

Actualités de la recherche

« Colloque de prospective de l'Institut Écologie et Environnement du CNRS »

Compte rendu de colloque (Rennes, 12-13 mai 2009)

Aurélie Dubreuil

Ingénieur écologue, Institut Écologie et Environnement, CNRS, Campus Gérard Mégie, 3 rue Michel-Ange, 75794 Paris cedex 16, France

L'Institut Écologie et Environnement (INEE) du CNRS a organisé à Rennes les 12 et 13 mai 2009 son premier « colloque de prospective », avec l'aide et le soutien de l'Université Rennes 1, de Rennes Métropole, de la délégation régionale Bretagne et Pays de la Loire du CNRS et du conseil régional de Bretagne. Ce colloque, présidé par Françoise Gaill, directrice scientifique de l'INEE, a été inauguré par Claude Labit, vice-président du conseil scientifique de l'Université Rennes 1, et Stéphane Tudal, représentant de la Région pour la recherche et l'enseignement supérieur. La direction de l'INEE a souligné l'importance de cet exercice de prospective, qu'elle considère comme un moyen de poursuivre la construction d'une communauté interdisciplinaire en sciences de l'environnement. Ce colloque fondateur a permis de réunir la communauté scientifique de l'INEE – mais aussi des chercheurs de l'Institut national des sciences de l'Univers (INSU) du CNRS, de l'Institut des sciences humaines et sociales (INSHS) du CNRS, de l'Inra, du Cemagref, de l'Ifremer, de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB) et de l'Agence nationale de la recherche (ANR) –, afin d'échanger et d'identifier les enjeux scientifiques de demain. Ces journées ont réuni plus de 300 participants. Il s'agit d'un signe fort de l'intérêt de la communauté.

En préambule, une conférence intitulée « La complexité en science de l'environnement » a été présentée par Paul Bourguine, Luc Doyen et Philippe Huneman, d'après un travail collectif mené depuis plusieurs mois. Ils ont apporté un éclairage tout à fait original sur les modèles en sciences de l'écologie et de l'environnement (SEE), sous

l'angle des trois défis méthodologique, épistémologique et pragmatique :

- Comment reconstruire les dynamiques spatiotemporelles en SEE à partir des modèles et des observations multi-échelles ?
- Comment valider ces modèles en SEE et caractériser leurs propriétés de durabilité et stabilité, de résilience et viabilité ?
- Comment utiliser les modèles qui dépendent de l'action de l'homme pour la gouvernance et la durabilité de l'écosphère à toutes les échelles et comment contribuer au mieux à leur résilience en cas de perturbation majeure ?

Au cours de la discussion qui a suivi la conférence, de nombreuses questions ont été soulevées, certaines concernant la pertinence des outils méthodologiques, la confusion entre « systèmes biologiques complexes » et « systèmes mathématiques complexes » en tant qu'outils d'analyse ; d'autres interrogations ont nourri les échanges autour de l'application de la grille épistémologique présentée et des savoirs ordinaires. Le texte relatif à cette conférence est disponible sur le site du colloque¹ et figure comme un des textes de réflexion proposés à l'ensemble de la communauté.

Les écotrons, outil spécifique de l'INEE, ont ensuite fait l'objet d'une présentation de Luc Abbadie (directeur scientifique adjoint à l'INEE). Les écotrons sont définis comme de très grands équipements (TGE). Ils permettent de suivre la dynamique et l'évolution des systèmes écologiques en conditions d'environnement complètement contrôlées. Ils s'inscrivent aux frontières entre les sciences

Auteur correspondant : aurelie.dubreuil@cma.ensmp.fr

¹ <http://www.cnrs.fr/inee/recherche/prospectiveRennes.htm>.

du vivant et les sciences de l'évolution. Ils concourent à développer une nouvelle communauté de scientifiques en écologie expérimentale². À l'issue de cette présentation, des questions concernant la mutualisation des équipements, la gestion des données et l'instrumentation ont permis d'enrichir le débat et de préciser l'intérêt du dispositif « Très grands équipements et grandes infrastructures » (TGE/TGI). Les quatre outils de l'INEE : 1) les écotrons, 2) les sites d'observation et instrumentés tels que les zones ateliers (ZA) et les observatoires hommes-milieus (OHM), 3) les plateformes d'analyse et 4) les bases de données, sont au cœur d'une dynamique de recherche pluridisciplinaire et partenariale.

