

Chapitre 11

Transférer la démarche de modélisation d'accompagnement

MICHEL ÉTIENNE, FRANÇOIS BOUSQUET, CHRISTOPHE LE PAGE ET GUY TRÉBUIL

Le collectif ComMod étant exclusivement composé de chercheurs, la fonction d'animateur de démarches de modélisation d'accompagnement est toujours partiellement restée expérimentale pour ces chercheurs, ce qui a favorisé l'éclosion d'une diversité de pratiques dans ce domaine. Ce côté expérimental a permis de préciser la posture et les fonctions de l'animation lors des différentes étapes de mise en œuvre de la démarche (chapitre 2) et d'identifier et tester des méthodes et des « façons de faire ». Celles-ci devaient pouvoir garantir le partage des connaissances entre les acteurs de la gestion des ressources naturelles renouvelables d'un territoire donné, stimuler la coconception d'un projet de développement sur ce territoire, ou bien faciliter la communication entre des parties souvent en conflit. Dans plusieurs cas, les porteurs de projet ou certaines parties prenantes ont émis le souhait d'appliquer une démarche similaire à une autre question ou à un autre terrain, ou de généraliser l'utilisation d'un outil à une population plus large que celle initialement touchée par le processus auquel ils venaient de participer. Dans d'autres cas, après l'achèvement du projet avec des chercheurs étrangers, il était important d'assurer la relève locale pour garantir la poursuite de la démarche, et donc de rendre autonome un noyau de jeunes enseignants-chercheurs prêts à prendre le relais. Enfin, parfois, le projet de coopération avait lui-même pour objectif principal de former un tel noyau d'enseignants-chercheurs, y compris au moyen de parcours de recherche doctorale sur plusieurs années.

Le plus souvent, les personnes souhaitant en savoir plus sur la modélisation d'accompagnement ont pu la découvrir au travers d'un exemple de mise en œuvre. Extérieures à cette mise en œuvre, ces personnes y auront pourtant trouvé des éléments d'intérêt suffisant pour souhaiter mieux comprendre les grands principes de la démarche. Des responsables pédagogiques de modules d'enseignement ont pu souhaiter faire connaître une

approche qu'ils jugent originale dans le but d'ouvrir de nouvelles perspectives à celles et ceux qu'ils ont la charge de former. Au-delà de ce premier stade – somme toute classique – de transmission de connaissances à propos d'une approche récemment apparue, nous avons également été rapidement sollicités pour des demandes d'appropriation de la démarche qui ont émané le plus souvent de personnes ayant participé, de près ou de loin, à sa mise en œuvre et qui envisageaient d'appliquer une démarche similaire sur une autre question ou sur un autre terrain, mais s'estimaient insuffisamment autonomes et souhaitaient acquérir un véritable « savoir-faire ».

Ce type de souhait pose le problème du transfert de la démarche vers certains des acteurs avec lesquels nous avons l'habitude de travailler. Les inquiétudes souvent exprimées par les participants lors d'un processus ComMod concernent à la fois la difficulté d'animer les moments collectifs qui la jalonnent, la maîtrise de la conception, de l'implémentation et de l'utilisation des modèles qui servent de support (modèle conceptuel, modèle informatique, jeu de rôles). La première couvre principalement le champ du dialogue social, la seconde touche davantage la maîtrise technique d'outils. À ces deux écueils s'ajoute la difficulté, sans doute principale, de faire comprendre et apprécier une posture scientifique très éloignée des règles habituelles. En effet, bien souvent, les principes inculqués préalablement au démarrage d'une modélisation d'accompagnement sont difficiles à mettre en pratique sur le terrain par celui qui est imprégné d'une culture scientifique classique et applique la démarche dans un contexte où les acteurs sont peu familiers des approches participatives. Ce chapitre explore les trois voies qui ont été récemment explorées pour rendre certains de nos partenaires plus familiers avec la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement : passer par des modules d'enseignement en direct ou à distance, organiser des stages de formation continue, ou accompagner certains dans la mise en œuvre d'un processus ComMod.

Enseigner la démarche

Des modules d'enseignement ont été élaborés soit pour des formations diplômantes, des formations professionnelles pour des chercheurs ou des techniciens, ou des formations « sur le tas » en appui à de jeunes chercheurs ou des doctorants. Les premières ont permis de sensibiliser de futurs praticiens à la démarche et à ses possibilités d'application dans leur spécialité. Les formations professionnelles ont permis de mettre en débat notre approche avec d'autres façons de voir et de pratiquer la recherche participative, ou de mettre en question l'emploi de modèles dans des processus de concertation. Les formations « sur le tas » ont permis de rendre progressivement autonomes et critiques des étudiants vis-à-vis de postures et d'outils mis en œuvre dans le cadre d'une opération souvent longue (jusqu'à 5 ans pour certains) dont ils étaient les principaux concepteurs et animateurs.

Il n'existe pas de consensus au sein du collectif ComMod sur le besoin ou non de différencier les types de public lors des formations professionnelles. Certains considèrent que le principe même de la modélisation d'accompagnement est de favoriser le partage entre des savoirs hétérogènes, et qu'il est donc anachronique de spécialiser la formation professionnelle pour tel ou tel type de public. D'autres considèrent que, par exemple, chercheurs et professionnels du développement ne font pas référence aux mêmes mondes, n'ont pas les mêmes attentes, et qu'en conséquence, ils ne peuvent être

formés de la même façon. Ces commodiens envisagent donc, lors de leurs échanges avec des chercheurs, de renforcer la référence aux aspects théoriques, l'explicitation de la démarche scientifique, les problèmes d'acquisition et de validation des informations, la discussion sur l'implémentation, la vérification, le calibrage et la validation de leurs modèles, ainsi que la réflexion sur la posture du chercheur. En revanche, lors de l'échange avec des professionnels, ils préfèrent mettre l'accent sur les aspects techniques, la façon de mettre en œuvre et animer un processus, le choix des partenaires, les problèmes de coût et de durée, ou l'ajustement à des procédures réglementaires. Enfin, dans les projets d'échange avec des enseignants, ils vont privilégier le travail sur l'intérêt pédagogique des caractères originaux de la démarche ComMod et des outils, la réflexion sur l'acceptabilité des niveaux de simplification imposés par le cursus d'enseignement, ou l'ajustement à des questions spécifiques d'apprentissage. Le débat reste donc ouvert et le recul sur les formations mixtes demeure insuffisant pour trancher sur le besoin ou non de différencier les types de public. Toutefois, plusieurs expériences montrent que la dynamique de formations avec un public mixte peut être riche, lorsque l'emploi du temps prévoit un temps significatif de travail en commun entre chercheurs et professionnels, afin de mettre en application les nouvelles connaissances acquises sur un thème et une situation choisis ensemble, et motivant l'ensemble des participants.

