

## Vie de la recherche

# Résilience, adaptation, changement : l'interdisciplinarité questionnée

Dominique Hervé<sup>1</sup>, Mylène Rivière<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agronome, IRD, UMR220 GRED, 34394 Montpellier Cedex 5, France

<sup>2</sup> Géographe, Université Bordeaux Montaigne, UMR5185 ADESS, 33607 Pessac Cedex, France

**Mots-clés :**  
interdisciplinarité ;  
résilience ;  
modélisation ; système  
socioécologique ;  
viabilité

**Résumé** – La troisième conférence internationale du réseau Resilience Alliance « Résilience et développement : mobiliser pour la transformation », s'est tenue à Montpellier du 4 au 8 mai 2014. L'objectif de cette manifestation était de confronter les nombreuses approches de la résilience autour du thème de la transformation. Nous analysons la place de l'interdisciplinarité dans cet important rassemblement. Quelles sont les méthodes mises en place dans le travail entre disciplines ? Quels sont les questionnements et les défis soulevés ? Quels concepts ou cadres théoriques se révèlent innovants ? Les technologies de l'information et l'outillage maths-informatique apportent-ils des solutions ? Au fil de ce compte rendu, nous montrons que l'interdisciplinarité est finalement un enjeu important de la « mobilisation pour la transformation », explicite dans le titre de la conférence, mais que les défis sont loin d'être résolus.

**Keywords:**  
interdisciplinary  
research; resilience;  
modeling; socio-  
ecological system;  
viability

**Abstract – Resilience, adaptation, transformation: questions to interdisciplinary research.** The third International Resilience Alliance Conference, titled "Resilience and Development: Mobilizing for Transformation", was held in Montpellier from May 4 to 8, 2014. Its purpose was to confront the numerous approaches of resilience science regarding the transformation topic. We analyze the role of interdisciplinary research in this important meeting. Which methods are used in discipline interaction? What are the main questions and challenges? Which concepts or theoretical frameworks look innovative? Are information technology and mathematics tools offering solutions? In this critical review of part of the symposium, we show that interdisciplinary research is an important target in the mobilization called for by the conference title. Resilience 2014 was a major step ahead in bringing together different disciplines, stakeholders and civil society. Transformation choices need to be achieved through consensus between the considerations of these different actors. However, lack of understanding remains tangible in the diverse interpretations of promising unifying concepts: resilience, sustainable development, socio-ecological system, viability, vulnerability... The epistemological issues, which are difficult to assess, are often left aside in the discussions and replaced by other "integrative" tools, which may create fake interactions where incompatibilities remain.

## Introduction

À l'occasion de la conférence « *Resilience 2014* » dont la thématique était « Résilience et développement : mobiliser pour la transformation<sup>1</sup> », François Bousquet (Cirad), membre du point focal France du réseau Resilience

Alliance<sup>2</sup> et président du comité d'organisation, a invité l'association Natures Sciences Sociétés-Dialogues à présider une session sur l'interdisciplinarité. En répondant à sa demande, NSS-D trouvait une occasion de réfléchir sur la place de l'interdisciplinarité dans un débat international traitant d'un concept transversal, la résilience. La

Auteur correspondant : dominique.herve@ird.fr

<sup>1</sup> Le programme de cette conférence, la plupart des présentations powerpoint, des comptes rendus des sessions, des vidéos, etc. sont disponibles sur le site internet <http://www.resilience2014.org>.

<sup>2</sup> <http://www.resalliance.org>.

place de ce concept a été abordée à plusieurs reprises dans la revue *Natures Sciences Sociétés* et dans la collection d'ouvrages *Indisciplines* (coéditée par Quæ et NSS-D) à travers ses liens avec d'autres concepts : le principe de précaution (Godard, 1998), la vulnérabilité (Décamps, 2007), la viabilité (Aubin, 1996 ; Deffuant et Gilbert, 2011), le développement durable (Vivien *et al.*, 2013) et ses liens avec la viabilité (Durand *et al.*, 2012).

### Description factuelle de la conférence *Resilience 2014*

Faisant suite à celle de Stockholm (Suède) en 2008 (« *Resilience, adaptation and transformation in turbulent times* ») et à celle de Phoenix (États-Unis) en 2011 (« *Resilience, innovation, and sustainability: navigating the complexities of global change* »), la troisième conférence de Resilience Alliance (« *Resilience and development: mobilizing for transformation* »), s'est tenue du 4 au 8 mai 2014 à Montpellier (France).

