidence les énormes besoins de connaissance et de suivi nécessaires pour mettre en place et gérer une réserve de biosphère.

L'exemple ci-dessous (Fig. 7) concernant la ressource « faune sauvage » montre clairement l'action directe de ceux qui chassent ou observent, de l'action indirecte de ceux qui vendent les produits de la chasse. Il illustre bien également la différence de perception entre celui qui voit dans la faune sauvage un patrimoine de la société (ONG, conservateur), une source de plaisir (touriste, fermier, chasseur), une réserve alimentaire (chasseur, paysan), une source de profit (commerçant, paysan, conservateur).

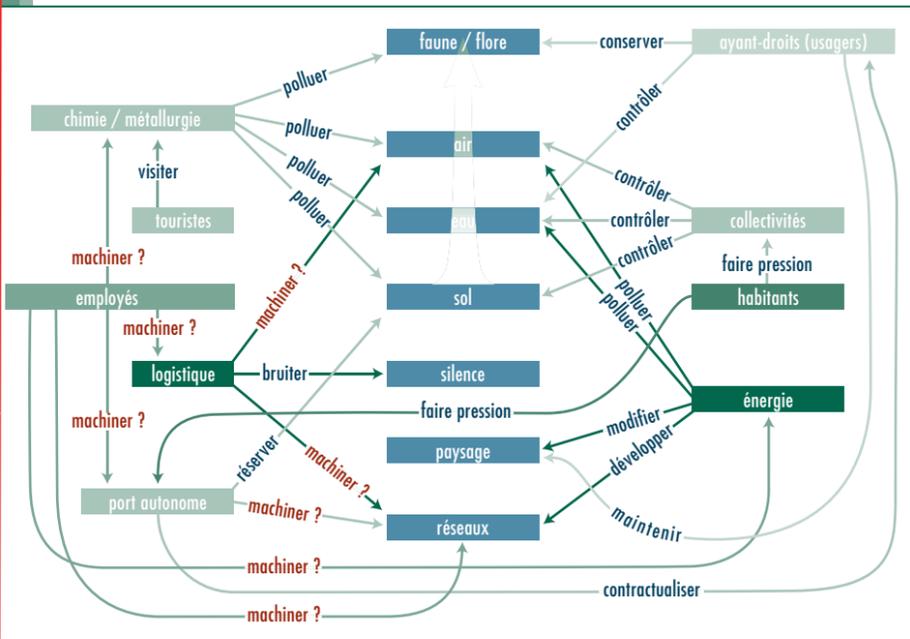
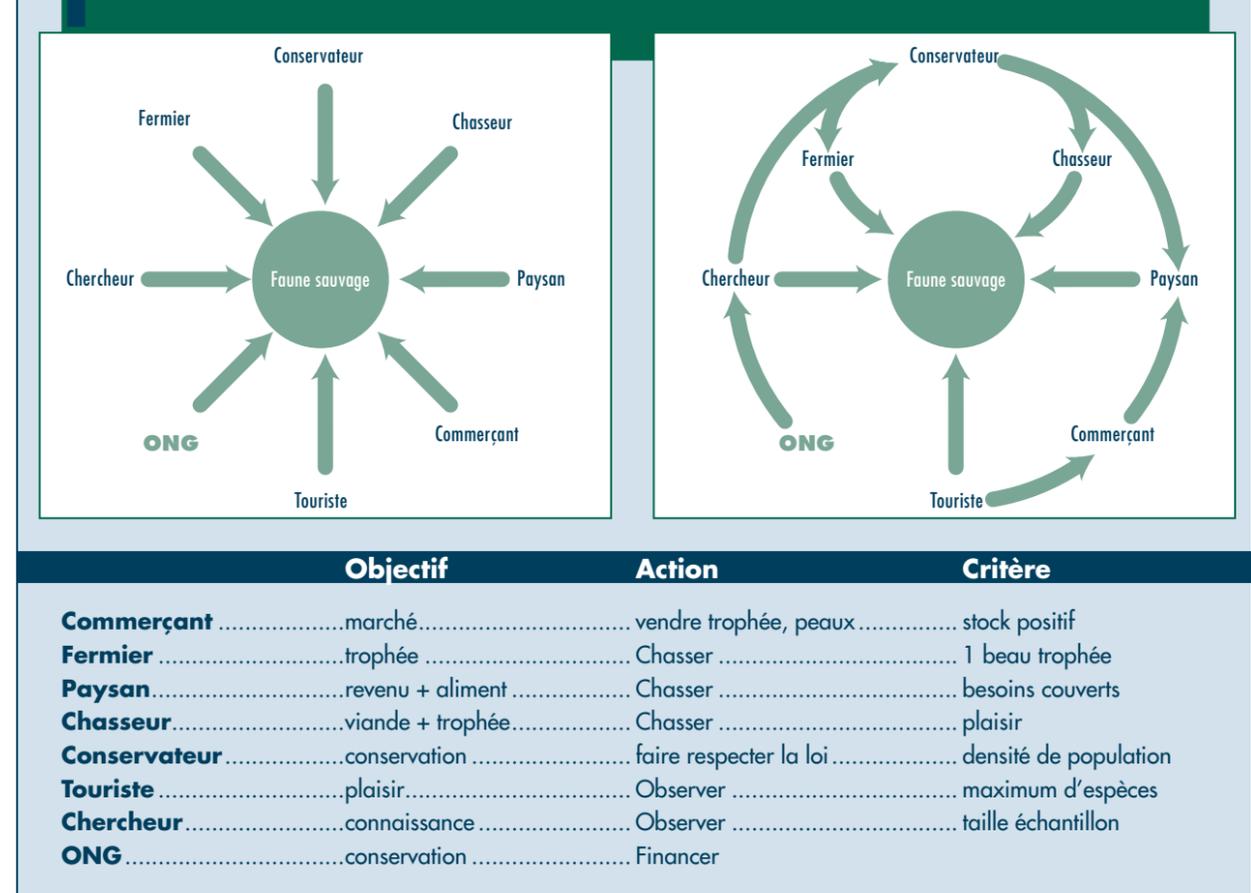


Fig. 6 : Diagramme d'interactions autour de l'interface zone industrielle/zone naturelle (exemple de la révision de la réserve de biosphère de Camargue)

3. UNESCO. 2003. Rapport final. Atelier de formation régional sur le dialogue et la concertation dans les réserves de biosphère d'Afrique de l'ouest. 11-17 mai 2003. Réserve de biosphère de la Pendjari, Bénin. 13 pp + annexes.

Fig. 7 : La ressource « faune sauvage »



L'exemple suivant (Fig.8) concernant la ressource « pâturages » a permis d'ajouter la dimension spatiale comme source potentielle de conflit et de faire prendre conscience que les herbivores sauvages pouvaient être légitimement considérés comme des « prédateurs » de ressources fourragères. Il a également mis en évidence deux façons de gérer le conflit potentiel entre herbivore sauvage et herbivore domestique. Par la voie réglementaire, le conservateur va réduire les droits d'accès au pâturage du paysan pour favoriser l'alimentation des herbivores sauvages. Par la voie négociée, le conservateur va demander au chercheur de rendre compatible la double utilisation des pâturages par les herbivores domestiques et sauvage... et les résultats de cette recherche seront transférés aux éleveurs via les services de vulgarisation agricole.

Favoriser les échanges entre chercheurs et gestionnaires

Cet aspect a été développé dans le cadre d'un projet de recherche-développement financé par l'Institut Français de la Biodiversité suite à l'appel d'offre intitulé « Dynamique de la biodiversité et modalités d'accès aux milieux et aux ressources ». L'objectif était de tester l'application de la démarche de modélisation d'accompagnement pour faciliter les échanges entre chercheurs et gestionnaires autour d'une question commune. La question centrale abordée porte sur l'interaction entre la fermeture des milieux ouverts et l'émergence de nouvelles attentes sociales sur la valeur environnementale de ces milieux. Elle a été soumise au regard croisé de chercheurs des sciences humaines (géographie, sociologie, ethnologie, économie) et des sciences de la nature (écologie, biologie, génétique) dans quatre réserves de biosphère choisies pour leurs conditions écologiques et socio-économiques contrastées.

Ces réserves de biosphère ont toutes en effet connu une histoire commune concernant l'usage de l'espace : forte utilisation au XIX^e siècle, abandon généralisé entre les deux guerres mondiales, déclin des systèmes d'élevages traditionnels, émergence d'un enjeu de « conservation de la biodiversité » depuis les années 1980, développement depuis 50 ans des espèces ligneuses source de profondes modifications de la biodiversité (génétique, spécifique et paysagère), et enfin arrivée de nouvelles catégories d'habitants. Ces points communs concernant l'histoire des interactions société-nature et le questionnement autour de l'impact de l'enfrichement (ou de l'embroussaillage) sur la biodiversité s'inscrivent toutefois dans une grande diversité de situations sociales et écologiques :

- En mer d'Iroise, réserve de biosphère créée en 1988, une île océanique est soumise à un embroussaillage généralisé et abrite une population originale de craves à bec rouge, très sensible au développement des activités touristiques.
- Dans les Vosges du Nord, réserve de biosphère créée en 1989, une immense forêt est entrecoupée d'étroites vallées enherbées, constituées de prairies humides originales, dont l'arrêt de la gestion traditionnelle en pré de fauche remet en cause la diversité floristique et faunistique.
- Au Ventoux, réserve de biosphère créée en 1990, une montagne au milieu des garrigues, abrite une flore et une faune exceptionnelles, mais est le théâtre d'une expansion spectaculaire des forêts de cèdre et de sapin et de ses conséquences sur la qualité génétique des peuplements en cours d'installation.
- Dans le Luberon, réserve de biosphère créée en 1997, les garrigues se ferment au profit des forêts de cèdre et de pin d'Alep, réduisant ainsi la mosaïque

de paysages méditerranéens, tout en augmentant le risque d'incendie.