Formations diplômantes

Les formations diplômantes dans lesquelles nous nous sommes investis touchent essentiellement des étudiants de l'enseignement supérieur (dernière année d'école d'ingénieur, deuxième année de master recherche ou professionnel). Elles ont pour objectif principal de leur faire comprendre qu'il est possible de modéliser des systèmes complexes avec les acteurs locaux, en aidant ces derniers à représenter collectivement les interactions entre des dynamiques écologiques et des dynamiques socio-économiques. Elles visent aussi à les sensibiliser à la posture ComMod ainsi qu'à leur faire découvrir les principaux outils utilisés. Cette dernière tâche est difficile mais il est important de faire comprendre aux étudiants que cette démarche originale correspond à un mode particulier de coconstruction et d'usage de modèles plutôt qu'à leur simple production. Les interventions se déroulent sous la forme d'ateliers interactifs, quand suffisamment de temps d'enseignement est accordé. À l'opposé, en 2 à 4 heures de cours, elles se composent généralement d'une introduction à la démarche suivie de la présentation détaillée d'un ou deux exemples d'application. Les ateliers interactifs sont fondés sur la présentation d'expériences (expliquer comment un système complexe donné a été modélisé), couplées avec la manipulation d'un modèle facile à appréhender (du type forêt, feu, pompiers) ou d'un jeu de rôles rapide à mettre en œuvre (récolte d'une ressource par un type d'acteur). L'exercice pédagogique consiste ensuite à complexifier petit à petit la situation, soit en rendant la représentation des acteurs ou des ressources de plus en plus sophistiquée, soit en introduisant de nouveaux types d'acteurs ou de ressources en jeu.

Dans les formations plus longues, deux formats ont été testés à partir d'une structure commune en 4 modules qui s'enchaînent différemment, et sont plus ou moins longuement développés selon le type de formation et sa durée (de quelques jours jusqu'à 2 semaines) :

- cours introductifs illustrés sur les caractéristiques de la démarche et sa mise en œuvre ;
- description d'un modèle conceptuel ou coconstruction de ce modèle conceptuel ;

- mise en situation *via* un jeu de rôles qui correspond à ce modèle ;
- visualisation des dynamiques sur des simulations informatiques

Dans le premier cas, après une brève introduction à la démarche, l'approche pédagogique est centrée sur l'analyse détaillée d'une étude de cas réelle déjà aboutie. Les étudiants vont d'abord essayer de comprendre un système complexe en le représentant sous la forme d'un modèle conceptuel décrivant, de façon dynamique, les interactions entre acteurs et ressources sur un territoire donné. Ils vont, ensuite, soit visualiser ces dynamiques simulées au moyen d'un modèle multi-agents et proposer des alternatives de gestion (exercice sur des scénarios d'aménagement), soit jouer le rôle des acteurs représentés dans le modèle et vivre les interactions avec les autres acteurs et dans l'environnement pendant la mise en place de leur aménagement (session de jeu de rôles). Dans le second format, pour les formations d'une à deux semaines, après les cours introductifs, des études de cas sont présentées en matinée ; l'approche pédagogique a favorisé la construction progressive d'applications personnelles ou en petits groupes lors des après-midi, s'inspirant des présentations de la matinée.

Des jeux pédagogiques ComMod ont été mis au point spécifiquement dans cet objectif (voir fiches descriptives en annexe) et ont été adaptés aux thématiques dominantes traitées dans les cursus dans lesquels les membres du collectif ComMod enseignent. Lorsqu'un enseignant souhaitait utiliser de façon indépendante un jeu de rôles, un didacticiel a été élaboré (voir les références au bas des fiches sur les jeux et modèles pédagogiques en annexe). Ces jeux ComMod peuvent être répartis en trois catégories selon ce qui a guidé leur élaboration :

- jeu spécifiquement conçu pour enseigner ;
- jeu spécifiquement conçu pour organiser des ateliers avec les acteurs d'un système particulier, mais par la suite utilisé tel quel dans des sessions de formation [Njoobaari, DonHoiLord] ;
- jeu qui, dès la conception, revendique l'ambivalence [SylvoPast, ButorStar].

La première catégorie regroupe des jeux génériques et abstraits, faciles à associer à un contexte donné [CherIng], des jeux adaptés à la spécialisation des étudiants soit créés de toutes pièces [YeunEllez], soit inspirés d'un jeu conçu pour les acteurs d'un système étudié [MéjanJeuBiodiv], ou contextualisé à partir d'un jeu plus abstrait [PatureLesCommuns ou ReHab inspirés de CherIng].

Au sein de la communauté de pratique de la modélisation d'accompagnement, des synergies ont été développées entre des jeux pour enseigner à des étudiants et des jeux pour faciliter la concertation et le dialogue entre acteurs d'un système étudié. Parfois un jeu conçu pour enseigner la démarche [CherIng ou RuisselPois] est la première base d'un jeu plus élaboré destiné aux acteurs du système représenté [Radi ou CauxOpération]. D'un point de vue pédagogique, faire jouer à des étudiants un jeu qui a été joué par les acteurs du système de référence ouvre des perspectives particulièrement intéressantes pour aborder, lors du débriefing, la question du lien à la réalité. Ainsi, au travers d'un jeu comme SylvoPast fondé sur une représentation plutôt abstraite d'un massif forestier méditerranéen, les étudiants, endossant le rôle du forestier, du berger ou des chasseurs, ont mis en œuvre dans le cadre du jeu des stratégies similaires à celles que les acteurs expriment dans la réalité (Étienne, 2003).

Dans le cas d'une formation d'une journée, le module comprend une introduction à la modélisation d'accompagnement, un exemple court d'application adapté à la

thématique centrale du cursus, un exercice de coconstruction du modèle conceptuel (méthode ARDI pour déterminer les acteurs et ressources en présence, leurs dynamiques respectives ainsi que leurs interactions) représentant une question ayant un lien fort avec le cursus, et un jeu pédagogique illustrant le modèle conceptuel. Le jeu pédagogique peut être choisi parmi les thématiques suivantes : ruissellement, incendie, biodiversité, agroforesterie.

Dans le cas d'une formation de deux jours, il est possible d'ajouter un exercice d'explicitation des règles de décision des acteurs, la sélection des points de vue pertinents pour comprendre les dynamiques du système modélisé, la construction et la simulation d'un scénario, et la recherche des comportements anormaux du modèle et de leurs causes. Les exercices alternent l'utilisation du modèle et le jeu de rôles. Le territoire et l'exemple d'application choisis peuvent être adaptés à une thématique particulière ou à un environnement particulier (par exemple, zone littorale, zone steppique, forêt méditerranéenne, zone humide).