À part la première journée consacrée à des sessions hors site réparties dans la région par thématiques, les trois journées suivantes étaient organisées le matin en conférences de personnalités de renommée internationale, suivies l'après-midi d'une vingtaine de sessions en parallèle dans lesquelles se répartissaient 700 communications provenant de tous les continents et organisées en chemins thématiques.

Résilience est un terme englobant suivant les uns, transverse suivant les autres, qui a servi d'appel à une extrême variété de sujets et de communications. Les thèmes abordés couvraient la gestion des ressources – eau, forêt, agriculture, pêche, inondations, nature en ville... – dans presque tous les biomes : zones côtières, humides, tempérées, tropicales... De nombreuses disciplines étaient impliquées : économie, anthropologie, géographie, agronomie, maths-informatique, philosophie ; mais on peut noter également la participation ponctuelle de gestionnaires, managers, responsables politiques, d'ONG, ou encore d'artistes et de citoyens.

Des présentations d'ouvrages, notamment celui de Jean-Marc Châtaigner (ministère des Affaires étrangères) et celui de Raphaël Mathevet (CNRS) et F. Bousquet, un exposé en session réservée de Dennis Meadows (Université du New Hampshire, États-Unis), « *Ways to increase resilience of physical systems: raise efficiency, build barriers, increase redundancy, add buffers, predict future shocks* », un autre exposé en session publique de Sander Van der Leeuw (Arizona State University, Santa Fe Institute, États-Unis), « Résilience des systèmes socioécologiques : à chaque solution, ses problèmes », enfin plusieurs activités artistiques (danse, théâtre, cirque, exposition de photographies, esthétique relationnelle, ainsi qu'un conte, *La résilience des garrigues*, lu par Michel Étienne de l'Inra), ont participé à la diversité des approches qui

pouvaient enrichir la réflexion sur la résilience. Le message que nous retenons est un appel à des créativité multiples pour trouver des solutions à la transformation nécessaire du monde actuel.

Le débat final a justement été l'occasion de croiser les regards sur l'ensemble de la conférence. Madhu Sarin, activiste venue d'Inde, a vu dans cette manifestation un effort pour combiner des considérations écologiques et sociales. Mais son regard vient de la pratique et du terrain, où, selon elle, l'essentiel reste avant tout de sécuriser les terres des paysans. Des jeunes chercheurs sont aussi revenus sur ce qu'ils avaient retenu de la semaine : les nouvelles formes d'engagement rendues possibles par les nouvelles technologies, la place prépondérante de la justice, de l'équité et du pouvoir dans le dialogue sur la résilience, ou encore la nécessité de renforcer les liens et de faire tomber les barrières entre les disciplines scientifiques, et cela avec les praticiens. Le dynamisme et la créativité de ces jeunes chercheurs ont été remarqués tout au long de la semaine, et ils n'ont pas hésité à rassembler tous les participants dans une « création musicale de la résilience » afin de conclure la conférence. Enfin, C.S. Holling (Université de Floride, États-Unis), grand témoin de l'évolution de la recherche dans ce domaine, a insisté sur quelques exemples d'effondrement de sociétés non résilientes où des populations ont disparu. Il est revenu ensuite sur des considérations plus générales, le paradigme de l'équilibre et la construction scientifique de la vérité.

### Parti pris de NSS-D dans le suivi des sessions

Nous n'avons bien sûr pas pu couvrir l'ensemble des présentations de cette conférence. Nos choix ont été guidés par les thématiques qui intéressent la revue *NSS* et l'association NSS-D : les relations entre l'homme et la nature à travers les *socio-ecological systems* (SES), l'interdisciplinarité et la modélisation interdisciplinaire.

Nous détaillerons les réflexions sur l'interdisciplinarité suscitées par le questionnement initial de la conférence dont la spécificité transparait dans le titre : « *Resilience and development: mobilizing for transformation* ».