L'originalité de la démarche a consisté à centrer le travail de formalisation sur les interactions entre dynamiques naturelles et dynamiques sociales, et à confronter collectivement la vision que chercheurs et gestionnaires se font des ressources naturelles et de leur dynamique, en fonction de leurs objectifs propres et selon des critères qui leur sont particuliers. Cette démarche de co-construction, entre chercheurs et gestionnaires, a abordé successivement les 4 questions mentionnées au début et à la base du modèle conceptuel.

La phase d'implémentation du modèle conceptuel a ensuite obligé les gestionnaires à expliciter les règles de décision des principaux acteurs concernés par la gestion des ressources naturelles renouvelables, de préciser les entités spatiales sur lesquelles ces décisions sont prises et selon quel pas de temps les indicateurs à l'origine de ces décisions sont actualisés. La formalisation de ces règles de gestion au moyen d'un modèle multi-agent a grandement facilité la confrontation entre les pas de temps des systèmes naturels étudiés avec les rythmes économiques et sociaux des utilisateurs de ces systèmes. Elle va maintenant permettre de simuler des scénarios de gestion de ces systèmes et d'évaluer leur impact sur la biodiversité à plusieurs échelles (génétique, spécifique et paysagère). L'utilisation du modèle comme objet intermédiaire lors de séances de jeux de rôles prévues en 2006 avec les acteurs locaux devrait aider à mesurer le niveau d'acceptation sociale des scénarios proposés voire d'élaborer de nouvelles options de contrôle de l'accès aux ressources.

Discussion et perspectives

En modélisation d'accompagnement, le modèle joue le rôle d'un objet intermédiaire convivial et dynamique. Il est à la fois un outil de partage de représentations et un outil d'évaluation de scénarios. Le fait qu'il est issu d'une co-construction entre chercheurs et gestionnaires garantit une appropriation aisée de son contenu, une validation directe des représentations qu'il contient et une claire identification des limites de son utilisation. Dans la mesure où il aide à se mettre à la place de l'autre, il assure une bonne lisibilité des rôles de chacun des agents modélisés et stimule la synergie entre connaissances pratiques et expertises techniques, entre savoirs profanes et savoirs scientifiques.

Par contre sa mise en œuvre impose de disposer d'une somme importante de connaissances dans beaucoup de domaines et d'un passage souvent obligé par une plateforme informatique. La réussite de la démarche repose également beaucoup sur les aptitudes du ou des animateurs qui vont se succéder lors du processus de conception-validation-utilisation et sur leur capacité à

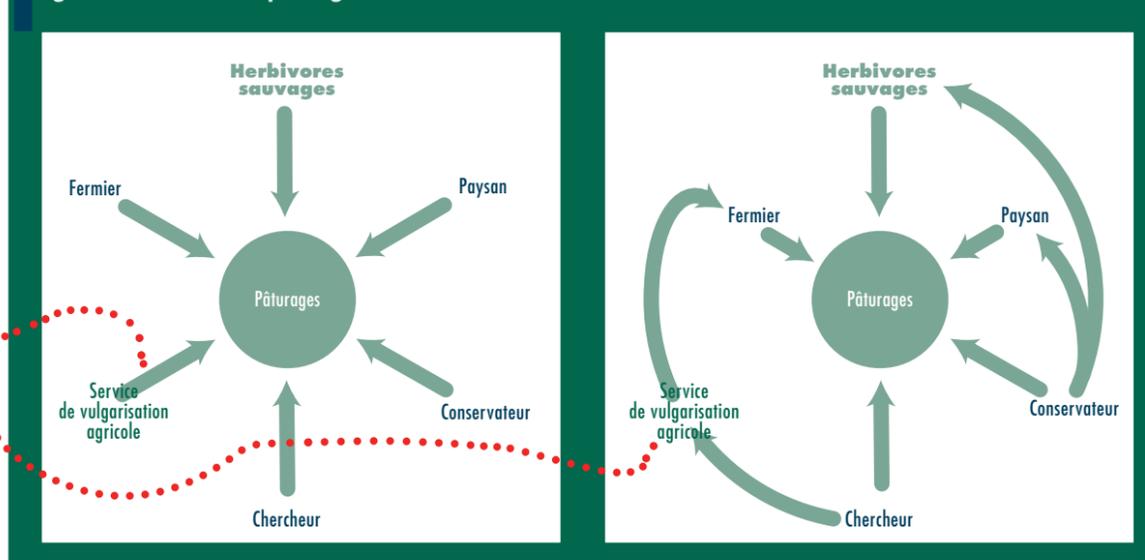
démontrer leur légitimité et garantir leur indépendance. En particulier, la phase de convocation (choix des partenaires, lieu des séances, mode d'invitation) est un exercice très difficile car c'est d'elle que va dépendre la représentativité des participants et donc des agents qui vont jouer un rôle majeur dans le modèle.

Dans les expériences déjà réalisées, le côté innovant bien que relativement déstabilisateur pour les participants à l'exercice, a été particulièrement apprécié et est souvent mentionné comme un aspect fondamental de la démarche. On construit quelque chose à partir de zéro, et c'est la confrontation des connaissances entre acteurs issus de différents domaines et la rigueur dans l'argumentation imposées par la démarche qui donnent toute sa pertinence et sa légitimité au produit final. Le principal écueil reste le passage souvent obligé par l'informatique et ce que cela sous-entend en terme de dépendance vis à vis des techniciens spécialistes de cet outil. Mais peut-on vraiment stimuler une discussion collective sur la gestion des ressources naturelles sans être capable de représenter correctement les processus dynamiques sous-jacents ?

Un autre aspect souvent mentionné comme un handicap lors des évaluations des expériences en cours, concerne la lourdeur de la démarche et la durée de sa mise en œuvre. Si l'on mesure ces aspects sur une application standard qui comprend co-construction du modèle, développement du modèle, conception d'un jeu de rôles, utilisation du jeu de rôles et comparaison de scénarios, il faut en effet compter 1 à 2 ans selon la complexité de la question abordée et l'étendue du territoire concerné. Et pendant ces 1 ou 2 années, il faut pouvoir mobiliser de nombreux acteurs simultanément et dans des sessions de travail qui durent souvent la journée. C'est le prix à payer, mais il est probable que cet investissement est largement compensé par le temps gagné ensuite lors de la mise en œuvre des projets de développement ou d'aménagement issus de la démarche.

La démarche d'accompagnement peut être mobilisée à trois moments de la vie d'une réserve de biosphère : au moment de sa création, en tant que support pédagogique pour faire prendre conscience des processus en jeu (dynamiques paysagères, biodiversité, sensibilité aux incendies), lors de phases de conflits d'usage, en tant qu'outil de médiation entre les partenaires (jeu de rôles), et enfin, au cours des révisions, en tant qu'outil d'aide à la décision pour la mise en place d'un aménagement concerté (scénarios d'aménagement).

Fig. 8 : La ressource « pâturages »



Les flèches de ce texte seront ajustées



Bibliographie

- Auvergne S., Fallet B., Rousseau L. (2001). Proposition d'une méthode d'aide à la concertation. Ingénieries, n° spécial Multifonctionnalité, p. 119-130.
- Bousquet F, Le Page C. (2004). Multi-agent simulations and ecosystem management: a review, Ecological Modelling, 176 (3-4), p. 313-332.
- Bousquet F, Barreteau O., d'Aquino P, Etienne M., Boissau S., Aubert S., Le Page C., Babin D. and Castella JC. (2002). Multi-agent systems and role games : an approach for ecosystem co-management. In Janssen M (Ed), Complexity and ecosystem management: the theory and practice of multi-agent approaches, Elgar Publishers, Northampton, p. 248-285.
- Chauvin C. (2002). L'aménagement, outil de suivi de gestion durable, Ingénieries, n° spécial Aménagement forestier, p. 29-34.
- Costanza R., Ruth M. (1998). Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus. Environmental Management, 22, pp. 183-195
- d'Aquino P, Etienne M., Barreteau O., Le Page C., Bousquet F. (2001). Jeux de rôle et simulations multi-agents. In : Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision, Malézieux E., Trébuil G., Jaeger M. (eds), CIRAD-INRA, Paris, p. 373-390.
- d'Aquino P, Le Page C., Bousquet F, Bah A. (2003). Using self-designed role-playing games and a multi-agent system to empower a local decision-making process for land use management: The SelfCormas experiment in Senegal, Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 6(3).
- Etienne M., Le Page C., Cohen M. (2003). A step-by-step approach to building land management scenarios based on multiple viewpoints on multi-agent system simulations, Journal of Artificial Societies & Social Simulations 6(2)
- Etienne M. (2003). SYLVOPAST a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning, Journal of Artificial Societies & Social Simulations 6(2).
- Etienne M., collectif ComMod (2005). La modélisation comme outil d'accompagnement. Natures, Sciences et Sociétés, 16(2).
- Ferber J. (1995). Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective, InterEditions, Paris.
- Holling C. (1978, Adaptive environmental assessment and management, John Wiley, London.
- Purnomo H., Vanclay J. (2003). Multi-agent simulation of alternative scenarios of collaborative forest management, Small-scale Forest Economics, Management and Policy, 2(2), p. 277-292.
- Subotsch-Lamande S., Chauvin C. (2002). L'aménagement forestier en Europe et en Amérique du Nord, nouveaux concepts et techniques, nouvelles réponses, Ingénieries, n° spécial Aménagement forestier, p. 21-28.
- Walters C. (1986). Adaptive management of renewable resources, New York, McGraw Hill.

Co-construction dans six réserves de biosphère d'Afrique de l'Ouest : à la recherche d'indicateurs d'interactions pour gérer la biodiversité

Développement durable, indicateurs d'interactions et réserves de biosphère

L'Agenda 21, apparu dans le courant du Sommet de la Terre à Rio en 1992, a fixé des objectifs qui permettraient d'atteindre le développement durable, regroupés en quarante chapitres. Le 40^e et dernier chapitre appelle à une harmonisation des efforts afin de permettre la construction d'indicateurs de développement durable : « Les méthodes d'évaluation des interactions entre les divers paramètres de l'environnement, de la démographie, de la société et du développement ne sont pas suffisamment développées et appliquées. Il faut donc élaborer des indicateurs du développement durable afin qu'ils constituent une base utile pour la prise de décisions à tous les niveaux et contribuent à la durabilité autorégulatrice des systèmes intégrés de l'environnement et du développement » (Commission on Sustainable Development, 1992, 40.4).