Dans le cas d'une formation d'une semaine, il est possible d'intégrer l'apprentissage d'un formalisme UML (langage de modélisation unifié), et, tout en gardant le format précédent, favoriser le travail en groupe sur des questions de développement (gestion de la biodiversité, prévention d'un risque, aménagement multifonctionnel). Dans certains cas, les questions vont être identifiées et choisies dans les problématiques sur lesquelles les étudiants travaillent par ailleurs. Dans d'autres cas, la priorité est donnée à l'application de la démarche à trois niveaux de résolution différents (paysage, bassin versant, exploitation agricole) pour résoudre une question proposée, que les étudiants doivent s'approprier.

Dans le cas d'une formation de deux semaines, la deuxième semaine est consacrée à apprendre aux étudiants à construire un modèle informatique pouvant servir d'objet intermédiaire dans un processus d'accompagnement. La formation couvre la construction d'un environnement spatial à partir de données issues d'un système d'information géographique, la modélisation de processus spatialisés par automate cellulaire, les modes de formalisation, la modélisation d'une négociation, l'élaboration de phrases logiques explicitant des processus de décision, l'identification d'indicateurs et le codage de points de vue spatialisés, la validation des modèles et les tests de sensibilité. Chacun des points est abordé au cours d'une demi-journée pendant laquelle alternent aspects théoriques, exemples concrets et exercices. La semaine de formation est construite, par exemple, autour d'un projet de gestion d'un pâturage par plusieurs troupeaux, scénario qui se précise et se complexifie au fur et à mesure de l'apprentissage (voir fiche Pature-LesCommuns page 337).

Beaucoup de ces formations ont été évaluées à la fois sur l'aspect pédagogique des outils de la modélisation d'accompagnement manipulés, et sur les domaines d'apprentissage observés (Étienne *et al.*, 2008d). Le plaisir d'apprendre en faisant, d'apprendre en jouant et d'apprendre en simulant est mentionné de façon récurrente par les étudiants. La prise de conscience de la complexité des interactions entre activités humaines et dynamiques écologiques est souvent identifiée comme un point fort de la démarche pédagogique. Enfin, de nombreux étudiants annoncent avoir découvert le besoin de concertation dans ce genre de problématique, et la faculté d'un modèle informatique à servir de support de concertation entre acteurs variés.

Encadré 11.1 – Séquence MéjanJeuBiodiv.

Atelier de 2,5 jours sur Biodiversité et modélisation d'accompagnement.

La première demi-journée est consacrée à une introduction à la modélisation d'accompagnement et à un exemple d'application. La deuxième est dédiée à un exercice de coconstruction d'un modèle multi-agent représentant la biodiversité du causse Méjan. La troisième est consacrée à l'évaluation du modèle coconstruit et à la sélection de points de vue et d'indicateurs. La quatrième présente l'architecture du modèle implémenté et la simulation de la situation actuelle selon différents points de vue. La cinquième associe jeu de rôles et simulations informatiques pour tester des scénarios censés améliorer la gestion de la biodiversité.

1) Modélisation des interactions entre dynamiques écologiques et dynamiques sociales

Alternance d'un cours magistral sur la modélisation d'accompagnement et de démonstrations d'un modèle simple sur le feu et les pompiers. Exemple d'application choisi en fonction du cursus des étudiants : enrichissement sur l'île d'Ouessant, récolte des couteaux en Thaïlande, chasse, pâturage et récolte de roseaux en Camargue.

- Principes et apports de la modélisation multi-agent (1 h)
- Modélisation d'accompagnement et gestion de la biodiversité (1 h)
- Application à un cas concret (1 h)

2) Coconstruction d'un modèle de gestion de la biodiversité sur une zone steppique

Travail de coconstruction (par groupes de 6 à 8 étudiants) du modèle conceptuel d'un système multi-agent décrivant une zone steppique, à partir d'une série de photographies, dans le cadre de la mise en œuvre de la méthode ARDI.

- Identification des acteurs et des ressources (1 h)
- Identification et description des dynamiques naturelles (1 h)
- Interactions entre dynamiques écologiques et dynamiques sociales (1 h 30)

3) Évaluation de la modélisation

Critique des diagrammes d'interaction entre les groupes, élaboration d'un modèle conceptuel commun, puis réflexion par groupes sur les indicateurs les plus pertinents pour visualiser les sorties du modèle

- Comparaison des modèles conceptuels (1 h)
- Élaboration d'un modèle conceptuel commun (1 h)
- Sélection d'indicateurs et de points de vue (1 h)

4) Utilisation de la modélisation

Apprentissage de la façon dont le modèle conceptuel est traduit en langage informatique dans la plate-forme Cormas. Ensuite, utilisation du système multi-agent pour simuler la situation actuelle et évaluer son impact selon différents points de vue.

- Présentation du modèle (1 h)
- Simulation du modèle (1 h)
- Identification des problèmes de chacun des acteurs (1 h)

5) Élaboration et simulation de scénarios

Mise en situation des participants pour identifier et discuter ce qui ne fonctionne pas, puis proposer une solution à ces dysfonctionnements. Utilisation du système multi-agent pour simuler collectivement les solutions proposées.

- Jeu de rôles (1 h 30)
- Simulation des scénarios proposés (1 h)
- Analyse des effets de ces scénarios (30 min)

Formations professionnelles destinées aux chercheurs et à l'enseignement supérieur

L'implication des membres du collectif ComMod dans des écoles-chercheurs et dans d'autres séminaires de recherche visait soit à former des chercheurs ou des universitaires à la démarche de modélisation d'accompagnement, soit à confronter cette approche à celle d'autres collectifs travaillant sur les méthodes de recherche participative ou sur l'utilisation de modèles dans des processus de concertation. Nous aborderons ces deux volets successivement.

Formation

Sur le volet connaître la démarche, les premiers essais de formation à la modélisation d'accompagnement correspondent à l'évolution d'une session de formation de deux semaines intitulée « Simulation de systèmes complexes : systèmes multi-agents (SMA) et gestion des ressources renouvelables » qui a été mise en place par l'équipe Green du Cirad à partir d'octobre 1997. Jusqu'en mars 2006, 12 sessions ont été organisées à Montpellier et 9 sessions (en anglais) à l'étranger. Tout au long de cette décennie, le format de la session a évolué, notamment en modifiant la façon d'intégrer les jeux de rôles. Initialement présentés comme des outils permettant d'interagir avec les acteurs à des fins de coconstruction de modèles de simulation informatique (MAV) ou de leur validation, les jeux de rôles ont progressivement été introduits comme l'un des principaux outils structurant la démarche de modélisation d'accompagnement, en s'appuyant sur la diversité de leurs modes d'usage dans le cadre de projets concrets. À l'issue de ces diverses séquences de formation, il est apparu préférable que des formations spécifiques à la modélisation d'accompagnement soient proposées indépendamment des formations destinées à enseigner les bases pour maîtriser les outils de simulation.