Quelle interdisciplinarité se trouve mobilisée dans les recherches sur la résilience ? L'appel à la mobilisation, implicite dans le titre, se réfère-t-il aux disciplines scientifiques ou, bien au-delà, à la société civile ? Le débat se concentre-t-il uniquement sur le comment faire ou s'ouvre-t-il sur les obstacles épistémologiques ?

D'une part, nous avons cherché des réponses dans les sessions affichant clairement pour objet l'interdisciplinarité. D'autre part, nous avons assisté aux sessions concernant les *socio-ecological systems*, avec une interrogation : traitent-elles réellement des interactions entre société et environnement, et de quelle manière ? Nous y avons recherché des réflexions originales à l'interface entre

natures et sociétés. Enfin, nous avons sélectionné les sessions visant à définir et mesurer la résilience, avec des approches maths-informatique.

## Résilience : un concept unificateur ?

La conférence pose la question des liens qui existent entre l'approche scientifique de la résilience et les enjeux de développement. L'objectif était de réunir un nombre important de chercheurs mais aussi des politiciens et des praticiens du développement pour confronter et enrichir les approches de la résilience dans le monde de la recherche et dans celui du développement.

### Résilience et développement

Au regard des présentations proposées, il semble que le concept de résilience cherche encore sa place sur la scène mondiale, à côté d'autres concepts tels que durabilité (*sustainability*), vulnérabilité, complexité, ou encore viabilité. Toutefois, la résilience est de plus en plus citée dans les documents officiels sur les politiques de développement et dans les conférences internationales. Elle se présente d'un côté comme une nouvelle métrologie pour définir l'état d'un système que l'on va chercher à améliorer, mais aussi comme une nouvelle façon de penser, ou comme une promesse de nouvelle science.

Le concept trouve son origine dans le sens commun : « on est sous le choc », on « encaisse le choc », « ça passe ou ça casse »... La résilience serait en ce sens l'action de s'adapter pour absorber un choc sans perdre son identité, et suppose donc un état désirable de la transformation qui s'ensuit. Le philosophe Henrik Thorén (Université de Lund, Suède) a repris une définition générale de la résilience : la capacité de S (type de système) à absorber D (ce qui est perturbé) en maintenant I (identité). La résilience étant un concept qui n'informe pas sur la structure sous-jacente du système étudié, il peut être appliqué à des disciplines scientifiques et dans des situations variées sans pour autant signifier une correspondance ontologique entre les disciplines. En physique, le terme peut être appliqué à un pendule, à la résistance d'un matériau ; en psychologie, on va parler de récupération de l'individu après un choc psychologique ; en écologie, on parle de la résilience d'un écosystème. Cette polysémie peut aboutir à des malentendus entre chercheurs (Carbonel, 2002 ; Reghezza-Zitt *et al.*, 2012).

La conférence a restreint ici le champ de la résilience à celui du développement, mais l'appropriation du concept reste large et différentes définitions cohabitent. Le géographe Alioune Kane (Université de Dakar, Sénégal) a postulé que la résilience est une capacité de changement d'un système, capable de passer d'un équilibre à l'autre lorsqu'il subit une perturbation ; renforcer

la résilience se fait dans l'objectif de s'adapter aux surprises et aux incertitudes. Keith Gibson (Université de Calgary, Canada), chercheur en design environnemental, a vu la résilience comme une définition, paradoxale et appliquée, de la durabilité : c'est la continuité à travers le changement. Sa propre définition du concept, « *the continuity of valued attributes of human circumstances both by means of and in the midst of change* », pose les questions qui lui semblent essentielles lorsqu'on aborde la résilience : qu'est-ce qui change ? Qu'est-ce qui devrait changer ? Qu'est-ce qui peut être amené à changer ? Enfin, une autre définition de la résilience est celle qui associe la résilience au temps de restauration d'un milieu, comme dans l'exemple de l'eutrophisation des lacs (Martin, 2004 ; Chapel *et al.*, 2007 ; Rougé, 2013). Le retour à l'état normal est-il possible, et en combien de temps ?

### Mobiliser pour la transformation

Il semble bien que le principal point d'accord entre les divers acteurs et disciplines réunis lors de cette conférence soit cette mobilisation pour une transformation que rappelle son titre. Mais de quelle transformation parle-t-on ? De quelle manière la résilience est-elle convoquée dans cette transformation ? La résilience de quoi ? La résilience pour qui ? Ce sont les liens entre transformation et développement que nous cherchons à éclaircir.