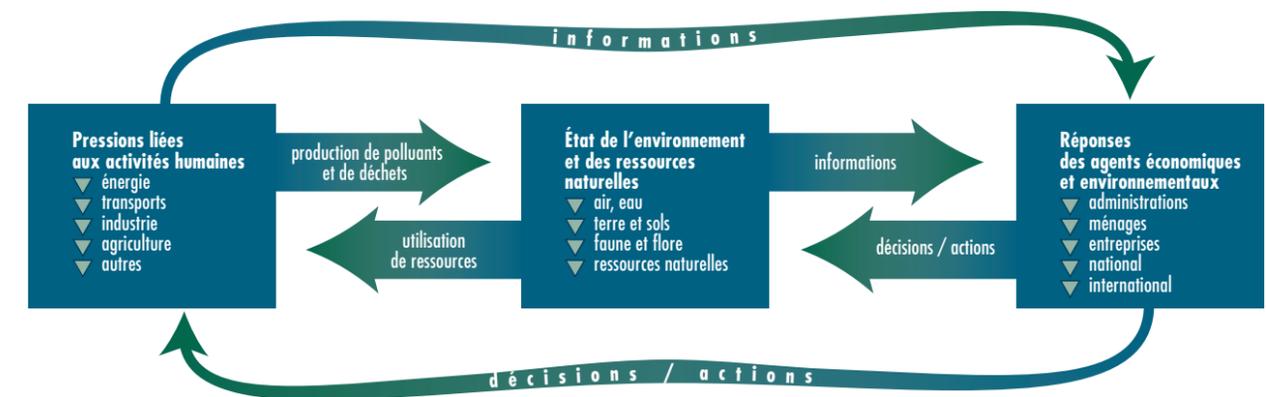
Travailler sur les interactions entre l'Homme et la biodiversité est l'une des approches du programme intergouvernemental MAB de l'UNESCO, en s'appuyant

HAROLD LEVREL, ISSA MAMAN-SANI, LAMINE KANE, KARIMOU AMBOUTA, MAIGA MAHAMANE, JEANNE MILLOGO ET PITY BALLÉ

pressions que les activités humaines génèrent sur l'état de l'environnement et d'identifier les réponses sociales qui permettront de compenser les effets négatifs des pressions. Ils ont inspiré les indicateurs forces motrices-pression-état-impact-réponse de l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA, 2003), les indicateurs forces motrices-état-réponse de la Commission pour le Développement Durable (CSD, 2001) ou les indicateurs pression-état-usage-réponse-capacité de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD, 2003).

Dans le cadre d'un programme régional¹ visant à mieux appréhender les interactions dynamiques entre acteurs et ressources, de nouvelles approches méthodologiques – fondées sur la médiation et les savoirs locaux – ont été testées.

Fig. 1 : Indicateurs PER (OCDE, 2001)



notamment sur les réserves de biosphère. Les réserves de biosphère sont des sites qui permettent de tester la pertinence d'indicateurs s'intéressant aux interactions entre les paramètres sociaux et écologiques.

Il existe plusieurs sortes d'indicateurs d'interactions. Les indicateurs PressionEtatRéponses (PER) mis en place pendant les années quatre-vingt-dix (OCDE, 1994) sont les plus utilisés. Ils permettent d'évaluer les

1. Projet régional UNESCO-MAB/PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement)-FEM (Fonds pour l'Environnement Mondial) sur le « Renforcement des capacités scientifiques et techniques pour une gestion effective et une utilisation durable de la diversité biologique dans les réserves de biosphère des zones arides d'Afrique de l'Ouest ». Ce programme de recherche concerne six réserves de biosphère en Afrique de l'Ouest : Pendjari au Bénin, Mare aux Hippopotames au Burkina Faso, Comoé en Côte d'Ivoire, Boucle du Baoulé au Mali, W au Niger et Niokolo Koba au Sénégal.

La co-construction d'indicateurs d'interactions

Les interactions

Le concept d'interaction désigne en biologie le processus par lequel deux ou plusieurs éléments se déterminent mutuellement par une relation réciproque. En sciences sociales, l'interaction désigne l'action des individus qui adaptent leurs comportements en fonction les uns des autres dans une situation donnée (Letonturier, 2004, p.540). Elles peuvent être de nature directe ou indirecte. Un exemple d'interaction directe est la relation proie-prédateur entre deux populations A et B. Un exemple d'interaction indirecte est la relation de concurrence entre une population A et une population B à propos d'une ressource C dont elles dépendent toutes les deux.

Les indicateurs d'interactions

Un indicateur est un objet pluriel qui peut être défini à partir de sa fonction, de l'outil qu'il représente et/ou de la méthode de construction qui a conduit à son élaboration :

- **L'aspect fonctionnel** : un indicateur a pour fonction de fournir une information synthétique sur un phénomène donné de manière à pouvoir communiquer, comprendre, ou prendre des décisions concernant ce phénomène;
- **L'aspect instrumental** : un indicateur est un instrument composé d'un mécanisme de synthétisation – agrégation, moyenne, pondération... – permettant de résumer un grand nombre d'informations et d'une interface – indice, carte, couleur... – permettant l'émission de signaux, au sein desquels se trouve l'information synthétisée. Pour être efficace, l'indicateur doit avoir une forme adaptée à sa fonction, comme n'importe quel autre outil. Celle-ci doit par ailleurs être adaptée aux capacités et aux représentations des utilisateurs potentiels, de manière à ce que l'information synthétique contenue dans le signal puisse être facilement extraite ;
- **L'aspect constructiviste** : un indicateur est un outil construit à partir d'une méthode impliquant une division sociale du travail – collecteurs de données, spécialistes, statisticiens... – et un processus de décision – négociation, médiation, concertation, validation... C'est la combinaison de ces deux éléments qui conduit à l'adoption de conventions concernant l'indicateur – unité de mesure, échelle spatiale de référence, mécanisme de synthétisation. Ces conventions seront à la fois partielles et partiales mais pourront néanmoins apparaître comme légitimes si la méthode est en adéquation avec les fonctions attendues de l'indicateur ainsi produit.

Les indicateurs d'interactions représentent donc des outils socialement construits ayant pour objectif de fournir des informations synthétiques sur la manière dont des phénomènes s'influencent réciproquement, dans le but de communiquer ou de prendre des décisions à propos de ces co-évolutions.

Les indicateurs d'interactions : pour qui et pour quoi ?

L'approche préconisée ici a pour but de faciliter la concertation entre les acteurs à propos de la biodiversité. Cela signifie fournir aux acteurs les opportunités de coordonner leurs représentations, leurs intérêts et leurs opinions, parfois divergents, afin qu'ils puissent travailler ensemble sur les objectifs de développement et de conservation ainsi que sur les méthodes et les outils pour atteindre ces objectifs.

La méthodologie implique que les indicateurs d'interactions sont destinés à l'ensemble des personnes concernées par les réserves de biosphère – gestionnaires, populations locales, scientifiques – et qu'ils doivent permettre une meilleure communication entre acteurs à propos des ressources, tout en renforçant leurs capacités techniques et scientifiques grâce à un meilleur accès à l'information.

Des hypothèses méthodologiques adaptées aux objectifs fixés : comment et par qui ?

Pour définir les fondements théoriques et éthiques du processus de construction, une liste d'hypothèses préalables a été établie :

La première hypothèse est qu'il existe une symétrie d'ignorance (Arias and Fischer, 2000). Aucun acteur – individuel ou collectif – ne dispose de suffisamment de connaissances pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature collective. Les connaissances sont dispersées dans des rapports, des pratiques, des institutions, des savoirs, des mémoires. Dans ce cadre, les savoirs scientifiques et les savoirs profanes se complètent. D'autre part, les acteurs concernés par un problème commun disposent de différentes légitimités.

La seconde hypothèse, il est nécessaire de mettre en place un protocole qui facilite un « désenclavement » de l'information et la participation de toutes les parties prenantes afin qu'un maximum de personnes puissent bénéficier des savoirs et des expériences dispersées et qu'il existe ainsi une certaine égalité dans l'accès à l'information (Dietz et al., 2003). Le partage de ces informations doit offrir une base à partir de laquelle il sera possible de créer un langage commun permettant de lancer des discussions et d'échanger des opinions. Cela implique l'abandon des « méthodes experts » au profit d'une démarche qui peut être qualifiée de « démocratie techni-

que » et qui implique une participation large des acteurs locaux au processus de construction des indicateurs (Callon, Lascoumes, 2002). Cette démarche nécessite l'adoption de deux principes élémentaires : les participants doivent avoir des poids égaux lors des échanges et la démarche doit rester de nature volontaire quoiqu'il advienne (Dietz et al., 2003).

La troisième hypothèse est que le processus doit bénéficier d'une certaine « extériorité » – ou neutralité – aux yeux des participants afin qu'il puisse apparaître comme juste. Cette extériorité peut être garantie par un ou plusieurs médiateurs reconnus comme légitimes par toutes les parties, et qui auront pour objectif de faire émerger une structure de concertation (Weber, 1996).

Compte tenu de ces éléments, un processus de co-construction des indicateurs d'interactions a été proposé. Celui-ci est fondé sur une division sociale du travail élargie intégrant des représentants des populations locales, des gestionnaires de la réserve de biosphère, des scientifiques issus des sciences de la nature et des sciences sociales, ainsi qu'un processus de décision fondé sur la médiation.

Le protocole : un processus de co-construction

La notion de co-construction répond à celle de co-gestion qui implique un partage des savoirs et des pouvoirs. Elle renvoie aux méthodes de modélisation d'accompagnement (Etienne et al., 2005 et voir cet ouvrage).

Le processus de co-construction est coordonné dans chaque pays du projet en Afrique de l'ouest par un point focal « indicateur d'interactions » ayant une expérience de la question des indicateurs. Pour chaque réserve de biosphère, le travail de co-construction se déroule sur une quinzaine de jours et en deux étapes².