Rapidement, le besoin de formations spécifiques à la modélisation d'accompagnement s'est fait jour. Un premier essai fut tenté entre 2001 et 2004, avec des scientifiques d'Asie du Sud-Est issus de différentes disciplines, dans le cadre d'un projet interuniversitaire financé par le programme Asia IT&C de l'Union européenne. Considérant que la maîtrise de la modélisation d'accompagnement nécessitait de multiples compétences, et afin de refléter dans la méthode pédagogique le principe de l'expression de multiples points de vue, dix séances d'une semaine ont été organisées. À chaque séance, un enseignant donnait un cours dans un domaine donné (multi-agents, simulations en sciences sociales, gestion de bassin versant, sociologie de la communication dans le domaine agricole, etc.). Une centaine de chercheurs ont participé à ces cours. Certains d'entre eux, parmi les plus assidus, ont commencé à mettre au point des applications pour tester l'adéquation de cette démarche à une situation concrète qu'ils avaient à gérer. Une douzaine d'études de cas en Asie sont ainsi liées à ce cycle de formations courtes. Suite à cette série, une demi-douzaine de stagiaires a entrepris un long cursus d'études doctorales sur le sujet. Les leçons de ce projet ont été décrites dans Bousquet et Trébuil (2005).

En parallèle, dès avril 2002, des sessions spécialement destinées à la prise en main et à la maîtrise de la plate-forme de simulation multi-agents Cormas créée par l'équipe du Cirad commencèrent à être organisées. Dans la même veine, un effort collectif de formation a porté sur l'outil des jeux de rôles, car il constituait un élément original de notre démarche, recevait un accueil enthousiaste des utilisateurs sur le terrain, mais nécessitait un savoir faire très particulier. Il était aussi l'objet de railleries et de critiques

qui nous ont rapidement imposé un travail rigoureux de formalisation et de référencement théorique. En s'appuyant sur les travaux de plusieurs collectifs scientifiques (en particulier ceux proches des revues internationales *Artificial Societies and Social Simulations*, et *Simulation and Gaming*) et les avis de relecteurs sur plusieurs articles scientifiques discutant l'utilisation de nos jeux de rôles (Barreteau *et al.*, 2001 ; d'Aquino *et al.*, 2003 ; Étienne, 2003 ; Mathevet *et al.*, 2007), nous avons constitué, avec l'aide de FormaSciences (service de formation permanente de l'Inra), une école-chercheur sur « Usage des jeux de rôles en modélisation d'accompagnement. Mettre des acteurs en situation pour partager des représentations et simuler des dynamiques ». Cette formation a été organisée 4 fois en France et 2 fois à l'étranger (Bolivie, Bhoutan). Les participants étaient des chercheurs travaillant sur les problèmes de gestion des ressources naturelles, d'aménagement du territoire ou de développement durable, tant au Cirad et à l'Inra qu'au Cemagref, au CNRS voire dans diverses universités (Brest, Paris, etc.). La sélection des candidats a toujours privilégié la pluridisciplinarité afin d'améliorer la qualité des échanges lors de la formation et permettre une valorisation maximale des exercices prévus lors des journées de « travaux pratiques ». La formation est organisée sur 4 jours au cours desquels alternent aspects théoriques, ateliers pratiques et jeux de rôles, et sont expliquées la posture, la méthodologie et les conditions d'application des jeux de rôles. Ce propos se décline en quatre objectifs : sensibiliser et initier les participants à l'usage des jeux de rôles en modélisation d'accompagnement ; expliciter les conditions d'utilisation des jeux de rôles pour l'appui aux processus de décision territoriaux et environnementaux ; illustrer l'usage de la démarche à partir d'applications concrètes et diversifiées ; fournir les fondements méthodologiques pour concevoir ce type d'outil interactif facilitant la communication entre acteurs, l'échange de points de vue et l'apprentissage collectif. Dans le cas de la formation d'une semaine au Bhoutan, jeunes chercheurs et agents de développement travaillèrent chaque après-midi en petits groupes afin de construire différentes versions de jeux de rôles possibles à propos du conflit d'usage des pâturages d'altitude du site de Radi, où cet outil devait être mis en œuvre sur le terrain la semaine suivante avec plusieurs des stagiaires travaillant dans cette région.

Confrontation

Le volet confrontation a consisté à mettre en débat notre démarche dans une série d'écoles-chercheurs ou de séminaires organisés par différentes institutions. Le débat a porté soit sur les outils, soit sur la démarche, soit sur la posture des chercheurs. Ainsi le jeu de rôles a été comparé à d'autres plates-formes de négociation entre acteurs dans le cadre de l'atelier de Natures, Sciences, Sociétés Dialogues sur « Apports de la modélisation à la gestion des ressources naturelles : dialogue entre disciplines », ou avec d'autres méthodes d'enquêtes lors d'une école-chercheurs du CNRS sur « Techniques d'enquête : actualité scientifique de la méthode et des outils ». Certains outils de la modélisation d'accompagnement ont aussi été opposés aux méthodes classiques d'analyse multicritères lors d'une école-chercheur de l'Inra sur « Démarches et méthodes pour l'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes d'élevage et de culture ».

Parallèlement, nous avons été sollicités pour participer à plusieurs écoles-chercheurs ou séminaires en tant que porteurs d'une démarche originale. La capacité de cette démarche à favoriser le dialogue entre disciplines a été discuté lors de l'école-chercheurs « Interdisciplinarité entre sciences biotechniques et sciences sociales : Agriculture,

**Encadré 11.2 – Formation de l'école-chercheur :
usage des jeux de rôles en modélisation d'accompagnement,
mise en situation pour partager des représentations et simuler des dynamiques.**

La formation comprend 4 modules et 3 ateliers.

Module 1 : cadre méthodologique. Des exposés en début et en fin de formation précisent la posture et les principes de la modélisation d'accompagnement, exposent le cadre théorique utilisé et ses implications méthodologiques, et rappellent les règles d'éthique élaborées par les commodiens dans leur charte.

Module 2 : typologie des jeux de rôles. Des exposés et des exemples d'études de cas permettent d'avoir un large aperçu sur les différents types de jeux de rôles et les particularités du jeu de rôles en modélisation d'accompagnement.

Module 3 : association de jeux de rôles avec des modèles de dynamiques des ressources. Des exposés présentent succinctement des modèles de dynamique des ressources, la façon dont ils sont intégrés dans les modèles de simulation multi-agents (MAV) appliqués à la gestion des ressources renouvelables et les différents modes d'association entre MAV et jeu de rôles (chapitre 3).

Module 4 : conception d'un jeu de rôles. Des exposés et des exercices simples font parcourir les étapes de la conception d'un jeu, découvrir les outils de formalisation les plus couramment utilisés, et depuis 2006, pratiquer quelques méthodes de suivi et d'évaluation.