Les travaux du colloque ont ensuite été organisés autour de neuf ateliers à vocation programmatique. Les thèmes des ateliers, préalablement définis par le comité de pilotage³ – constitué des membres de la direction scientifique de l'INEE et de son conseil scientifique –, combinaient les principaux enjeux et les orientations stratégiques de l'INEE.

- Atelier 1 (responsable Éric Garnier) : Réponses aux changements globaux
- Atelier 2 (resp. Bruno David) : Échelles temporelles et dynamique de la biodiversité
- Atelier 3 (resp. Didier Galop) : De l'anthropisation à l'artificialisation des milieux et du vivant
- Atelier 4 (resp. Christiane Weber) : Étude des nouveaux biomes (ville, littoral, montagne, désert...)
- Atelier 5 (resp. Pierre Caumette) : Environnement santé
- Atelier 6 (resp. Marc Lemaire) : Écologie chimique et chimie écologique
- Atelier 7 (resp. Cynthia Ghorra-Gobin) : Évaluation environnementale (gestion, remédiation, législation, compensation...)
- Atelier 8 (resp. Amy Dahan) : Durabilité et usages
- Atelier 9 (resp. Yvon Le Maho) : Outils / Bases de données / Grands équipements / Nouvelles technologies.

Ils avaient tous un caractère transdisciplinaire fortement marqué. Chaque atelier a été piloté par un responsable aidé par deux ou trois scientifiques venant de disciplines complémentaires. Le travail de réflexion s'est fait en deux temps. Le premier jour a été consacré à la réunion des ateliers. Le lendemain, chaque responsable d'atelier a présenté une restitution des discussions en séance plénière. Un résumé de ces différents ateliers est disponible en ligne sur le site du colloque.

² Pour toute information supplémentaire, contacter Jean-Marc Guarini (jean-marc.guarini@obs-banyuls.fr), en charge du suivi des écotrons.

³ Le comité de pilotage était composé de Jean-Christophe Auffray, Robert Barbault, Bruno David, Jean-Jacques Delannoy, Sylvie Derenne, Olivier Donard, Aurélie Dubreuil, Josette Garnier, Yvan Lagadeuc, Yvon Le Maho, Stéphanie Thiébault et Christiane Weber.

Synthèse des ateliers

Dans le cadre de l'exercice de prospective proposé par atelier thématique, la question de l'observation s'est déclinée au travers du développement d'outils dédiés, de l'identification d'objets d'études interdisciplinaires et d'approches méthodologiques variées.

Ateliers 1 à 4 : la question des changements

Dans le premier volet de la réflexion (ateliers 1 à 4), l'observation apparaît comme un moyen d'apprécier les réponses aux changements globaux et d'étudier la dynamique de la biodiversité à différentes échelles temporelles et spatiales, de développer des approches intégratives destinées à analyser les processus et les conséquences de l'anthropisation et l'artificialisation des milieux et du vivant et de s'interroger sur les interactions hommes-milieus à travers des objets complexes, d'interface et empiriques tels que les biomes.

Qu'il s'agisse de l'évolution du climat, des changements d'occupation et d'utilisation des terres, des modifications dans la disponibilité des ressources liées à une surexploitation par les populations, le rapport entre la vitesse de ces changements et celle des mécanismes d'adaptation est à prendre en considération pour évaluer les réponses des systèmes écologiques aux différentes composantes des changements planétaires. La pertinence des différents niveaux d'observation et des niveaux d'intégration (du gène à l'écosystème) est une des conditions de l'appréciation de ces réponses. Pour comprendre le présent et prévoir l'avenir, l'effort de recherche doit porter sur la connaissance des variabilités environnementales passées ainsi que sur la modélisation de l'évolution future des écosystèmes à divers degrés d'anthropisation.