La première étape dure une semaine et consiste à aller à la rencontre des représentants des communautés locales. Les rencontres ont lieu avec des groupements professionnels, des groupements d'intérêts, des villages ou des représentants individuels. L'objectif est d'établir un premier contact, de présenter les objectifs du programme et de lancer des discussions. Ces dernières sont centrées sur les aspects liés à l'accès et aux usages de la biodiversité – notamment identification des ressources pour les acteurs, diminution de certaines ressources, conflits d'accès ou d'usage, relations des communautés locales avec le personnel de la réserve de biosphère... – de manière à mieux appréhender les situations institutionnelles et écologiques dans lesquelles évoluent les

2. Il faut souligner que ce que nous appelons « processus de co-construction » ne représente que la première phase d'un travail sur les indicateurs d'interactions devant s'étaler sur une période de deux ans.

acteurs. Lors de ces rencontres, il est demandé aux personnes présentes de désigner un représentant qui pourra parler en leur nom lors d'une réunion de travail ayant lieu la semaine suivante. Il est précisé que ce représentant devra procéder à des restitutions dans son village et auprès des groupements qu'il représente (chasseurs, pêcheurs, éleveurs, etc.). Cet exercice de restitution sera suivi par le point focal indicateur dans chaque pays. Par ailleurs, il est prévu que les questionnaires tiendront informés ces représentants des évolutions du programme après la fin de cette première phase de travail.

Le choix des acteurs et des groupements rencontrés est fonction de plusieurs critères :

- représentativité des activités existant dans la réserve de biosphère ;
- représentativité des villages situés dans la réserve de biosphère (dans les aires de transition pour la plupart) ;
- représentativité des groupements à faible statut.

Les rencontres réalisées sont également liées à des facteurs subjectifs comme les contraintes géographiques et de temps, les réseaux de relations des points focaux ou des gestionnaires, et parfois même le hasard.

Cette première phase de travail permet d'identifier plusieurs médiateurs potentiels pour la réalisation du processus de co-construction. Ces derniers sont choisis à partir de leur légitimité aussi bien auprès des populations locales que des gestionnaires, mais aussi de leur institution d'origine et de leurs expériences de médiation locale. Un objectif est d'avoir deux animateurs n'appartenant pas aux mêmes institutions de manière à ce qu'il existe un certain auto-contrôle.

La deuxième phase, qui dure entre trois et quatre jours, concerne la co-construction des indicateurs. Elle consiste à réunir les représentants des acteurs locaux – c'est-à-dire entre dix et quinze personnes –, deux scientifiques connaissant le terrain étudié – l'un issu des sciences sociales et l'autre des sciences de la nature –, un ou deux gestionnaires de la réserve et les deux médiateurs locaux.

Le processus de co-construction se résume à un certain nombre de règles qui vont permettre d'organiser le travail de production des indicateurs. Il a pour objectif de respecter la diversité des perceptions et des points de vue tout en cherchant à créer un langage commun visant à coordonner ces derniers.

Les scientifiques ont pour principale fonction de renseigner les participants lorsque ces derniers ont besoin d'informations précises, en particulier en cas de désaccords ou de vérifications sur des points particuliers. Ils

ont aussi pour rôle d'organiser les informations fournies. Ils ne doivent en revanche pas intervenir directement dans les processus de négociation et de choix collectifs.

Le rôle principal des médiateurs est de noter sur un tableau les résultats des discussions, d'établir un climat de confiance et de contrebalancer les rapports de force lors des processus de négociation, mais aussi de faire office de traducteurs – les participants ne parlant pas tous la même langue locale. **Les discussions sont facilitées par le recours à des outils de médiation – schémas, carte de la réserve, icônes, figurines, flèches – permettant de formaliser petit à petit les résultats des discussions (voir figure 3 sur la réserve de biosphère du Niokolo Koba, Sénégal).**

La méthode de co-construction doit être simple et pragmatique. Il n'est pas question de parler d'« indicateurs » ou de « biodiversité », concepts qui ne renvoient à rien de concret pour les participants, mais de « ressources », de « relations », de « signes » ou de « pratiques ». Le travail est organisé en étapes qui se déroulent autour de questions simples, inspirées du travail réalisé dans la réserve de biosphère de la Pendjari, en mai 2003³ :

- ▼ « Quels sont les acteurs qui exploitent les richesses naturelles de la réserve pour répondre à leurs besoins ? »
- ▼ « Quels sont les six acteurs les plus importants parmi cette liste ? »
- ▼ « Quelles sont les ressources de la réserve pour chacun de ces acteurs ? »
- ▼ « Quelles sont les relations qui existent entre ces ressources ? »
- ▼ « Comment ces acteurs se procurent, prélèvent et/ou exploitent ces ressources ? »
- ▼ « Que font-ils avec ces ressources ? Et avec qui ? »
- ▼ « Quelles sont les relations qui existent entre ces acteurs à propos des ressources de la réserve ? »
- ▼ « Quels sont les informations, les critères et les contraintes à partir desquels les acteurs adoptent des décisions concernant leurs activités ? »
- ▼ « Quels sont les signes qui montrent que les ressources sont plus abondantes ou sont plus rares dans la réserve ? ».

Ces questions ont pour objectif de lancer et de stimuler les discussions autour des usages de la biodiversité et des informations qui s'y rapportent. Pour traiter ces questions, les participants se réunissent en deux groupes de travail. Les animateurs passent dans les deux groupes pour vérifier que tout le monde s'exprime et que les questions ont bien été comprises.

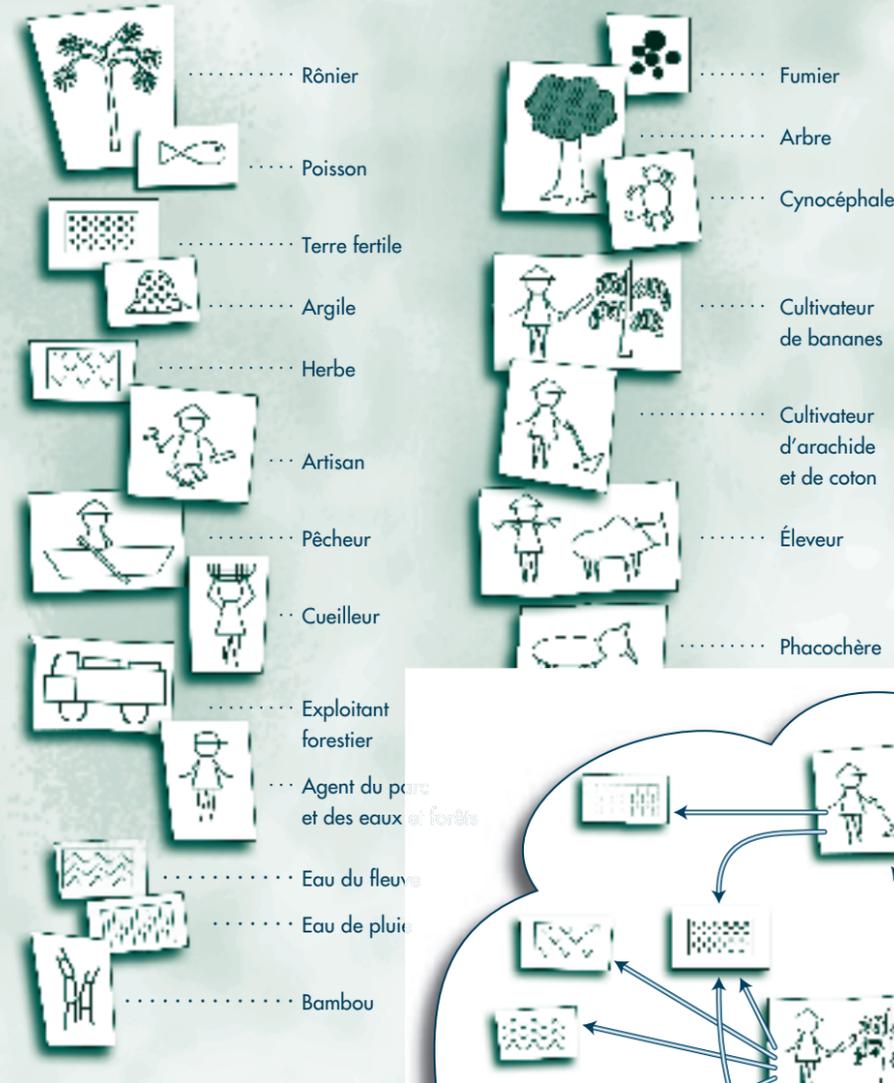
Une restitution collective a lieu pendant laquelle les participants échangent leurs points de vue et négocient lorsqu'il existe des désaccords sur le choix des acteurs, des ressources ou des interactions. Les discussions se prolongent jusqu'à ce qu'un consensus se forme entre les participants. S'il n'y a pas de consensus possible, les médiateurs tiennent compte des différentes perceptions pour la poursuite du travail. Les médiateurs prennent part aux discussions afin d'organiser les débats, de souligner les regroupements possibles – en vue de limiter le nombre de paramètres à prendre en compte –, d'éviter l'utilisation de termes ne renvoyant à rien de concret ou d'identifier les incohérences dans les descriptions. Ils régulent les temps de paroles de manière à ce que chaque participant puisse s'exprimer sur les sujets abordés. Le processus de co-construction nécessite la présence de médiateurs de « qualité », capable d'atténuer les rapports de forces qui se mettent en place lors des processus de dialogue et de concertation.

Lorsque des choix sont fait concernant les acteurs, les ressources ou les interactions, les médiateurs en synthétise le résultat et le reportent sur un tableau. Cela permet de transcrire petit à petit la description du système d'interactions acteurs-biodiversité et d'offrir une représentation synthétique des résultats. On peut noter que les questions relatives aux interactions sociales et écologiques émergent souvent sans que les médiateurs n'aient besoin de les poser. En effet, lorsque les participants décrivent leurs usages ou leurs critères d'action, les acteurs avec lesquels ils entrent en relation pour atteindre leurs objectifs ou réaliser leurs activités sont spontanément évoqués. De la même manière, parler des signes d'évolution des ressources conduit toujours les participants à évoquer les interactions qui existent entre les différentes ressources.