Atelier 1 : le jeu *CherIng*. Ce jeu pédagogique a été conçu comme un jeu de rôles simple permettant une compréhension rapide des principales caractéristiques de cet outil, et une adaptation progressive à des questions de plus en plus complexes. Il est fondé sur la simulation de la récolte d'une ressource virtuelle (« Ing ») sur un territoire où elle est présente selon différents niveaux de disponibilité. L'objectif visé est double : 1) « briser la glace » et permettre aux participants de faire connaissance de manière détendue ; 2) découvrir en un court laps de temps (une heure), les principes et les étapes essentiels du déroulement d'un jeu de rôles utilisé en modélisation d'accompagnement (briefing, alternance de phases de prises de décisions individuelles, puis concertées suite à une discussion collective, et de débriefings sur les résultats obtenus tant sur le plan écologique que social).

Atelier 2 : pratique d'un jeu. Les participants sont mis en situation en pratiquant un des jeux de rôles développés par le collectif ComMod. La session de jeu fait ensuite l'objet d'un débriefing au cours duquel les méthodes d'observation et les outils d'analyse sont discutés. Le choix du jeu est fonction des attentes des participants, de son efficacité pour s'imprégner des difficultés de la conception et de l'animation d'un jeu ComMod, et de la présence d'un enseignant ayant une bonne expérience du jeu (maîtrise du débriefing et retour d'expériences vécues).

Atelier 3 : conception d'un jeu. L'atelier occupe une journée entière ou est fractionné sur plusieurs jours, en sessions d'après-midi mettant en pratique les exposés et exemples fournis le matin. Il se déroule en quatre temps, dans 3 groupes séparés, et sur une question et un territoire imposé. Les participants vont d'abord analyser divers documents (cartes, statistiques, fiches acteurs, atlas, photos, etc.) pour comprendre le contexte et la problématique. Ensuite, ils vont sélectionner les informations pertinentes par rapport à la question posée et demander éventuellement des renseignements complémentaires auprès des animateurs de la formation. Enfin, ils vont mobiliser les outils et méthodes proposées les jours précédents pour concevoir librement leur jeu. L'atelier se termine par une présentation des jeux élaborés par chacun des groupes, suivie d'une discussion en séance plénière. La question traitée est généralement une question déjà abordée par le collectif ComMod et ayant fait l'objet d'un jeu de rôles (par exemple, pâturage, tourisme et conservation de la nature sur l'île d'Ouessant ; ou activités agricoles, chasse et protection du butor étoilé en Camargue).

environnement, territoires, politiques publiques et développement durable ». Son originalité par rapport à d'autres approches de modélisation participative a été débattue au sein de la communauté des modélisateurs multi-agents lors de l'école-chercheurs du CNRS « Modélisations et simulations multi-agents de systèmes complexes pour les Sciences de l'Homme et de la Société : principes et méthodes de conception et d'usage », et au sein de la communauté des chercheurs en recherche-développement, lors de l'école-chercheurs de l'Inra « Quelles recherches participatives pour quelles dynamiques de développement ? », ou lors du séminaire de recherche du programme ADD sur « la prise en compte des acteurs et de leurs représentations dans le développement durable ».

Enfin, la modélisation d'accompagnement a été confrontée à la modélisation des systèmes dynamiques, du changement d'utilisation des terres (modèles CLUE de Verburg de l'Université de Wageningen) et de l'évaluation de la vulnérabilité (école représentée par Polski de l'Université Clark aux États-Unis) lors d'une école d'été d'une semaine organisée à l'université de Sapporo par le coordinateur du Global Land Project.

Formations professionnelles destinées aux agents du développement rural

La formation a pour objectif de faire comprendre à des techniciens de services de développement ou à des agents de collectivités territoriales les principes de la modélisation d'accompagnement, et de les aider à maîtriser l'animation d'un ou de plusieurs des exercices collectifs qui jalonnent la démarche. Elle s'ajuste souvent à un cadre institutionnel particulier comme par exemple, la procédure de révision des Réserves de biosphère du programme MAB de l'Unesco, ou l'élaboration de chartes dans les parcs naturels régionaux ou les parcs nationaux en France. Ce type de formation a été mis en œuvre dans deux contextes différents : sensibiliser ou rendre autonome.

Dans le premier cas, les interventions sont fondées sur le décorticage d'une étude de cas – la démarche a été menée jusqu'au bout – et la présentation et la discussion des expériences vécues par plusieurs des participants dans le cadre de la mise en œuvre de démarches participatives ou de modélisation d'accompagnement.

Dans le deuxième cas, l'accent est mis sur les méthodes utilisées, tant pour l'élaboration d'une représentation commune de la question posée, que pour l'animation des sessions collectives au cours desquelles les modèles accompagnent les échanges entre participants.

Dans le réseau des réserves de biosphère du programme MAB de l'Unesco, la deuxième option a été choisie. La démarche a d'abord fait l'objet d'une adaptation au contexte des réserves de biosphère (Étienne, 2006) et aux procédures imposées lors de la création ou de la révision de ces « modèles de développement durable à l'échelle régionale » (Étienne *et al.*, 2007). Elle a ensuite été transmise dans le cadre de modules de formation présentant la logique globale de la démarche et mettant l'accent sur un outil particulier. Avec le comité MAB suédois et les animateurs des futures réserves de biosphère suédoises, la méthode ARDI de coconstruction du modèle représentant le fonctionnement de la réserve de biosphère a été au centre de la formation. Avec les représentants des acteurs locaux, les conservateurs et les responsables des comités MAB nationaux de 6 pays francophones d'Afrique de l'Ouest, la formation était centrée sur les jeux de rôles et la résolution de conflits d'usages. Avec les participants au réseau EuroMAB, c'est l'application de la démarche à un cas concret de révision d'une réserve de biosphère qui

constituait le fil rouge de la formation. Enfin, avec les agents des réserves de biosphère françaises, la formation a mis l'accent sur les spécificités de l'animation des temps forts collectifs, en combinant des ateliers de description et de maîtrise des outils, et des mises en situation permettant aux participants d'animer des sessions de conception ou d'utilisation de ces outils. La formation est toujours complétée par un positionnement de la démarche vis-à-vis des autres méthodes couramment employées par les gestionnaires (Agenda 21, guides d'aide à la gestion, plans d'aménagement, charte paysagère, charte forestière).

Accompagner la conduite d'un processus ComMod

Une autre forme d'apprentissage de la modélisation d'accompagnement peut avoir lieu lors de la mise en œuvre d'une démarche ComMod. Elle va impliquer soit des professionnels, soit des doctorants qui ont généralement participé, au préalable, à une des sessions de formation présentées plus haut.