La résilience est-elle une réponse à un grand choc, une catastrophe, ou au contraire répond-elle à un petit choc de fonctionnement journalier ? Le choc est-il endogène ou exogène ? L'apprentissage à partir des catastrophes et l'action avec les institutions passent par une mobilisation à plusieurs niveaux : local, global, conférences internationales, réseaux de citoyens. La référence à la résilience permet-elle de redonner du poids au développement ou au contraire focalise-t-elle sur l'urgence ?

Une des séances plénières a tourné autour de l'utilisation du « et » au lieu du « ou » dans l'association des termes « résilience » et « développement ». Le développement est-il encore possible au sein des limites écologiques que nous impose la planète ? Cette transformation nécessaire implique-t-elle un développement (durable) ou doit-on trouver d'autres formes de solutions ? Mélissa Leach (University of Sussex, Royaume-Uni) a précisé ce débat en soulignant la dimension politique d'un choix de trajectoire. Au-delà d'un développement qui respecte les limites sociales et écologiques, elle pose la question du choix de ces limites : quels buts se donner ? Et surtout, pour qui ? Les alternatives d'occupation des terres sont variées, et répondent à des intérêts divergents. Tous les acteurs ont-ils leur mot à dire ou assiste-t-on à une marginalisation de certaines options envisageables ? Dans ce contexte, mobiliser les différentes disciplines et les

différents acteurs de la société pour rechercher une solution à la crise globale est non seulement nécessaire mais devient aussi un devoir démocratique. La notion de « démocratie épistémologique » sera d'ailleurs évoquée lors d'une des sessions sur l'interdisciplinarité.

Cette mobilisation a besoin d'un cadre fédérateur, capable de traiter des interactions complexes entre des sphères (disciplinaires, d'acteurs) qui, jusqu'à présent, étaient envisagées séparément. Un besoin d'interdisciplinarité apparaît, de dialogue, de mise en commun ; mais aussi une nécessité d'examiner des problèmes complexes et empreints d'incertitude : on ne peut pas savoir ou contrôler précisément ce qui va changer ou continuer tel quel. Le concept de résilience peut-il jouer ce rôle fédérateur ? Comment se positionne-t-il par rapport à l'objectif de développement durable ?

Afin de réunir les sphères écologiques, économiques et sociales, certains utiliseront le concept de développement durable, d'autres poursuivront la réflexion conduite par Elinor Ostrom sur les systèmes socioécologiques.

La transformation qui est recherchée se doit de mobiliser des savoirs variés, incluant des savoirs non académiques. La session « *Socio-ecological networks – an emerging transdisciplinary approach* » a présenté des outils à base de réseaux orientés vers les décideurs, même si leur prise en compte est encore loin d'une intégration. De même, il a été fait référence plusieurs fois aux « savoirs traditionnels » ; ils sont par nature « socioécologiques » car ils ne séparent pas la nature de l'homme. M. Leach a avoué d'ailleurs qu'elle voit l'espoir venir d'en bas, par le dynamisme local et par l'émergence de projets communautaires à l'échelle locale. Enfin, la question de l'engagement du chercheur est soulevée, à travers son travail de recherche, à la fois dans le monde académique et dans la société civile.

## **La place de l'interdisciplinarité dans les recherches sur la résilience**

### **Des questionnements généraux sur l'interdisciplinarité**

De nombreux questionnements relatifs à l'interdisciplinarité, soulevés lors de cette conférence, ne sont pas spécifiques à la résilience. Ils témoignent toutefois d'interrogations et de défis généraux qui se retrouvent dans plusieurs lieux de réflexion sur l'interdisciplinarité.

Tout d'abord, on note de manière générale une tension entre la théorie (pourquoi ?) et la méthode (comment ?). Faut-il établir un dialogue, rechercher une intégration ou une fusion entre les disciplines ? Faut-il tenter une relation difficile entre des contenus différents, ou bien chercher à tout prix une science commune et un

langage commun ? Ces deux approches méthodologiques – dialogue entre des points de vue et des contenus différents, ou proposition d'une science unificatrice, intégratrice –, se confrontent et se distinguent clairement dans les exposés.