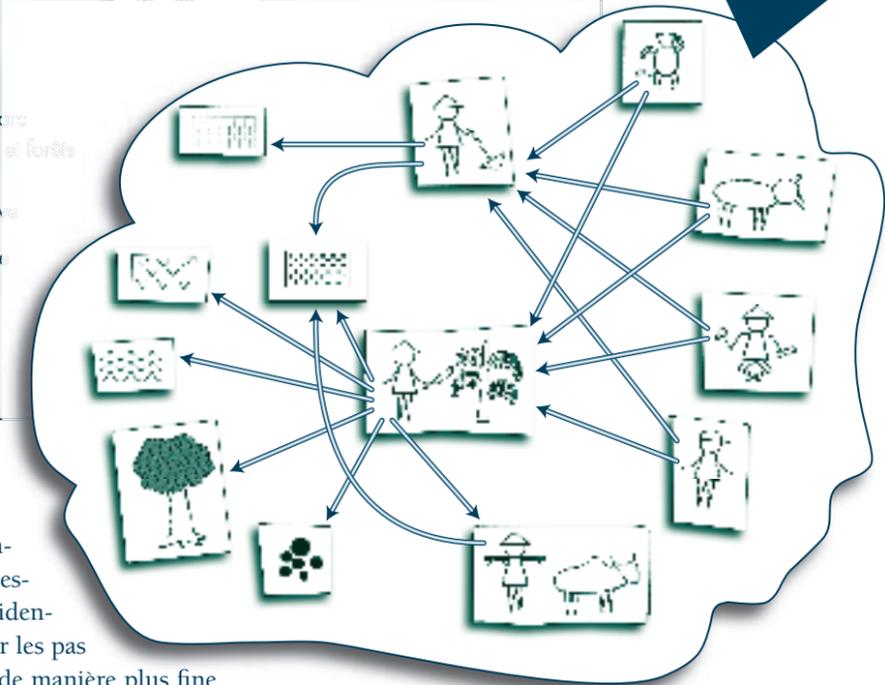
Des simulations sont ensuite lancées à partir de scénarii proposés par les participants de manière à rendre les indicateurs plus dynamiques, plus « vivants ». Pour cela trois types d'outils ont été utilisés : des matrices d'interactions, des schémas composés d'icônes et de flèches accompagnés de cartes géographiques, des jeux de

3. Ces questions ne représentaient qu'une base que les médiateurs faisaient évoluer en fonction des langages, des contextes, de l'évolution du travail ou de l'intérêt des participants. L'ordre des questions, leur forme ou leur niveau de détail variait d'un site à l'autre.
 4. Cette formulation assez large vise à identifier ce que nous nommons les « critères d'actions ». Ils représentent les éléments qui structurent les actions individuelles. Ces paramètres peuvent être liés à des informations, des institutions, des interactions sociales, des besoins ...
 5. Le pas de temps concerne la manière dont on envisage l'évolution du système. Le pas de temps adéquat correspond ainsi aux échelles de temps les plus significatives pour comprendre l'évolution du système étudié : la saison, l'année, la journée ou encore la période de transhumance représentant autant de pas de temps qui peuvent sembler adéquat pour comprendre l'évolution des interaction acteurs-biodiversité dans les réserves de biosphère.

Fig. X Exemple des supports utilisés dans la réserve de biosphère du Niokolo Koba



Je suggère de placer ce graphique bien intéressant là où on en parle, en tant que figure.
 Si on est d'accord, je mettrai à jour la numérotation des autres figures.



rôle. Ces simulations permettent de faire co-évoluer les indicateurs correspondant aux descriptions données par les participants et ainsi de tester la cohérence des interactions, d'identifier des oublis éventuels, de définir les pas de temps adéquats⁵, de paramétrer de manière plus fine les interactions.

Les indicateurs d'interactions obtenus

Une redéfinition des pressions

Si les participants évoquent systématiquement les pressions comme une source de dégradation des ressources, celles-ci ne concernent jamais leurs activités. Il semble ainsi que les pressions sont « les usages des autres ». Les usagers de la réserve ont souvent des

visions simplifiées des activités qu'ils n'exercent pas et qu'ils considèrent comme des pressions, mais ils refusent l'idée que leurs activités puissent être qualifiées comme telles. Ainsi, lorsqu'on évoque les usages et les critères de décision, les participants cherchent à montrer la diversité des pratiques et des techniques liées à leurs activités ou à justifier tel ou tel usage. Cette étape de la co-construction leur offre en effet l'occasion d'expliquer aux autres participants – et en particulier aux gestionnaires – ce qu'ils font, pourquoi et comment, et de montrer



que leurs activités ne peuvent être considérées comme de simples « pressions ». Les indicateurs PER ne visent pas à ce que les participants se comprennent mieux mais plus à classer les activités comme « pressions » et à désigner les auteurs de ces pressions, ce qui peut exacerber les tensions et certains conflits.

D'autre part, les pressions sur l'environnement ne sont pas forcément de nature anthropique – espèces invasives par exemple – Typha Australis à la Mare aux Hippopotames ou Sida Cardifolia au W. La concurrence sur les ressources entre la population croissante d'éléphants et les villages situés autour de la Réserve de biosphère de la Pendjari au Bénin provoque de nombreux dégâts dans les champs par exemple.

Les usages de la biodiversité peuvent contribuer à maintenir ou renouveler cette dernière et ainsi offrir des opportunités à la nature. C'est le cas par exemple lorsque l'homme crée des ruches qui vont engendrer une augmentation des populations abeilles et permettre la pollinisation de nombreuses espèces de plantes ou lorsque l'homme, de part ses usages, contrôle une espèce invasive. Dans ce cas, l'interaction qui existe entre l'homme et son milieu naturel est une relation de type mutualiste, c'est-à-dire des relations de bénéfices réciproques. Ces relations ne peuvent être intégrées dans le cadre PER. Or, il apparaît tout aussi important d'identifier des indicateurs d'interactions permettant de suivre les usages représentant des pressions que ceux représentant des opportunités pour la biodiversité – symbiose – ou ceux qui n'ont tout simplement pas d'effet notable sur celle-ci – commensalisme – pour imaginer de réelles possibilités de réconciliation entre objectifs de développement et objectifs de conservation. C'est pourquoi il est plus intéressant de parler de « forces » que de « pressions » – le système pouvant être « forcé » de manière négative ou positive par les activités humaines.

Concernant les réponses, les indicateurs qui s'y rapportent sont traditionnellement le pourcentage de surfaces protégées ou l'existence de parcs. Dans le cas de notre étude, les réponses institutionnelles classiques existent donc déjà.

Les réponses évoquées par les représentants des populations locales sont liées à la précarité de leur situation : matériel professionnel qui permettra de produire plus ou de fournir une plus grande valeur ajoutée aux produits à travers leur transformation ; équipements tels que les forages pour l'accès à l'eau ou les infrastructures routières pour l'accès au marché. Des réponses concernant plus spécifiquement les conflits ont aussi été évoquées : processus de conciliation et clarification des droits d'accès et d'usages ; aménagement des parcours de transhumance en points d'eau...

Du côté des gestionnaires, deux courants opposés sont apparus. Le premier préconise des réponses radicales comme d'abattre l'ensemble d'un troupeau attrapé dans la zone centrale de la réserve de biosphère, en espérant obtenir l'arrêt des incursions des éleveurs transhumants. Le second, fondé sur une gestion participative, préconise de mettre en place des politiques de co-gestion. Dans les deux cas, il a été souligné le besoin en infrastructures, en équipements et en formations pour se déplacer, communiquer entre postes de contrôle, assurer le suivi de la biodiversité et mieux contrôler l'accès aux zones centrales.

Enfin, les représentants des programmes de conservation et les scientifiques qui y participent ont de nombreuses réponses à offrir à l'érosion de la biodiversité dans ces sites. Entre autre, le développement de l'écotourisme ; l'utilisation de foyers améliorés de manière à réduire les consommations de bois ; l'utilisation d'engrais naturels pour intensifier sans polluer ; l'utilisation de fourrage pour réduire les pressions de pâturages...

Les réponses varient en fonction des catégories d'acteurs qui les proposent. Si pour les populations locales, les réponses à l'érosion de la biodiversité passent par le développement des capacités de production et l'accès au marché, celles des gestionnaires concernent plutôt les capacités de surveillance et, selon, de sanction ou de négociation dont ils disposent. Enfin, les programmes de conservation recherchent quant à eux une solution intermédiaire visant à réconcilier les objectifs de développement et de conservation.

Cette diversité de réponses permet de mettre en relief le caractère politique de cette catégorie d'indicateurs. Les indicateurs de réponse ne pourront être utiles aux gestionnaires que s'ils sont articulés avec des indicateurs renseignant sur les capacités individuelles et collectives de réponses mais aussi sur l'effectivité de ces réponses. Les capacités de réponses individuelles sont liées pour une part importante à la dépendance des populations vis-à-vis de la biodiversité. Les capacités de réponses collectives renvoient pour leur part aux capacités institutionnelles et organisationnelles. Il s'agit en particulier d'identifier des indicateurs qui permettent d'évaluer les capacités des populations locales à prendre en main la gestion des ressources dont elles dépendent. Enfin, l'effectivité des réponses sera largement fonction de la légitimité du processus qui a conduit à l'adoption des réponses. Ces différents éléments dépendent d'un grand nombre de paramètres économiques – moyens financiers, humains, techniques et organisationnels – et sociaux – volontés politiques en amont, nature des relations sociales locales, divergences d'intérêts, statuts des

parties prenantes, institutions d'accès et d'usages existantes – qui rendent l'identification d'indicateurs de réponse extrêmement délicate à mettre en œuvre.