Le temps⁴ est considéré comme le paramètre prééminent de compréhension de la biodiversité et de ses changements. L'étude de la dynamique de la biodiversité à différentes échelles temporelles et spatiales mobilise la communauté sur deux concepts fondamentaux, celui de l'adaptation et celui de l'évolution.

D'autres axes de recherche complémentaires ont été identifiés : la systématique évolutive et l'étude des mécanismes moléculaires et génétiques qui sous-tendent la formation et l'évolution des espèces ; la dynamique de l'adaptation induite par la sélection naturelle – qui intègre les réponses adaptatives des organismes face à différents forçages climatiques et/ou anthropiques (des phénotypes aux populations) ; la macroécologie et les patrons d'expression spatiaux et temporels de structuration de la biodiversité (des populations aux espèces

⁴ Les échelles temporelles couvrent des périodes très anciennes et une planète sans l'Homme, mais aussi l'époque actuelle et ses changements (voire le temps de la mise en œuvre des actions politiques ou économiques).

en allant jusqu'aux clades – les clades sont à un niveau supérieur d'organisation par rapport aux espèces) ; l'écologie fonctionnelle. La notion d'espace a été déclinée au travers d'échelles fonctionnelles locales (territoire, paysage) comme au travers d'échelles plus vastes (aire de distribution ou province biogéographique). Un point de convergence de ces axes complémentaires, qui constitue une voie de recherche à investir, est la modélisation de la biodiversité, c'est-à-dire l'élaboration de scénarios d'évolution, pour orienter les travaux en matière de gestion et de conservation de la biodiversité.

Le débat autour de la question de l'artificialisation du vivant a été relancé. Le terme n'a pas fait consensus, mais les concepts sont en cours d'élaboration. Deux axes de réflexion ont été dégagés : d'une part, la reconstitution des processus et les conséquences d'une anthropisation de longue durée ; d'autre part, l'anthropisation actuelle et à venir (en développant des méthodes d'observation directe, en caractérisant les nouvelles modalités de l'anthropisation, en analysant les processus d'irréversibilité/réversibilité, en recherchant les processus de déprise, de désaménagement, de restauration, d'ingénierie écologique, ainsi que leurs conséquences environnementales et sociales).

La question s'est posée des « nouveaux biomes », qui sont à la fois des objets d'interfaces et des objets empiriques. Ils se définissent comme des systèmes territoriaux soumis à une forte pression anthropique, à la fois spatiale et temporelle, dont la conséquence est une modification des usages des espaces et des ressources. Il s'agit donc de considérer ces espaces comme des « systèmes socio-écologiques » complexes, à inerties multiples. La ville et le littoral sont acceptés par tous comme des « nouveaux biomes », ce qui n'est pas le cas de la montagne et encore moins du désert. Les changements globaux induisent des modifications, voire des ruptures de fonctionnement de ces systèmes. La compréhension des interactions hommes-milieux à travers ces objets complexes requiert des études permettant d'identifier, de modéliser, de simuler les dynamiques d'évolution. Aucune discipline ne peut s'approprier à elle seule les nouveaux biomes, en raison de leur caractère pluri-, voire interdisciplinaire. L'interdisciplinarité est requise pour conduire les études sur cette thématique et pour faire évoluer l'évaluation de ce type de recherche aux interfaces.

Ateliers 5 à 8 : la question de la durabilité

Le deuxième volet de la réflexion (ateliers 5 à 8) porte sur la question de la durabilité des écosystèmes et se décline en trois enjeux majeurs pour la recherche, à savoir :

- la réduction des impacts des activités humaines sur l'environnement et sur la santé ;
- le recours à des innovations par la production de nouvelles molécules bio-inspirées, par de nouvelles

méthodes d'analyse et par la conception d'outils de diagnostic ;

- l'émergence de nouveaux paradigmes en matière de gouvernance locale au travers de la prise en compte des enjeux globaux.