Les jeunes chercheurs ont parfois été présentés comme catalyseurs d'une convergence de disciplines ou d'un dialogue entre disciplines, car leur jeunesse les rend neutres aux yeux des représentants des disciplines. Ils apparaissent sans idées préconçues et sans doute plus aptes à assumer le rôle de traducteurs. La construction commune d'un modèle est aussi considérée comme un outil pratique et flexible d'intégration des connaissances. Une autre option est de favoriser le dialogue interpersonnel, au sein des projets, y compris par des techniques de communication, ce type de dialogue ayant prouvé son efficacité dans une transformation progressive de la posture des chercheurs impliqués. Enfin, un cadre conceptuel « universel » a été également proposé, cadre qui permettrait de réunir diverses approches au sein d'une nouvelle discipline à créer, pour résoudre une crise globale et complexe. En tout cas, les positions convergent vers la recherche de nouveaux objets, concepts et courants.

Second point, la question de la légitimité scientifique : quelle méthode de production des données est légitime ? Cette réflexion, née de la réorganisation des disciplines, est d'autant plus importante que c'est la recherche qui produit les données et les connaissances. De plus, la mobilité épistémologique – capacité de passer d'une discipline à l'autre –, implique un positionnement moins évident, moins explicite, et il devient nécessaire de justifier ses choix et ses positions pour acquérir une légitimité à adopter telle ou telle posture. Cette justification implique parfois, pour se faire comprendre par des disciplines peut-être éloignées de l'approche initiale, de simplifier à outrance. Doit-on passer par le sens commun pour mieux se faire comprendre ?

Enfin, l'indiscipline émergente chez les jeunes chercheurs provient d'un dynamisme, d'initiatives et d'interrogations nouvelles : quelle identité ? Quelle histoire ? Quelle transmission des savoirs ? Une pièce de théâtre interactive, *Embrace your undisciplinarity*, jouée par plusieurs jeunes chercheurs de l'Université de Stockholm, a mis en scène certains de leurs questionnements. Dans un premier dialogue, un chercheur monodisciplinaire reconnu se trouve confronté à une jeune étudiante portée vers l'interdisciplinarité. Leurs arguments soulèvent l'intérêt tout autant que la contradiction des deux postures. Le second dialogue met en scène le dilemme d'un doctorant, qui doit choisir entre mettre en pratique ce qu'il sait déjà au profit d'une reconnaissance (publication avec un chercheur reconnu) ou bien favoriser son apprentissage interdisciplinaire et mettre à profit le temps de la thèse pour consolider sa posture, ses valeurs,



sa méthodologie, ses connaissances. La session s'est terminée par une table ronde (Joern Fischer, Leuphana University of Lüneburg, Allemagne ; David Tàbara, Université autonome de Barcelone, Espagne ; Tracy Van Holt, East Carolina University, États-Unis ; Frances Westley, Université de Waterloo, Canada) qui a révélé les inquiétudes des jeunes chercheurs face à un affichage interdisciplinaire du contenu de leur thèse et surtout face au marché du travail.

### **Vers un apprentissage de l'interdisciplinarité ? Retours d'expérience**

Existe-t-il un modèle reproductible pour apprendre ? C'est la question qu'a posée Dirk Roux (Parcs nationaux d'Afrique du Sud) qui a rendu compte de son apprentissage de l'expérience interdisciplinaire, grâce à 13 ans de pratique dans la conservation, avec des scientifiques mais aussi avec des managers, des politiciens et des praticiens. Pour lui, le processus d'apprentissage n'est pas efficace car il est trop chronophage, ce qui constitue un frein à l'interdisciplinarité. La posture interdisciplinaire peut être assumée dans une construction de carrière qui oscille entre différentes disciplines, et surtout par la pratique, généraliste et de terrain, à la rencontre des divers acteurs. L'anthropologue Päivi Haapasaari (Université d'Helsinki, Finlande) a confirmé que l'interdisciplinarité est un processus d'apprentissage. Pour elle, il existe trois niveaux d'apprentissage : entre les individus chercheurs, entre les disciplines et entre les types de savoir. Le premier niveau nécessite une ambition scientifique, la volonté d'apprendre à connaître l'autre ou d'utiliser de nouvelles méthodes. Le second niveau requiert de trouver un territoire commun, de rendre les frontières plus flexibles. Enfin, le dernier niveau, celui de l'intégration des savoirs, nécessite de mettre en place une méthodologie commune.