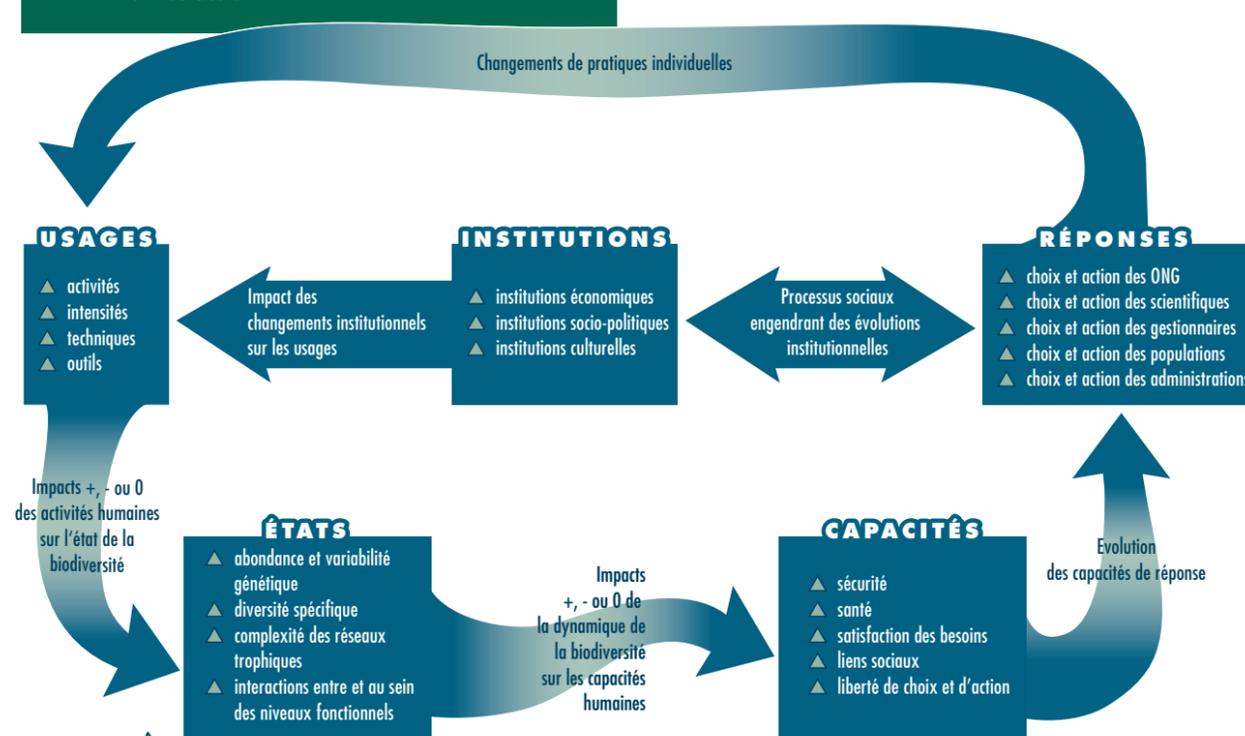
Enfin, les interactions écologiques et les interactions sociales à propos de la biodiversité ne sont pas prises en compte dans le modèle PER alors que les participants y accordaient une grande importance lors de la description des interactions. Il semblerait donc important de développer ces catégories d'indicateurs d'interactions.

A partir de ces différentes remarques et suggestions, nous proposons un cadre conceptuel alternatif au modèle PER qui pourrait permettre d'organiser différemment les indicateurs d'interactions pour la gestion de la biodiversité (Fig. 2).

Les indicateurs centrés sur l'état de la biodiversité et les usages des acteurs

Les indicateurs concernant la biodiversité ont été abordés à partir des signes d'évolution des ressources perçus par les populations lorsqu'elles mènent leurs activités. Les acteurs locaux sont en effet le plus souvent complètement dépendants des ressources qui les entourent et suivent un ensemble de signes qui leur donnent des informations sur l'évolution de celles-ci. Ils ont ainsi des informations spécifiques sur l'évolution d'une ressource. Parmi ces signes, certains renvoient à des usa-

Fig. 2 : Schéma alternatif pour des indicateurs d'interaction



tés. Ces indicateurs renvoient aux « capacités » dont ils disposent et qui concernent l'usage des ressources mais aussi les éventuelles réponses adaptatives. Ces capacités sont principalement liées aux institutions⁶ en présence et à l'état de la biodiversité (Tableau 1).

Ces éléments fournissent une information précieuse aux personnes qui souhaitent communiquer autour de la conservation de la biodiversité et faire évoluer les usages. Ils permettent en particulier de savoir quels sont les indicateurs qu'il faut faire évoluer si l'on veut observer de

véritables changements dans la dynamique du système. L'intérêt de ces indicateurs est qu'ils permettent de mieux comprendre comment et pourquoi les acteurs adoptent tel ou tel type d'usage et de s'intéresser aux capacités d'adaptation de ces acteurs. Si ces capacités sont limitées (auto-consommation, pas de techniques de substitution, pas de ressources alternatives), il est difficile de modifier les pratiques sans fournir de nouvelles opportunités aux acteurs concernés. Ces indicateurs permettent de souligner que la mise en place de politiques de conservation et l'identification d'indicateurs de réponse en rapport avec celle-ci nécessite la prise en compte de politiques accompagnatrices de développement local.

Tableau 1 : Indicateurs de biodiversité et d'usages obtenus dans les réserves de biosphère étudiées pour le chasseur, le pêcheur et l'apiculteur⁷

Acteurs	Signe d'évolution des ressources	Indicateurs d'usages	Critères de décision
	<ul style="list-style-type: none"> nombre de ruches taille des essaims pluviométrie rapidité du temps de remplissage des ruches en miel par les abeilles évolution du nombre de ruches modernes / ruches traditionnelles 	<ul style="list-style-type: none"> nombre d'apiculteurs nombre de ruches observées sur arbre % ruches modernes / ruches traditionnelles production de miel nombre d'associations de producteurs de miels matériel disponible pour conditionner miel 	<ul style="list-style-type: none"> facilité de colonisation d'une ruche facilité de construction d'une ruche facilité de récolte du miel coût de la ruche qualité du miel recherchée demande de miel prix du miel disponibilité en sites qui répondent aux contraintes pour pouvoir poser une ruche
Pêcheur (poisson)	<ul style="list-style-type: none"> évolution du prix du poisson abondance d'eau pluviométrie nombre de pêcheurs sur l'eau évolution des zones d'endiguement rareté d'espèces « phares » (qui se vendent et se consomment) évolution de la quantité de matériels prohibés 	<ul style="list-style-type: none"> nombre de pêcheurs nombre de prises espèces pêchées taille des poissons pêchés nombre de pirogues sur l'eau nombre de filets dans l'eau nombre de filets, de nasses, de pirogues, inventoriés nombre d'associations de pêcheurs 	<ul style="list-style-type: none"> besoin de poissons pour se nourrir besoin de poissons pour payer les cérémonies, impôts manque de ressources alternatives saisons (étayage ou crue) espèces recherchées courant d'eau matériel disponible niveau d'eau limites du parc amendes des forestiers prix proposés par les grands commerçants prix du matériel de pêche règlement concernant la taille des mailles règlement concernant les espèces protégées
Chasseur (gibier)	<ul style="list-style-type: none"> évolution du prix de la viande pluviométrie évolution du nombre d'animaux domestiques apparition d'épisoties (surtout pour le buffle) observation aisée des espèces « phares » (bubale, guépard, damalisque, éléphant...) cris d'animaux distance de fuite quantité de traces et de crottes récentes 	<ul style="list-style-type: none"> nombre de carcasses observées nombre de douilles récupérées nombre de camps de chasse observés nombre de procès verbaux (PV) nombre de dispositifs de chasses observés respect des règles traditionnelles de chasse nombre de braconniers observés lors des déplacements (en particulier par les guides) 	<ul style="list-style-type: none"> besoin en nourriture abondance du gibier hors de la zone centrale ressources alternatives limites de la zone centrale habitudes alimentaires commandes des grands commerçants règles de chasse traditionnelles prix de la viande habitude matériel disponible amendes (nombre et prix)

6. « L'institution renvoie à un état social des individus, à quelque chose qui représente une autorité par rapport à leur intérêt ou leurs préférences » (COREI, 1995, p.7). Il peut s'agir de règles morales, de valeurs, de conventions, de manières de faire, de représentations...

7. Les autres «catégories d'acteurs sur lesquelles les participants ont souhaité travailler au cours des différents processus de co-construction sont : l'éleveur sédentaire, l'éleveur transhumant, le cultivateur de banane, le cultivateur d'arachide, le cultivateur de coton, le cultivateur, le maraîcher, l'exploitant de bois, l'exploitant de bois d'œuvre, l'exploitant de bois de service, l'artisan, le forgeron, le tisserand, le potier, la femme, le producteur d'huile et de beurre, le tradipraticien, le chercheur d'eau, le cynocéphale et le phacochère. Le nombre de ressources évoquées étant à peu près équivalent

Tableau 2 : Indicateurs synthétiques de capacité et de durabilité.

Activités	Indicateurs d'usages	Indicateurs de durabilité de ces usages	Indicateurs de capacités de changement d'usages
Pêche	<ul style="list-style-type: none"> abondance et diversité des prises / pêcheur / heure 	<ul style="list-style-type: none"> nombre de pêcheurs traditionnels / nombre de pêcheurs professionnels 	<ul style="list-style-type: none"> existence de règles d'accès et d'usages locales et effectivité de ces règles ressources issues de la pêche / ressources totales
Chasse	<ul style="list-style-type: none"> abondance et diversité des prises / chasseur / sortie nombre d'indices de braconnages (douilles, camps de chasse, distance de fuite...)/ hectare. 	<ul style="list-style-type: none"> niveau de la demande exogène : touristes, grands commerçants « étrangers »... (estimation du nombre de pièces exportées) 	<ul style="list-style-type: none"> ressources issues de la chasse / ressources totales existence de règles traditionnelles de chasse et effectivité de ces règles

A partir des indicateurs d'usages, des indicateurs synthétiques de capacité et de durabilité ont été développés. Ils peuvent être regroupés de la manière montrée dans le Tableau 2.

