

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, la notion de services écosystémiques définie par les bénéfices que la société tire des écosystèmes, s'est progressivement imposée dans le champ académique, opérationnel et décisionnel, permettant de concevoir un lien de causalité entre fonctionnement des écosystèmes et bien-être humain. Le nombre d'articles faisant état de cette approche s'est multiplié de façon exponentielle (Jeanneaux *et al.*, 2012) ; de nombreux ouvrages et/ou rapports institutionnels depuis les années deux mille ont vu le jour (Froger *et al.*, 2012 ; en particulier MEA¹, 2005 ; TEEB², 2011 ; CGDD³, 2010 ; EFSE⁴, 2016). La notion, élevée par certains au rang de concept, suscite ainsi un intérêt croissant à différentes échelles décisionnelles :

- au niveau mondial, les objectifs d'Aichi (2011) dessinent un plan stratégique d'actions pour préserver la biodiversité et les services écosystémiques à l'horizon 2020 ;
- au niveau européen, l'application opérationnelle des services écosystémiques est recherchée, en témoigne par exemple la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau (DCE, 2000) ;
- à l'échelle nationale, la stratégie pour la biodiversité 2020 ou l'initiative EFSE l'illustrent.

La référence aux services écosystémiques est aujourd'hui devenue incontournable dans la formulation des diverses stratégies de gestion, protection, restauration du capital naturel.

Face aux pressions majeures auxquelles sont soumis les écosystèmes (changement climatique, érosion de la biodiversité, métropolisation, artificialisation des sols, etc.), la question de leur devenir et de leur protection est posée sur le moyen et long terme, en particulier dans les projets d'aménagement et de développement. Or, la notion, est discutée sur l'usage qui peut en être fait dans les politiques publiques (Teyssedre, 2010). Sa forte dimension de communication est critiquée quant à sa nature même (processus ou produit de processus) (Muradian, 2016), à la logique marchande des instruments qu'elle véhicule (banques de compensation, paiements pour services écosystémiques) (Maris, 2014), ou encore à la vision instrumentale et normative qu'elle peut instiller (Daccache, 2011). Pour autant, la notion de services écosystémiques permet d'apporter des éléments de réflexion à l'échelle des territoires, sur la durabilité du développement et la planification spatiale, et sur la contribution des écosystèmes au bien-être humain.

Quelles sont les interactions entre les dynamiques écologiques et l'utilisation de l'espace ? Quelles sont les demandes de la société et les décideurs politiques dans leur gestion des territoires quant aux différents services fournis par les écosystémiques ? Quels sont les moyens à disposition pour les évaluer ?

Autant de questions qui sont au cœur du devenir des écosystèmes. Apporter des réponses à ces questions appelle des connaissances nouvelles et des outils permettant aux aménageurs et aux acteurs de projeter le devenir de la nature et de la biodiversité dans les projets de territoires. Le projet de recherche ESNET (*Ecosystem Services NETWORKS*) s'est attaché à identifier le futur des services écosystémiques sur la base des interactions entre les dynamiques écologiques, l'utilisation des terres et les priorités données aux différents services écosystémiques par les acteurs locaux et par la gestion territoriale des décideurs politiques. Cette recherche, ancrée dans l'interdisciplinarité et adossée à une démarche participative, s'est intéressée à l'horizon 2040 aux futurs possibles de ces services dans un espace sous forte pression urbaine : la région urbaine grenobloise. Cette analyse s'est faite en lien avec les changements d'occupation des sols et les secteurs socio-économiques du territoire. Une attention particulière a été portée à la fourniture simultanée de services écosystémiques et aux arbitrages entre services.

1. Millennium Ecosystem Assessment.

2. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*.

3. Commissariat général au développement durable.

4. Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques.

Ce numéro de *Sciences Eaux & Territoires* présente des résultats issus du projet ESNET éclairant l'interaction entre société et écosystèmes. Il réunit aussi des témoignages opérationnels d'acteurs engagés, par leurs pratiques de terrain, dans la prise en compte des services écosystémiques.

Le numéro est organisé en trois parties sur :

- les enjeux conceptuels sur les services écosystémiques dans une perspective de pratiques d'aménagement et de planification,
- l'aide à la décision en matière d'usage des sols et de protection des écosystèmes,
- les modalités d'occupation du sol : évaluer, modéliser les services écosystémiques.

La première partie du numéro s'attache à l'opérationnalité et aux limites du concept de services écosystémiques dans un contexte de pratiques d'aménagement et de planification. Ainsi, Philippe Puydarrieux, responsable de l'EFESE au ministère en charge de l'environnement, rappelle dans son témoignage combien le concept – à la fois simple et intuitif – a facilité le dialogue avec les praticiens de l'aménagement et a contribué selon lui à apaiser les conflits liés aux concurrences des usages des sols. Cette dimension opérationnelle du concept, la construction d'argumentaires et le développement de méthodes et d'outils d'évaluation, ont permis d'intégrer des valeurs de la biodiversité dans les prises de décision comme dans la comptabilité nationale. Ainsi, les expertises produites par l'EFESE font déjà référence au sein du ministère en charge de l'environnement. L'évaluation française ambitionne aujourd'hui de construire une culture commune permettant d'accompagner les parties prenantes et de répondre aux besoins exprimés sur le terrain de méthodes d'évaluation.