Les réponses commencent à émerger en ce qui concerne ce « modèle reproductible d'apprentissage ». Lucas Rutting (Université d'Amsterdam, Pays-Bas) a rapporté notamment son expérience de son institut (Institute for Interdisciplinary Studies) dont l'objectif est de former des chercheurs interdisciplinaires. Cette éducation académique ne prend pas en compte les cultures, les langages et les discours qui servent traditionnellement à distinguer les disciplines. Elle comporte plusieurs programmes : Licence (*future planet studies*), Master (*cognitive studies, information studies*) et Expertise (*holistic studies*). Elle suit un modèle d'apprentissage pas à pas basé sur différentes techniques : addition, ajustement, connexion, séparation. Ann Bruce (Université d'Édimbourg, Royaume-Uni) a présenté quelques résultats issus d'un livre dont elle est coauteur et qui retrace différents parcours interdisciplinaires (Lyall *et al.*, 2011).

Ingmar Van Meerkerk (Université Érasme de Rotterdam, Pays-Bas) a présenté des résultats de

l'évaluation de 10 projets interdisciplinaires qui se sont déroulés en Europe de 2011 à 2014. Pour lui, l'opérationnalisation de la recherche interdisciplinaire doit constituer à la fois un objectif et un outil d'évaluation. Les résultats se recoupent sur les facteurs de réussite : confiance, implication, écoute et respect des valeurs et savoirs de l'autre, approche holistique et interdisciplinaire assumée, proximité relationnelle et rencontres informelles, efficacité du leader, objets d'interface pour le dialogue. On peut ainsi noter les liens qui se nouent avec la science du management pour aider au processus de communication : comment apprendre ? Comment motiver ? Comment organiser le temps et l'espace pour favoriser l'engagement et le dialogue ?

### **Systemes socioécologiques**

Le cadre du système socioécologique, ou SES, a été considérablement développé par Elinor Ostrom (Ostrom, 2005). Elle était membre du comité scientifique de l'organisation Resilience Alliance créée en 1999 par des chercheurs de différentes disciplines et des praticiens dans l'objectif de produire des connaissances sur la dynamique des systèmes socioécologiques.

La notion de SES, centrée sur la gestion locale des ressources, considère l'économie comme une construction sociale. Selon les travaux de Karl Polanyi, remis sur le devant de la scène dans la session « *Towards a sustainable and socially just transformation: reflections on Polanyi* », les forces économiques ont une action propre hors de la société, du fait de l'économie libérale. Les innovations institutionnelles et de gouvernance cherchent à réconcilier ces sphères, cette fois par le principe de protection sociale. C'est ce que Polanyi appelle le « double mouvement ». Dans la réalité, il n'y a pas de frontières entre les sphères sociales et écologiques. Selon Michael Schoon (Arizona State University, États-Unis), c'est la pensée systémique qui va supposer la présence de limites. Le système est complexe et modulable, avec des interactions à différentes échelles et de nombreux composants qui s'organisent individuellement. Les constructions de type SES définissent deux systèmes en interaction, en affichant clairement l'intention d'articuler le social et l'écologique. Mais ces constructions dépendent de chaque perception individuelle. Les caractéristiques données à chacun des systèmes dépendront de la manière dont les limites ont été définies. M. Schoon et David Manuel-Navarette (Arizona State University, États-Unis) précisent que ces limites peuvent être symboliques, physiques ou imaginaires mais gardent toutes une dimension cognitive.

« Social et écologique » n'exprime pas la même chose que « socioécologique ». Quel est le type de lien qui relie ces deux aspects ? Comment l'interface est-elle traitée scientifiquement ? Plusieurs propositions ont été faites : utilisation d'outils intégrateurs (systèmes d'information

géographique ; télédétection ; aide à la décision multicritères), celle de modèles maths-informatique (statistiques, viabilité, simulation multiagents), d'artefacts organisant la communication entre disciplines (jeux, réseaux, forum, théâtre, art), d'opérations logiques (connexions entre institutions et ressources, par exemple), utilisation de la théorie des réseaux (existence de connexions, probabilités des connexions), mobilisation du concept de territoire par des géographes ou encore de nouveaux courants disciplinaires (écologie politique, histoire environnementale, justice environnementale).