Les indicateurs concernant les interactions écologiques et sociales

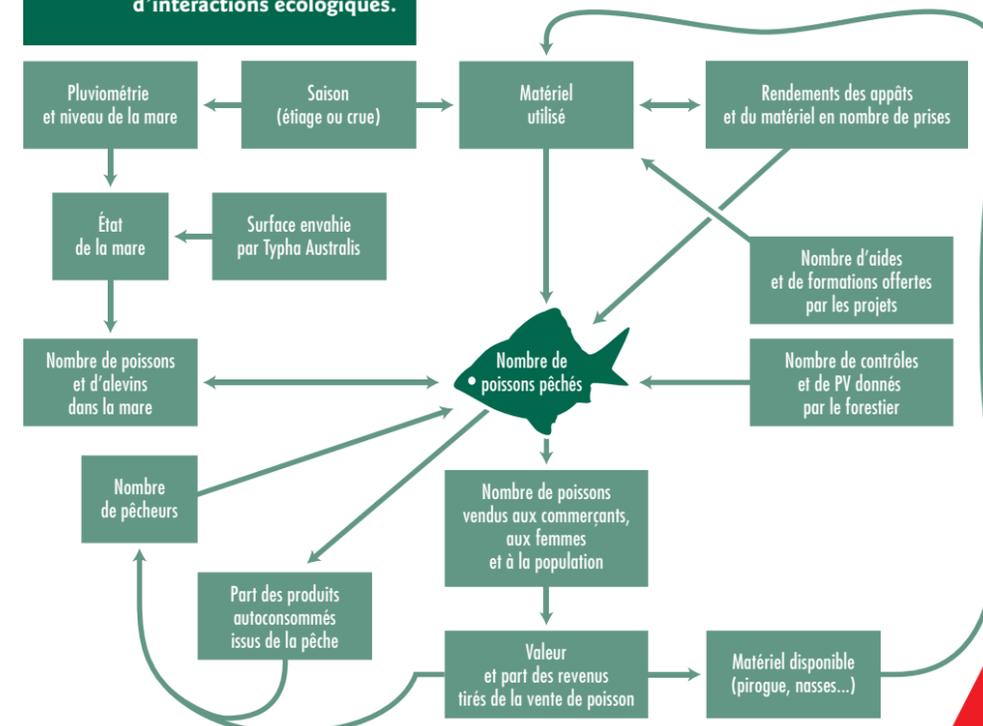
Pour aller plus loin dans la description des impacts des changements d'usages, il est important de prendre en compte les interactions sociales et les interactions écologiques qui entraînent des rétroactions sur les usages de la biodiversité. Ces interactions sont formalisées lors des processus de co-construction à travers des schémas

au sein desquels des icônes sont reliés par des flèches. Les indicateurs sont identifiés à partir de ces schémas. Cependant, il est nécessaire de limiter l'identification des indicateurs à un domaine particulier sans quoi les schémas deviennent vite trop complexes. Dans l'exemple suivant tiré de la co-construction réalisé au Burkina Faso, les indicateurs d'interactions concernent la pratique de la pêche.

Dans la figure 3, les indicateurs d'usages sont associés à des indicateurs d'interactions écologiques – liens entre pluviométrie, espèce invasive, état de la mare et abondance de poissons – et à des indicateurs d'interactions sociales – relations entre pêcheurs, commerçants, forestiers et projets de développement.

L'intérêt de ces indicateurs d'interactions est de permettre de souligner les co-évolutions concernant des problèmes économiques (évolutions du nombre de prise), sociaux (évolution des conflits avec les gestionnaires) et écologiques (évolution de l'habitat des poissons). Cela permet ainsi de mettre l'accent sur les interdépendances, de tester des scénarii et de faciliter les arbitrages entre objectifs de développement et de conservation.

Fig. 3 : Les indicateurs d'usages sont associés à des indicateurs d'interactions écologiques.



ATTENTION !!!
Vérifier le titre de la Fig. 3, que c'est mon improvisation

Attention : J'ai modifié ici le texte pour citer la figure

Restitutions et simulations

Pour évaluer l'adéquation entre les indicateurs produits par le processus de co-construction et la fonction qu'ils devaient remplir, il est nécessaire d'évaluer l'intérêt que les différents acteurs leur ont accordé et en quoi ils peuvent fournir des outils d'aide à la concertation. Les réactions des participants aux indicateurs ont été les suivantes.

Les scientifiques issus des sciences de la nature

ont principalement critiqué les indicateurs de suivi de la biodiversité qui ont été traités à travers les signes d'évolution des ressources tels qu'ils sont perçus par les populations locales. Il a ainsi semblé aux scientifiques que ce genre d'information n'était pas aussi fiable que les méthodes de suivi écologique classiques basées par exemple sur des transects. Ils ont en revanche bien apprécié la description des comportements individuels des acteurs grâce aux indicateurs d'usages qui leur ont permis de mieux comprendre les stratégies des acteurs.

Les scientifiques issus des sciences sociales

ont pour leur part critiqué la dimension trop réductionniste des indicateurs d'usages, notamment ceux liés aux critères d'actions des acteurs. Ainsi, les comportements des acteurs ne peuvent être résumés de manière véritablement satisfaisante par ces indicateurs. Mais ils ont apprécié la manière dont il était possible d'identifier des indicateurs de biodiversité à partir des perceptions individuelles et d'envisager des protocoles de suivi à partir des savoirs locaux.

Les gestionnaires

ont eu des réactions positives vis-à-vis des signes et des usages, les premiers leur fournissant des informations précieuses sur l'état de la biodiversité, les seconds leur permettant de mieux comprendre les stratégies d'usages des acteurs. Dans les deux cas, ils peuvent offrir aux gestionnaires des outils très efficaces pour communiquer avec les acteurs locaux.

Voilà où le tableau 3 apparaît dans le manuscrit

Les populations locales étaient intéressées par les indicateurs d'usage et de suivi car ils représentaient des indicateurs qui avaient été identifiés à partir de leurs expériences personnelles. Elles témoignaient en revanche une certaine inquiétude sur la manière dont elles pourraient les utiliser réellement.

Les indicateurs d'interactions sociales et écologique ont été bien accueillis par les scientifiques mais ils n'ont pas réellement convaincus les gestionnaires et encore moins les représentants des populations locales.

Il s'agissait aussi d'évaluer en quoi ces indicateurs permettaient de mieux comprendre les interactions société-nature et donc de mieux s'approprier les processus de co-évolution entre les systèmes sociaux et écologiques, de manière ensuite à pouvoir s'en servir comme support pour faciliter les discussions concernant les usages de la biodiversité. Pour cela des simulations ont été réalisées à partir des indicateurs d'interactions et d'outils de médiation.

Le succès des simulations est directement lié aux outils de médiation utilisés. L'utilisation des matrices d'interactions n'a pas permis d'obtenir de bons résultats du fait de la complexité générée par le grand nombre de paramètres, des rétroactions difficiles à appréhender, et de l'utilisation de noms et de verbes souvent difficiles à formaliser autrement que par l'écriture. Les schémas ont offert des supports à partir desquels il était possible de communiquer plus facilement mais ils ne permettaient pas de transmettre beaucoup d'informations. Le jeu de rôle s'est avéré être le moyen le plus efficace pour réaliser des simulations. Il a en effet été à l'origine d'un grand intérêt de la part des participants, d'une très forte participation et de longues discussions passionnées.

Lorsque les simulations ont été réalisées à partir des matrices ou des graphiques, celles-ci étaient réalisées par le médiateur. Lorsque les simulations ont été réalisées à partir des jeux de rôle, celles-ci étaient seulement organisées par le médiateur. Dans le premier cas, on est encore dans une logique de « tableau de bord d'indicateurs » permettant de décrire et de « piloter » un système. Dans le second, on est dans le système et on interagit avec lui

grâce à l'utilisation d'indicateurs. La simulation elle-même est le fruit des choix que les joueurs font pendant la partie. Ces choix ont un impact sur des indicateurs individuels – revenu, rendement du champ, temps disponible, inves-

tissement – mais aussi sur les indicateurs collectifs que chaque joueur utilise aussi – disponibilité en bois ou en eau. L'intérêt de cette forme de simulation est que les participants se transforment en utilisateurs individuels des indicateurs qu'ils ont précédemment construits, ce qui offre une opportunité unique aux participants de s'approprier ces indicateurs. Ainsi, les joueurs peuvent observer directement les effets de leurs usages, des interactions sociales, de certaines règles sur la dynamique de la biodiversité ou des rétroactions qui se produisent.

En prenant des décisions à partir des indicateurs, ils se les approprient et peuvent se rendre compte qu'ils ont besoin de nouveaux indicateurs pour mener à bien leur partie. Les liens entre l'évolution des indicateurs et les prises de décision permettent aux joueurs de prendre conscience des interactions – sociales et écologiques – directes et indirectes dont ils dépendent et dont dépendent les ressources qui les entourent, mais aussi d'adapter leurs comportements – de manière individuelle ou collective – pour faire face à ces changements. Ils offrent l'occasion de lancer des processus itératifs d'apprentissages individuels et collectifs à propos des interactions société-nature. Le jeu de rôle permet en effet de relier les dynamiques écologiques, sociales et économiques à des prises de décisions individuelles ayant des effets sur des paramètres intéressant différents joueurs, incitant tôt ou tard les participants à lancer des discussions collectives ayant pour objectif de proposer et de négocier des solutions pour faire face à ces problèmes collectifs. Ces processus de négociation impliquent la confrontation d'arguments entre les différentes parties qui utilisent les indicateurs co-construits pour justifier tel ou tel point de vue. Ce processus permet d'identifier petit à petit les indicateurs clés ou structurels qui déterminent en grande part les dynamiques du système société-nature. Enfin, le jeu de rôle offre aux gestionnaires et scientifiques un outil d'expérimentation pour travailler sur les indicateurs puisqu'il permet d'observer comment les indicateurs sont utilisés en tant qu'outil de communication et de décision : ceux qui créent le plus de « sens » pour les joueurs lorsqu'ils font des choix concernant leurs activités ou lorsqu'ils adaptent leurs pratiques, ceux qui vont être mobilisés lors des débats collectifs pour justifier un point de vue ou une action, et enfin ceux qui semblent les plus légitimes pour toutes les parties. Autant d'informations nécessaires à une meilleure communication entre acteurs au sein des réserves de biosphère.