La première option a été mise en œuvre régulièrement lors des opérations en Asie du Sud-Est. Des personnes qui avaient manifesté leur intérêt pour démarrer une opération de modélisation d'accompagnement ont été invitées à observer différents moments d'un processus en cours, et à participer à plusieurs phases de la démarche. Le but était de rendre concret le processus, de donner des bases pour un apprentissage pratique souvent fondé sur l'imitation, et de permettre au candidat d'acquérir de la confiance, de se projeter et de construire sa propre application. Au cours des cinq dernières années, une demi-douzaine de doctorants français et asiatiques a entrepris des thèses sur des sujets impliquant la conduite d'un processus ComMod sur un terrain donné.

La plupart d'entre eux avaient pris cette décision à la suite de leur participation à des formations courtes s'adressant aux enseignants-chercheurs de l'enseignement supérieur, du type de celles décrites plus haut. À de rares exceptions près, cela s'est avéré insuffisant pour que le doctorant puisse d'emblée adopter la posture adéquate, et construire un processus reposant sur des fondements théoriques et méthodologiques solides. Il apparaît donc nécessaire de prévoir une supervision rapprochée et intensive de l'étudiant, notamment à l'issue d'un parcours académique dans un univers culturel très différent du nôtre. Dans ce cas, les compétences à acquérir par le jeune chercheur en formation sur le chemin de l'autonomie sont multiples et peuvent dépasser la capacité de certains candidats : capacité de synthèse de l'information, d'intégration de connaissances de disciplines et nature différentes, techniques de modélisation de différents types, maîtrise d'une plate-forme de simulation multi-agents, don pour la communication auprès de parties prenantes variées (frôlant parfois l'art de la diplomatie dans les situations conflictuelles), capacité d'animation d'un groupe d'acteurs hétérogènes sur la durée, attrait pour la pratique transdisciplinaire de la recherche et la rédaction de documents de nature variée, etc. La maîtrise du savoir-faire d'un commodien est donc le fruit de longs parcours exigeants, très valorisants et épanouissants quand ils sont couronnés de succès, la publication scientifique des résultats ne posant pas vraiment de problème. Mais cette voie est à réserver aux seuls candidats ayant des potentiels élevés et des bases académiques solides. Il est encore trop tôt pour évaluer le transfert de la démarche par ces jeunes enseignants-chercheurs formés vers leurs étudiants une fois de retour dans leurs facultés et universités respectives, ou bien une fois entrés dans la vie professionnelle.

Disséminer la démarche

Par le web

Un site Internet (www.commod.org) a été mis en place pour fournir tout un ensemble d'informations destinées à ceux qui souhaitent mieux connaître la modélisation d'accompagnement. Le texte de la charte de la modélisation d'accompagnement est en ligne, les cas d'étude sont présentés selon un format homogène qui, outre une description concise de la mise en œuvre de la démarche, précise la question posée, le territoire concerné, les commanditaires à l'origine de la demande, les chercheurs impliqués et les ressources bibliographiques disponibles pour en savoir plus. Des fiches descriptives standardisées fournissent des précisions sur les outils développés (jeu de rôles, modèles de simulation, jeux pédagogiques).

Afin de faciliter la consultation de toutes les cas d'étude documentés (le site en propose actuellement 25 qui sont classés par ordre alphabétique), trois clés d'entrée sont proposées :

1. une entrée thématique (biodiversité, eau, forêt, agriculture, élevage, périurbain, autres thématiques) ;
2. une entrée selon les dynamiques sociales abordées (marché, crédit, migration, création d'institution, apprentissage, concertation, conflit) ;
3. une entrée géographique (par pays).

Le site Internet propose également les listes des différents types de publications qui se réfèrent directement à la modélisation d'accompagnement, ainsi que les listes des différents modules de formation au sein desquelles, depuis 5 ans, la modélisation d'accompagnement est enseignée. Ces pages distinguent les interventions au sein de cursus diplômants en France et à l'étranger (public cible d'étudiants), les formations non diplômantes (public cible de chercheurs, gestionnaires ou décideurs), les interventions ponctuelles spécifiques (ou non) à la modélisation d'accompagnement, et les présentations dans des séminaires de recherche.

La section privée du site, accessible aux seuls signataires de la charte, constitue un espace de travail collaboratif et de partage d'information, qui soutient efficacement l'animation du réseau, avec notamment l'archivage des messages échangés sur le forum de discussion et l'accès aux supports pédagogiques produits par les membres du réseau.

Par l'enseignement à distance

Entre 2004 et 2008, suite au projet de formation en Asie du Sud-Est présenté ci-dessus, un site web a été élaboré (<http://www.ecole-commod.sc.chula.ac.th>) afin de répondre à la demande en formation de plusieurs pays de la région, et afin de proposer des outils pour un réseau de chercheurs en cours de formation. Ce site web est divisé en trois parties qui nous semblent complémentaires pour enseigner la démarche de modélisation d'accompagnement :

- une partie de cours divisée en six modules, comprenant une introduction, les fondements théoriques, la méthode de conception graphique UML, les simulations multi-agents, les jeux de rôles, et la plate-forme de simulation Cormas. Une deuxième partie rassemble un ensemble d'applications réalisées dans la région ;
- un jeu de rôles jouable par Internet, inspiré du jeu CherIng ;

– une partie appelée e-gouvernance ; le principe est que les acteurs ayant participé à un processus ComMod s'expriment sur ce processus, afin que d'autres éventuels utilisateurs en d'autres lieux puissent profiter de leurs impressions et expériences. Cette partie n'a pas été aussi enrichie que nous le souhaitions, bien qu'un forum électronique ait été ouvert pour encourager les discussions.

Le site est disponible depuis peu, et nous n'avons pas suffisamment de recul pour en évaluer l'usage. Le défi sera de concilier l'usage de ce site à distance avec un encadrement des personnes qui voudront se former plus complètement. L'outil internet pourrait aussi servir à maintenir les échanges au sein d'un réseau de personnes qui ont fait l'expérience de processus ComMod. Un nouveau commo-dien pourrait ainsi, en sus de l'utilisation du site web, être intégré dans ce réseau, et bénéficier de l'expérience de ses membres, en les accompagnant dans certaines de leurs opérations sur le terrain.

Par les bureaux d'étude

Dans le cadre du développement durable, les administrations et les services techniques chargés de la gestion de problèmes environnementaux doivent mettre en œuvre des opérations de prospection participative. Ils font pour cela souvent appel à des bureaux d'étude, mais ceux-ci sont rarement spécialisés dans ce genre de travail. Les partenaires ayant participé à une démarche de modélisation d'accompagnement sont aussi parfois intéressés à généraliser l'approche ou à l'appliquer sur une autre thématique que celle traitée avec des commo-diens. Ils prospectent des bureaux d'études spécialisés dans la conception, la mise en œuvre ou l'évaluation de processus participatifs.