Comprendre l'impact des facteurs environnementaux (physiques, chimiques, biologiques ou climatiques) sur la santé et comprendre leurs interactions avec les autres déterminants comportementaux, sociaux ou organisationnels de la santé sont deux des défis posés à la recherche scientifique dans le domaine de la santé environnementale. La problématique des contaminants dans les écosystèmes et de leurs mécanismes d'action est complexe. Elle nécessite des approches associant des informations issues de multiples disciplines scientifiques. Les modifications environnementales peuvent avoir des conséquences drastiques sur la santé humaine et sur l'état des écosystèmes ; les questions des multi-expositions, de l'impact des faibles doses, des effets des contaminations diffuses et chroniques, de l'émergence de nouveaux pathogènes restent largement ouvertes. Il est important de se doter, à terme, de structures de type observatoire en santé-environnement et de mettre en commun toutes les données produites par les dispositifs tels que les plateformes et les observatoires. Les indicateurs sont l'un des moyens de diagnostic et d'analyse utilisés par les politiques publiques en santé. Leur construction exige l'élaboration de nouveaux outils et concepts. Pour cela, il est important d'inciter les autres instituts du CNRS à travailler conjointement sur ces problématiques et de renforcer les partenariats avec les agences spécialisées.

Les enjeux des recherches en chimie durable sont, d'une part, le développement de voies de synthèse prenant appui sur des méthodes propres et économes et sur la sécurité et, d'autre part, la mise en œuvre de matières premières renouvelables lors de l'élaboration des produits finis (exemples : médicament, colorant, parfums, fibre, etc.). L'écologie chimique, quant à elle, est l'étude du rôle des composés chimiques dans la médiation des interactions biotiques. Elle nécessite d'ailleurs la mise en œuvre de nouvelles techniques en chimie analytique particulièrement sophistiquées. La signature chimique à l'échelle de l'écosystème est un des points-clés de cette discipline. Deux constats sont rappelés : les chimistes et les écologues se connaissent peu ; les deux disciplines ont pourtant un objet de recherche commun, les substances naturelles, dont le potentiel est sous-exploité.

La prise en compte des systèmes écologiques dans leurs dimensions sociales, économiques et culturelles est le postulat de départ de toute démarche d'évaluation environnementale. Des compétences économiques et juridiques sont nécessaires pour étayer notamment les questions d'acceptabilité des coûts et de compensation.

Plusieurs points ont été discutés, comme :

- les définitions de l'état initial, de l'état écologique de référence, de l'état sans dommage environnemental (pour lequel l'appréciation des dommages requiert des données structurelles et fonctionnelles mesurables) ;
- les notions de responsabilité environnementale, de services rendus (comme l'indiquent les textes législatifs), d'espèces invasives, de perturbateurs chimiques ;
- les distinctions entre les divers types de pollutions, qu'elles soient accidentelles (notamment thermique), continues ou récurrentes.

Les moyens requis sont à la fois d'ordre métrologique (systèmes de mesure en continu des paramètres physico-chimiques et des polluants, dont les biocapteurs) et d'ordre méthodologique, compte tenu des attentes des gestionnaires. Aussi les indicateurs doivent-ils être universels, de l'échelle moléculaire à celle des paysages.

Les débats se sont aussi concentrés sur la question de la durabilité dans toutes ses dimensions, écologique, environnementale, sociale et économique. La réflexion a abouti à un consensus décliné en huit tensions objectives confrontant, pour chacune d'elles, deux points de vue, deux pôles légitimes :