Ainsi, alors que les indicateurs représentent un outil traditionnel de planification centralisée et d'expertise renvoyant le plus souvent à une approche en terme de « command and control », les jeux de rôle offrent l'opportunité d'utiliser les indicateurs de manière interactive et décentralisée à une échelle locale.

Quelques conclusions et perspectives

Le processus de co-construction des indicateurs d'interactions a été l'occasion de lancer une dynamique de concertation entre des acteurs souvent peu habitués à communiquer entre eux. Il a permis à tous les participants de formaliser petit à petit, grâce à un processus collectif de négociation, de choix et de hiérarchisation, les interactions société-nature qui existent dans les réserves de biosphère. Ce processus a finalement offert l'opportunité de produire des indicateurs qui font sens pour toutes les parties prenantes et qui bénéficient d'une certaine légitimité.

Concernant les indicateurs d'interactions, il est apparu que vouloir classer les indicateurs à partir d'un modèle pression-état-réponse ne satisfaisait pas l'objectif d'améliorer la communication entre acteurs. En effet, identifier des pressions et des réponses implique d'identifier des responsables et d'adopter des mesures qui vont se faire au détriment de certaines catégories d'acteurs. C'est pourquoi le travail de construction d'indicateurs de pression et de réponse aura plutôt tendance à exacerber les conflits qu'à faciliter les discussions.

Identifier des indicateurs d'interactions à partir d'une description fine des usages et mettre l'accent sur les capacités dont disposent les acteurs locaux pour faire évoluer leurs usages ou adopter des réponses adaptatives aux changements de diverses natures qui les concernent semblent offrir des perspectives intéressantes pour améliorer la communication entre acteurs à propos de l'usage et de l'accès de la biodiversité et pour sa gestion durable. Il apparaît également nécessaire d'identifier des indicateurs d'interactions indirects concernant les dynamiques sociales et écologiques afin de comprendre comment les systèmes société-nature co-évoluent.

L'opérationnalité des indicateurs d'interactions tirés de cet exercice de co-construction est liée à la sélection d'un nombre limité d'indicateurs, à la disponibilité en informations qui permettront de les implémenter et à l'existence de modèles qui pourront rendre dynamiques les indicateurs.

Un premier point est que les participants aux groupes de travail sélectionnent, parmi les indicateurs identifiés, ceux qui seront les plus utiles pour les acteurs locaux et ceux qui permettront de répondre à des besoins d'informations concernant des problématiques précises.

Le second élément est qu'il est nécessaire de disposer des informations qui permettront de suivre les indicateurs et de paramétrer les interactions qui existent entre les différents indicateurs retenus. Cela implique l'existence de coûts liés à la collecte, au traitement et à la pérennisation des informations qui vont permettre de réaliser ces opérations. Pour réduire ces coûts, il est important d'organiser les informations existantes plutôt

Tableau 3 : ? ? ? ? ?

Quel titre ?

Acteurs	Indicateurs	Signes d'évolution des ressources	Usages (activités et critères de décision)	Interactions écologiques et sociales
Population locale		+++	++	-
Gestionnaire		++	+++	+
Sciences sociales		+++	+	++
Sciences naturelles		+	+++	++



que de vouloir en créer de nouvelles. Il est en particulier possible de passer des accords avec les usagers des ressources et de mettre en place des protocoles simples pour collecter les informations pendant l'activité même. De tels processus existent déjà, notamment avec les guides touristiques qui profitent de leurs déplacements pour collecter des informations. Il s'agit cependant de généraliser ces pratiques en les appliquant aux activités de pêche, d'apiculture, de cueillette... Ces informations, une fois collectées, devraient être valorisées par les scientifiques et/ou les gestionnaires, puis restituées sous différentes formes aux acteurs menant les activités et intéressés par le suivi des ressources.

A titre d'exemple, des pêcheurs pourraient collecter une fois par mois quelques informations simples – date, lieu de pêche, matériel utilisé, nombre d'espèces prises, nombre de poissons pris, temps resté sur l'eau, nombre de pêcheurs à proximité du bateau – permettant ensuite de produire des indicateurs intéressants à la fois le pêcheur et le gestionnaire – nombre de poissons pêchés selon le matériel utilisé, nombre d'espèces selon les sites d'exploitation, productivité par heure ou par site, pression anthropique par site, diversité spécifique, abondance... Cela devrait permettre aux populations locales de mieux s'approprier les indicateurs qui découlent de ces informations et de fournir des bases pour discuter sur les questions d'usages de la biodiversité.

Cela nécessite cependant l'existence d'une personne ressource sur le « terrain » pour centraliser, organiser et restituer les informations. Elle devrait notamment pouvoir fournir les moyens aux usagers de collecter ces informations, entretenir des liens avec les populations, les scientifiques et les gestionnaires de manière à créer un climat de confiance entre ces différentes parties. Elle aurait pour responsabilité de faire circuler l'information et d'animer un réseau au sein duquel l'information pourrait être valorisée et utilisée par tous. Cela nécessite de former ces personnes ressources pour ce qui concerne l'organisation et le traitement des informations.

Enfin, le dernier point est qu'il faut disposer de modèles qui permettent de rendre dynamiques ces indicateurs. Une piste envisagée est celle des jeux de rôle, mais il est aussi possible de faire appel à des modèles informatiques intégrant ces différentes interactions. C'est le cas, par exemple, des modèles multi-agents évoqués dans cet ouvrage.

Bibliographie

Arias E.G., Fischer G., (2000), "Boundary Objects: Their Role in Articulating the Task at Hand and Making Information Relevant to It", International ICSP Symposium on Interactive and Collaborative Computing, December 2000, 8p.

- Becker H.S., (2002), Les ficelles du métier. Comment conduire sa recherche en sciences sociales, Paris, Coll. Repères, La Découverte.
- Bousquet and al., (2002), "Multi-agent systems and role games: collective learning processes for ecosystem management", in Janssen M.A. (ed.), (2002), Complexity and Ecosystem Management. The Theory and Practice of Multi-Agent Systems, London, Edward Elgar, pp.248-286
- Briassoulis H., (2001), "Sustainable Development and its Indicators: Through a (Planner's) Glass Darkly", Journal of Environmental Planning and Management, vol.44, n°3, pp.409-427.
- Callon M., Lascoumes P. et Barthe Y., (2001), Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique, Paris, Seuil, collection La couleur des idées, 357p.
- Commission on Sustainable Development, (1992), Agenda 21, www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm.
- Commission on Sustainable Development, (2001), Indicators of Sustainable development: guidelines and methodologies, New York, Division for Sustainable Development, United Nations.
- Convention on Biological Diversity, (2003), Report of the expert meeting on indicators of biological diversity including indicators for rapid assessment of inland water ecosystems, Montreal, 10-14 November 2003, 82p.
- Corei, T., (1995), L'économie institutionnaliste. Les fondateurs, Paris, Coll. « Economie de Poche », Economica, 112p.
- Dietz T., Ostrom E., Stern P.C., (2003), "The Struggle to Govern the Commons", Science, vol.302, number 5652, Issue of 12 Dec 2003, pp. 1907-1912.
- Etienne M. et collectif ComMod, (2005), « La modélisation comme outil d'accompagnement », Natures, Sciences, Sociétés, 16(2).
- European Environment Agency, (2003), Europe's environment : the third assessment, Copenhagen, EEA, 343p.
- Geertz C., (1983), Bali: interprétation d'une culture, [Trad. d'articles parus en 1959, 1972 et 1973], Paris, Gallimard, 255 p.
- Hukkinen J., (2003), "From groundless universalism to grounded generalism: improving ecological economic indicators of human-environmental interaction", Ecological Economics, n°44, pp.11-27.
- Letonturier, (2004), « Interaction », Encyclopaedia Universalis, Collection « Notion », pp.540-541
- Levrel H. et Bouamrane M., (2005), « Indicateurs d'interactions et réserves de biosphère: approche et perspectives en Afrique de l'ouest », Actes du 9ème Colloque international des spécialistes francophones en évaluation d'impacts. L'évaluation environnementale : un outil pour l'évaluation du développement durable, en cours de publication, 17p..
- OECD, (2001), Environmental Indicators: Towards Sustainable Development 2001, Paris, OECD.
- OECD, (1994), Environmental indicators. OECD core sets. OECD, Paris.
- UNESCO. 2002. Rapport final. Atelier technique et scientifique régional, 11-15 février 2002. Dakar, Sénégal. 16 Pp + annexes.
- UNESCO. 2003. Réserves de biosphère : Des lieux privilégiés pour les hommes et la nature. Paris. 208 pp.
- UNESCO. 2003. Rapport final. Atelier de formation régional sur le dialogue et la concertation dans les réserves de biosphère d'Afrique de l'ouest. 11-17 mai 2003. Réserve de biosphère de la Pendjari, Bénin. 13 pp + annexes.
- UNESCO. 2004. Rapport final. Atelier technique et scientifique régional. 27-30 janvier 2004. Parsi, UNESCOs. 21 pp + annexes.
- UNESCO. 2005. Rapport final. Atelier technique et scientifique régional. 21-24 Février 2005. Réserve de biosphère du Niokolo Koba, Sénégal. 11 pp + annexes.
- Weber, J., 1996. Conservation, développement et coordination : peut-on gérer biologiquement le social ? » Colloque Panafricain Gestion communautaire des ressources naturelles renouvelables et développement durable. Harare, 24-27 juin 1996.
- Zaccai E., (2002), Le développement durable : dynamique et constitution d'un projet, Bruxelles, Editions Peter Lange, 358p.

Chapitre 4 Perspectives et conclusion

...

...