Ces exemples soulignent la diversité des possibilités dans l'analyse scientifique de l'interface nature-société.

### L'utilisation d'outils mathématiques

L'outillage maths-informatique, mobilisé pour l'interdisciplinarité, s'étend des techniques de modélisation aux techniques de communication en groupes. À une échelle internationale, la combinaison de systèmes multiagents et de jeux de rôle est largement pratiquée (ComMod, 2005 ; Janssen *et al.*, 2011). Lors de la conférence *Resilience 2014*, à notre connaissance, ont été présentés surtout des modèles pour mesurer la résilience, ainsi que des modèles facilitant la communication entre savoirs scientifiques et savoirs locaux.

Différents groupes d'indicateurs ont été utilisés dans les modèles proposés, selon des formalisations spécifiques de la résilience : viabilité, capacité d'adaptation, stabilité, vulnérabilité, transformabilité, potentiel et contrôlabilité...

Le concept de résilience est, par exemple, affiné avec les notions de potentiel et de contrôlabilité (Quétier et Lavorel, 2011). Le potentiel est constitué d'un potentiel tampon, qui permet la récupération après une perturbation, et d'un potentiel d'adaptation, qui permet d'atteindre une solution meilleure après la perturbation. L'innovation est parfois moins coûteuse que la reconstruction des capacités précédentes, il y a complémentarité entre les deux types de potentiel. Dans le contexte rural, comme dans l'exemple présenté par Guillaume Deffuant (Irstea), le changement de potentiel est généré par le développement d'activités en dehors de la ferme, complémentaires des activités dans l'exploitation. La contrôlabilité est la capacité à mettre en œuvre des changements (par des ambitions, des compétences personnelles de l'agriculteur). La résilience serait donc fonction de ces deux variables, le potentiel d'adaptation et la contrôlabilité.

Steven Lade (Stockholm Resilience Centre, Suède) a présenté un modèle théorique pour caractériser les trajectoires de développement. Sans être un modèle prédictif, son outil permet d'explorer différentes pistes possibles, en changeant les liens et la dynamique des interactions, et de construire des mesures de persistance,

d'adaptabilité et de transformabilité du système. La principale question réside justement dans la capacité à transformer le système : selon le modèle, est-ce par l'action politique, par les mouvements institutionnels, ou par les acteurs individuels ? Rachata Muneeppeerakul (Arizona State University, États-Unis) va dans la même direction avec un modèle théorique de la réponse de la population au changement. Il tente de savoir ce qui se passera dans la sphère sociale en cas de perturbation dans l'environnement.

La viabilité est un cadre théorique qui a été développé dans une seconde session consacrée à des cas appliqués. Luc Doyen (Université de Bordeaux) a étudié les différentes trajectoires possibles pour le développement des pêches en zones sensibles (De Lara et Doyen, 2008). Charles Rougé (Université de Bordeaux) s'est penché sur la question de l'eutrophisation des lacs (Rougé, 2013). En établissant un *mapping* de la résilience selon un ensemble d'indicateurs, il a caractérisé la réponse d'un lac après un excès d'apport de phosphore. Selon lui, les indicateurs de résilience et de viabilité apportent des informations complémentaires : la viabilité serait une mesure du dommage futur possible, tandis que la résilience serait la capacité à se remettre de ce dommage. Enfin, Bruno Bonté (Irstea) a appliqué la théorie de la viabilité à un cas de gestion forestière en zone tempérée (Bonté *et al.*, 2013). Il montre comment ce cadre mathématique permet d'analyser l'ensemble des marges de manœuvre des exploitants, d'observer théoriquement les impacts de leurs décisions, et d'intégrer des contraintes sociales (diversité sociale et culturelle des exploitants), écologiques et économiques.

## Conclusion

À travers l'observation des méthodes employées dans le travail interdisciplinaire sur la résilience, nous avons pu déceler une tension entre un dialogue exigeant à mettre en place entre disciplines, en répondant aux questionnements épistémologiques qu'il suppose, et une science intégratrice présentée comme une solution. Si les disciplines sont perçues systématiquement comme des obstacles, l'urgence environnementale transmet une certaine impatience de bousculer les frontières pour résoudre des questions cruciales de société.