- compréhension des écosystèmes locaux dans leur complexité et évaluation des services écosystémiques versus actions d'orienter les écosystèmes et les services écologiques vers des directions souhaitées et de les contrôler ;
- « économiciser » la nature (évaluer la biodiversité, monétariser l'environnement) versus « écologiser » la société (écologie industrielle) ;
- souci des formes nouvelles de gouvernance (démocratie, participation) et des logiques d'acteurs versus attitudes normatives et prescriptives ;
- pluralité des valeurs versus identités et savoirs emboîtés ;
- durabilité des pratiques, des usages et des ressources (durabilité forte) versus adaptabilité via les technologies (durabilité faible) ;
- temps de la recherche versus temps de l'action et de l'intervention opérationnelle ;
- nécessité d'un approfondissement disciplinaire versus nécessité (via l'injonction de certains appels d'offre) interdisciplinaire ;
- local versus global : prise en compte ou non des enjeux globaux (économiques, géopolitiques, régulation) dans l'analyse des questions locales.

Une articulation entre les ateliers 7 et 8 présentés précédemment est envisagée afin d'élargir les approches sur l'évaluation de la durabilité.

Atelier 9 : l'importance des outils et des données

Le comité de pilotage avait anticipé sur la nécessité d'avoir un lieu d'échange (atelier 9) dédié aux outils, à la gestion des bases de données, au développement de grands équipements et aux nouvelles technologies. Les discussions ont conduit à souligner l'intérêt de développer des démarches expérimentales pluridisciplinaires de qualité (protocoles et procédures), basées sur un partenariat fort entre organismes de recherche et acteurs économiques afin de pérenniser les structures de recherche. La collecte des données et l'expérimentation ne peuvent se faire que si les recherches s'inscrivent dans le long terme avec du personnel qualifié. Les questions d'ordre éthique sont à intégrer dans toute démarche expérimentale. La mise en commun des moyens garantit une meilleure gestion des outils et un accès facilité à ceux-ci (exemple du génoscope, plateforme régionale de séquençage). La production de standards internationaux, d'une part, et la gestion des données (stockage, accès), d'autre part, sont nécessaires pour valoriser cette recherche. Il faut renforcer les moyens humains, mutualiser les outils, communiquer sur ceux existants pour en faciliter l'utilisation et s'accorder avec les autres instituts du CNRS sur une stratégie à moyen terme.

Conclusion

Ce travail de réflexion structuré en ateliers thématiques visait à favoriser les échanges entre disciplines, à identifier les priorités de recherche et à caractériser les lacunes en matière de connaissances et d'outils à développer. La finalité de cet exercice était de rapprocher la recherche de l'action et de poursuivre la construction d'une communauté interdisciplinaire en sciences de l'environnement. Ce colloque de prospective, fondateur pour l'INEE, a été conduit en adéquation avec les orientations stratégiques de l'institut. On a noté des niveaux de réflexion différents dans les ateliers, dépendant de la maturité des échanges entre les disciplines. Trois tendances se sont dégagées : « échanger et fédérer la communauté identifiée » (ateliers 1, 2, 9) ; « s'écouter et s'accorder sur les concepts et les objets de recherche » (ateliers 3, 4 et 8) ; « apprendre à se connaître, à se comprendre et à travailler ensemble » (ateliers 6 et 7).

Les enjeux scientifiques ont porté sur la compréhension de la complexité et de la diversité du vivant, sur l'étude des changements environnementaux globaux, sur la gestion des écosystèmes et sur l'évaluation de la durabilité. La question des articulations entre les approches locale et globale a été relevée dans la quasi-totalité des ateliers.

Que ce soit au sujet du développement de nouvelles approches méthodologiques, du besoin d'instrumentation, de l'intérêt de mutualiser ou de créer des équipements, ou de l'optimisation de la gestion des données (contrôle de leur qualité, conservation, partage), tous les participants se sont entendus sur l'importance et la nécessité de disposer d'outils d'expérimentation, d'observation et de modélisation.

La richesse des débats augure bien de la vitalité de la communauté et de sa volonté de constituer une force de proposition et de participation à la construction de la recherche en sciences de l'environnement.

Ce colloque est le point de départ d'une réflexion plus approfondie, notamment entre ateliers, qui sera conduite avec le concours de leurs responsables. Une publication de ces travaux est prévue pour l'automne 2009.