Plusieurs scientifiques qui ont participé à des opérations de modélisation d'accompagnement au cours de leur cursus universitaire ont ainsi décidé de créer un bureau d'études, nommé Lisode. Celui-ci propose à l'ensemble des acteurs publics une offre de services spécialement conçue pour accompagner les volets de concertation des projets de territoire. Ils peuvent intervenir dans le cadre de la mise en œuvre et de l'évaluation des démarches participatives associées à la mise en place des Schémas départementaux d'Aménagement et de gestion des eaux, Schémas de cohérence territoriale, Plan local d'urbanisme, Plan de prévention des risques, Zones d'aménagement concerté, Agenda 21, charte de Parc naturel régionaux, etc. Ils interviennent également dans les programmes de démocratie participative des collectivités territoriales, tels que l'organisation de conférence de citoyens ou de débat public, et proposent des modules de formation sur la médiation ou la concertation territoriale.

Perspectives

Trois nouvelles directions de travail sont en cours d'exploration dans le cadre du transfert de la modélisation d'accompagnement : la préparation d'une formation spécifique à l'ensemble de la démarche, une réflexion sur la formation de pédagogues avec plusieurs praticiens de l'enseignement agricole, une tentative de développement d'un module d'enseignement à distance.

Formation globale à la modélisation d'accompagnement

Le besoin de proposer une formation à la démarche et qui ne soit pas assimilée à la maîtrise d'un outil nous a amené à construire un nouveau projet pédagogique traitant de

l'ensemble de la modélisation d'accompagnement. Ce projet vise à combiner des phases d'explicitation des principes de la modélisation d'accompagnement, avec des phases d'appréhension des difficultés de l'animation des exercices collectifs qui la jalonnent. Deux cibles potentielles ont été retenues : les partenaires du développement susceptibles de s'approprier la démarche et désireux de la mettre en œuvre, les chercheurs intéressés ou intrigués par notre approche et désireux de comprendre l'ensemble de la démarche.

La structure d'une école-chercheur d'une semaine a été retenue et travaillée avec l'équipe de FormaSciences. L'idée était d'enseigner la démarche ComMod à partir d'une série de mises en situation permettant d'aborder successivement les différentes phases structurant la démarche. Chaque module pédagogique correspond à une des phases décrites au chapitre 1 et est construit selon une même séquence :

- une mise en situation initiale ;
- un débriefing pour se saisir des questions qui émergent à la suite de la première phase ;
- un temps de présentation formelle (référents méthodologiques et théoriques), d'un certain nombre de points clés en lien direct avec les questions sélectionnées ;
- un temps de travail personnel pendant lequel les participants sont invités à « fouiller » la base de données des études de cas et une sélection de documents produits par le collectif ComMod pour rechercher des éléments en rapport avec ces points clés ;
- un court temps de restitution.

La démarche est ensuite déroulée sur une étude de cas choisie dans la bibliothèque constituée par le collectif ComMod, en fonction du profil des participants ou des attentes du commanditaire. La formation comprend donc 6 modules dans lesquels les participants vont essayer de se mettre à la place d'un comédien (encadré 11.3).

Formations professionnelles destinées aux pédagogues

Un cas particulier concerne l'expérimentation en cours avec l'enseignement technique agricole français pour adapter certains des outils mis au point en modélisation d'accompagnement à une utilisation pédagogique généralisée. Trois niveaux d'enseignement (dans le cursus français) sont visés : les classes de première et de terminale des lycées agricoles, les brevets de techniciens supérieurs (BTS Gestion et protection de la nature, Analyse et conduite des systèmes d'exploitation ; Gestion forestière) et les écoles d'ingénieur. Le projet est une initiative de SupAgro à Florac et de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB). Il fait l'hypothèse que différentes situations pédagogiques, s'appuyant sur les méthodes et les supports des chercheurs du collectif ComMod, pourraient être envisagées dans les établissements agricoles, sur trois aspects :

- modéliser, c'est-à-dire formaliser par étape une situation complexe de gestion d'un enjeu de biodiversité ;
- analyser des dynamiques, c'est-à-dire observer au travers de simulations informatiques spatialisées ou non des dynamiques écologiques et socio-économiques, et essayer de comprendre leurs interactions (recherche d'informations et d'indicateurs, interprétation des observations par la formulation d'hypothèses, test de ces hypothèses) ;
- simuler les interactions entre acteurs d'un même territoire, c'est-à-dire jouer le rôle de ces acteurs pour saisir leurs moyens d'action, comprendre leur rationalité, mener une négociation, prendre des décisions et mesurer leurs effets sur la biodiversité.

L'expérimentation a impliqué un groupe pilote d'enseignants (de l'enseignement secondaire agricole) volontaires pour s'emparer des supports et des méthodes élaborées

Encadré 11.3 – Formation à la modélisation d'accompagnement.

Module 1 : organiser la démarche. L'exercice implique de formuler une question, définir les objectifs spécifiques de l'accompagnement, identifier les éléments de contexte à prendre en compte, préciser l'origine de la demande, organiser le processus que l'on souhaite mettre en œuvre et sélectionner les différents types de participants (porteur du projet, facilitateur, parties prenantes) en précisant leur niveau d'implication et ce qui les rend légitime à participer.

Module 2 : coconstruire une représentation du système. L'exercice consiste à faire expliciter les différents points de vue sur la question et à laisser s'exprimer l'éventail des connaissances sur le sujet. Il amène à choisir un cadre méthodologique permettant de produire un ensemble structuré de termes et de concepts sur les acteurs (règles de décision, rôles) et les ressources (processus, modalités d'ajustement). Il impose la définition d'un cadre spatio-temporel (choix d'une étendue spatiale et d'un horizon de simulation). Enfin, pour garder la mémoire du travail de coconstruction, les participants doivent imaginer une méthode explicitant les hypothèses utilisées pour les différents sous-modèles (processus biophysiques, processus sociaux), et gardant la trace des choix effectués parmi les diverses solutions envisagées et leurs justificatifs.

Module 3 : implémenter le modèle. L'atelier permet de prendre conscience de la diversité des outils utilisables (simulateur informatique, jeu de rôles, modèles hybrides), et des plates-formes et langages les plus couramment utilisés. Il balaye ensuite les différents types de données potentiellement intégrables dans ces modèles : variables d'état caractérisant l'état du système à un instant donné, paramètres liés soit aux scénarios envisagés, soit aux processus biophysiques et sociaux. Et il encourage à réfléchir aux indicateurs pertinents pour comprendre l'effet des décisions prises sur la dynamique du système et selon différents points de vue. Enfin, il amène à réfléchir sur les problèmes de validation mathématique, statistique ou sociale des processus représentés.