C'est pourquoi l'interdisciplinarité est apparue comme un des enjeux fondamentaux de cette conférence. La mobilisation d'un nombre important d'acteurs très variés a montré la capacité du concept de résilience à rassembler les disciplines tout comme les acteurs de la société. Pour établir un véritable dialogue interdisciplinaire, il reste à clarifier la diversité des approches qu'il engendre et le positionnement respectif des concepts qu'il mobilise.

## Références

- Aubin, J.-P., 1996. Une métaphore mathématique du principe de précaution, *Natures Sciences Sociétés*, 4, 2, 146-153.
- Bonté, B., Lafond, V., Cordonnier, T., Mathias, J.-D., 2013. Using an individual-based model of uneven-aged forests for studying trade-off between timber production and deadwood preservation, in *Proceedings of the Eighth International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology (ICCGI 2013)*, Nice, 21-26 juillet, 10204, 175-180.
- Carbonel, J.-P., 2002. De l'utilisation de la notion de résilience, *Natures Sciences Sociétés*, 10, 2, 76-79.
- Chapel, L., Martin, S., Deffuant, G., 2007. Lake eutrophication: using resilience evaluation to compute sustainable policies, in *Proceedings of the 10<sup>th</sup> international conference on environmental science and technology (CEST 2007)*, 5-7 septembre 2007, Ile de Kos, Grèce.
- Châtaigner, J.M. (Ed.), 2014. *Fragilités et résilience. Les nouvelles frontières de la mondialisation*, Paris, Karthala.
- Collectif ComMod, 2005. La modélisation d'accompagnement, *Natures Sciences Sociétés*, 13, 2, 165-168.
- Décamps, H., 2007. La vulnérabilité des systèmes socioécologiques aux événements extrêmes : exposition, sensibilité, résilience, *Natures Sciences Sociétés*, 15, 48-52.
- Deffuant, G., Gilbert, N. (Eds), 2011. *Viability and resilience of complex systems. Concepts, methods and case studies from ecology and society*, Springer.
- Durand, M.-H., Martin, S., Saint-Pierre, P., 2012. Viabilité et développement durable, *Natures Sciences Sociétés*, 20, 3, 271-285.
- Godard, O., 1998. Principe de précaution : renégocier les conditions de l'agir en univers controversé, *Natures Sciences Sociétés*, 6, 1, 41-45.
- Janssen, M., Bousquet, F., Ostrom, E., 2011. A multimethod approach to study the governance of socio-ecological systems. Dossier « Le champ des communs en question : perspectives croisées », *Natures Sciences Sociétés*, 19, 4, 382-395.
- Lara, M. (De), Doyen, L., 2008. *Sustainable management of natural resources. Mathematical models and methods*, Springer.
- Lyall, C., Tait, J., Meagher, L., Bruce, A., 2011. *Interdisciplinary research journeys: Practical strategies for capturing creativity*, Bloomsbury.
- Martin, S., 2004. The cost of restoration as a way of defining resilience: a viability approach applied to a model of lake eutrophication, *Ecology and Society*, 9, 2, 8, <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art8>.
- Mathevet, R., Bousquet, F., 2014. *Résilience et environnement : penser les changements socioécologiques*, Paris, Buchet-Chastel.
- Ostrom, E., 2005. *Understanding institutional diversity*, Princeton University Press.
- Quétier, F., Lavorel, S., 2011. Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: key issues and solutions, *Biological Conservation*, 144, 12, 2991-2999, Doi: 10.1016/j.biocon.2011.09.002.
- Reghezza-Zitt, M., Rufat, S., Djament-Tran, G., Le Blanc, A., Lhomme, S., 2012. What resilience is not : uses and abuses. *Cybergeo : European Journal of Geography*, 621.
- Rougé, C., 2013. *Résilience et vulnérabilité dans le cadre de la théorie de la viabilité et des systèmes dynamiques stochastiques contrôlés*. Thèse de doctorat en informatique, Université Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand.
- Vivien, F.-D., Lepart, J., Marty, P. (Eds), 2013. *L'évaluation de la durabilité*, Versailles, Quæ.