Module 4 : mettre en situation et simuler. Les participants doivent organiser un temps fort collectif au cours duquel le modèle va servir d'objet intermédiaire pour faciliter la concertation. L'atelier met l'accent sur les différents aspects de l'animation de ces sessions en faisant discuter de la préparation, de l'animation proprement dite (introduction, facilitation, débriefing à chaud), de la coconstruction de scénarios, de l'observation (des attitudes, des discours, des supports mobilisés) et de l'analyse des résultats (conséquences sur l'environnement, la gestion des ressources ou le système social ; apprentissages, décisions et négociations entre participants).

Module 5 : transmettre la démarche. L'exercice porte à la fois sur l'identification de futurs porteurs de la démarche et sur le mode de formation envisagé (module d'enseignement, didacticiel, accompagnement sur un cas concret). Il aborde également l'intérêt d'une mise en réseau pour s'assurer d'un appui méthodologique (réseau ComMod, réseau de praticiens de démarches participatives) ou garantir la diffusion et l'appropriation de la démarche (création ou activation de réseaux locaux). Le problème du transfert et de l'adaptation des outils est aussi évoqué.

Module 6 : suivre et évaluer. Des outils de suivi et d'évaluation sont proposés et mis à l'épreuve sur l'étude de cas choisie.

par le collectif ComMod, en tester tout ou partie avec leurs élèves et mutualiser leurs expériences. SupAgro Florac, la FRB et le réseau ComMod se sont proposés d'accompagner ce groupe pour faire des apports, organiser des regroupements et la mutualisation des expériences, suivre et accompagner les applications sur le terrain, adapter les supports et en produire éventuellement de nouveaux, et enfin, promouvoir et diffuser

les expériences et produits pertinents. Des inspecteurs pédagogiques de l'enseignement agricole, des bureaux de la direction générale de l'Enseignement et de la Recherche et des opérateurs de l'appui autres que SupAgro de Montpellier ont également été associés à la réflexion.

Trois axes pédagogiques ont été travaillés avec les enseignants afin de juger de leur pertinence pour faciliter l'apprentissage de la gestion des espaces de façon professionnelle dans les filières, ou pour constituer l'ossature de la future semaine collective de développement durable qui est en voie d'être inscrite dans les référentiels pédagogiques à venir :

1) formaliser une représentation commune d'un système complexe, c'est-à-dire, élaboration en groupes d'un diagramme d'interactions entre société et environnement selon la méthode ARDI ;

2) mettre les apprenants en situation pour leur faire vivre cette complexité, c'est-à-dire un jeu de rôles autour de la gestion de la biodiversité ;

3) utiliser une modélisation de cette complexité pour imaginer des gestions alternatives, c'est-à-dire élaboration et simulation informatique de scénarios donnant à voir la dynamique du système selon différentes façons de le gérer.

L'intérêt suscité par les outils proposés et la démarche à laquelle ils participent a reposé à la fois sur le fait que cet enseignement (des outils et la démarche) s'appuie sur des approches ludiques dans toutes leurs dimensions, et qu'il induit naturellement des postures en pédagogie active. Bien des enseignants appellent ce type de pédagogie de leurs vœux, mais ils ne trouvent généralement pas le moyen de l'intégrer dans leurs démarches habituelles, en particulier quand la thématique traitée impose d'être techniquement et scientifiquement très solide. L'accompagnement de cette voie d'innovation pédagogique par le collectif ComMod devrait amorcer une institutionnalisation et une démultiplication de la maîtrise de la démarche vers l'ensemble de la profession agricole.

Formations à distance

L'Université virtuelle environnement et développement durable (www.uved.fr) est une association qui a pour but de mutualiser les contenus de formation entre plus de quarante partenaires francophones. Dans ce cadre, un module de formation numérique intitulé « Les nouvelles approches participatives pour la gestion des ressources naturelles renouvelables » est en cours d'élaboration. Correspondant à un module de 2 semaines du niveau Master 1, ce cours propose des repères méthodologiques structurés en 3 blocs :

- 1) les démarches participatives ;
- 2) la modélisation des systèmes complexes ;
- 3) l'approche ComMod.

Ces repères méthodologiques seront mobilisés pour aborder la problématique de la gestion des ressources selon 5 thèmes :

- 1) la gestion intégrée ;
- 2) le foncier ;
- 3) l'aménagement du territoire ;
- 4) la gestion de l'eau ;
- 5) la gestion de l'agro-biodiversité.

Une animation sous forme d'un jeu de rôles sera également proposée. Il est envisagé d'utiliser ce module en auto-formation avec un tuteur, ou en salle de cours.

Conclusion

Le transfert de la modélisation d'accompagnement se fait dans des cadres très divers et sur des thématiques très variées. Il couvre des enseignements académiques, des formations spécifiques ou des supports de diffusion très larges comme internet. Malgré cela, un certain nombre de principes et d'outils restent communs à l'ensemble des actions menées.

L'enseignement de la modélisation d'accompagnement privilégie une pédagogie de la problématisation (Fleury et Fabre, 2005). Il est en effet axé sur une recherche de signification des données engageant des activités d'argumentation, et une démarche qui doit aider à identifier des possibilités d'action. Pour cela, il s'appuie sur les quatre opérations liées au raisonnement social et scientifique (Sadler *et al.*, 2006) : reconnaître la complexité inhérente à la question étudiée, examiner la question depuis plusieurs points de vue, admettre que la question doit faire l'objet d'un questionnement complémentaire, faire preuve de scepticisme dans les informations présentées. Cependant, il y rajoute deux éléments fondamentaux de raisonnement : identifier les risques et les incertitudes, et prendre en compte les valeurs et les principes éthiques dans les prises de décision.

L'apprentissage par le jeu est une autre constante de notre démarche pédagogique. Il propose lors d'une mise en situation ludique, de combiner la compréhension de fonctionnements écologiques, de la complexité des interactions entre nature et sociétés, et de l'intérêt de la concertation voire de la coopération entre acteurs impliqués dans le jeu. Il permet de positionner l'apprenant dans un contexte original, révélateur d'attitudes, de comportements, d'actions situées. Mais l'apprentissage n'est permis que dans la mesure où, lors du débriefing, des modalités pédagogiques particulières permettent un acte réflexif, une conceptualisation progressive tenant compte de la capacité d'abstraction de l'apprenant.

Enfin, la modélisation participative est au centre de notre démarche pédagogique. Nous faisons l'hypothèse que la coconception d'un modèle puis l'utilisation partagée de simulations de ce modèle facilitent la compréhension de systèmes complexes, et encouragent la réflexion collective sur des alternatives de gestion (Hare *et al.*, 2003). Enseigner par la modélisation stimule à la fois la capacité d'abstraction de l'apprenant *via* le travail de formalisation, et sa capacité d'imagination *via* les facilités de projection vers le futur (Lane, 1992).