Si le concept de services écosystémiques a permis de faire avancer la cause de la biodiversité dans les sphères économiques et politiques, son opérationnalisation s'avère cependant délicate : comment évaluer la contribution propre des écosystèmes aux bénéfices retirés par la société ? Quelle formalisation proposer des interactions entre services dans une perspective de gestion durable des écosystèmes ? Sandra Lavorel *et al.* s'y attèlent en proposant la notion de réseau de services écosystémiques. Elles rappellent que la notion de « bouquet de services » a émergé pour faire valoir des ensembles de services écosystémiques étroitement liés, selon les capacités biophysiques des écosystèmes à un niveau de gestion donné. Or la dynamique fonctionnelle entre services écosystémiques échappe à la notion de bouquet, ne permettant pas de traduire les « *mécanismes en cause et [des] leviers qui peuvent être activés selon les préférences sociétales* ». La notion de réseau intègre donc les relations de cause à effets entre services d'un même bouquet. L'exemple du bassin d'emploi grenoblois permet aux auteurs de développer cette notion sur les espaces périurbains et ruraux de montagne.

Enfin, dans une présentation du projet ESNET et de la démarche prospective de scénarisation de l'usage des sols et de ses conséquences pour la biodiversité engagée dans ce cadre, Adeline Bierry et Sandra Lavorel s'attardent sur les enjeux opérationnels des services écosystémiques. Ainsi, le concept recouvre deux volets, la connaissance du fonctionnement des écosystèmes et les processus à l'origine de la fourniture de services (volet écologique), la contribution des écosystèmes au bien-être humain et la nécessaire compréhension des relations nature-société (volet social). Afin de remplir ces objectifs, une approche interdisciplinaire et participative est nécessaire, reposant sur une collaboration active avec les acteurs locaux impliqués dans la gestion du territoire d'étude et de ses ressources. Les auteurs discutent alors les apports de la démarche participative d'ESNET quant à l'appropriation des notions et outils proposés en lien avec les attentes formulées par les acteurs et l'intégration ainsi permise de la complexité et la multifonctionnalité des territoires à une gestion concertée, multi-acteurs. Les auteurs en soulignent cependant les limites et interrogent la reproductibilité de la démarche et sa montée en généralité.

La seconde partie du numéro apporte des éléments méthodologiques dans une perspective d'aide à la décision en matière d'usage des sols et de protection des écosystèmes. Clémence Vannier *et al.* proposent une approche cartographique des dynamiques paysagères grenobloises pour mieux prendre en compte l'occupation du sol à une résolution spatiale et temporelle fine, généralement assez grossière pour des analyses à des échelles locales. Les auteurs présentent une analyse diachronique des dynamiques paysagères observées entre 1998 et 2009 autour du bassin de vie grenoblois. Un travail de cartographie détaillée est ainsi effectué pour les années 1998, 2003 et 2009 à partir de la compilation de données cartographiques publiques hétérogènes issues d'un travail de télédétection et de photo-interprétation. En parallèle, l'utilisation des sols agricoles est décrite sur la base de classifications de données de télédétection multi-temporelles. Les résultats montrent que la dynamique majoritaire au cours de la période 1998-2009 est marquée par un étalement urbain important au détriment des milieux agricoles.

- ▶ La base de données produite, aussi bien spatialement qu'en termes de typologie, permet d'élaborer une description fine de l'occupation et l'usage des sols et ainsi d'améliorer significativement les évaluations de service écosystémiques.

Par ailleurs, certains schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux demandent de compenser les fonctions écologiques des zones humides en cas d'impact sur ces milieux par des aménagements. Afin d'y répondre, un prototype de méthode d'évaluation rapide (demi-journée au bureau, demi-journée sur le terrain) des fonctions des zones humides a été développé en 2015. Basé sur un important travail bibliographique, il repose sur le calcul d'indicateurs associés aux fonctions hydrologiques, biogéochimiques et habitats. Dans une démarche de validation de la méthode pour le département de l'Isère, Delphine Jaymond *et al.* ont comparé les résultats ainsi obtenus avec des données plus approfondies issues du programme de suivi des zones humides RhoMÉO, afin de valider par des données de terrain les indicateurs de la méthode d'évaluation rapide. La comparaison des indicateurs obtenus par ces deux approches a permis d'adapter la méthode et de produire des recommandations quant à son utilisation, dans le but d'améliorer sa reproductibilité et son opérationnalité pour les acteurs de terrain.

Autour d'un questionnement spécifique lié aux enjeux de l'eau et des milieux aquatiques pour les territoires, Mathieu Perrin retrace dans son article l'évolution au cours du temps du recours aux démarches prospectives dans les politiques territoriales, et l'intégration progressive des enjeux environnementaux et des interactions entre nature et sociétés. Au cours des années deux mille, un virage s'opère et la démarche se concentre davantage sur la spatialisation des conséquences de processus globaux ou locaux et des impacts politiques territoriaux et d'aménagement. Le recours à la modélisation permet alors une localisation précise des mesures et impacts, et appréhende plus finement la complexité des processus et leurs interactions dans le cadre de démarches participatives. La réflexion autour des questions liées à l'eau et aux milieux aquatiques sous l'angle des services écosystémiques permet d'écologiser une prospective territoriale qui se limitait le plus souvent à une approche sectorielle et focalisée des ressources et milieux naturels. En renforçant la prise en compte des interactions et de la complexité des relations entre écosystèmes, cette approche considère les enjeux croisés entre eau et territoire, favorisant une approche intégrée.

Dans le contexte de l'EFESE, le Cerema a piloté le groupe de travail en charge des services écosystémiques en milieux urbains et de leur évaluation. Conscient des problématiques d'échelles entre une évaluation nationale et l'élaboration de politiques publiques locales, et convaincu de l'intérêt de la participation des collectivités, le Cerema a proposé de développer un outil d'évaluation des services écosystémiques en milieu urbain à une échelle plus locale. Dans leur article, Théo Duquesne et Cécile Vo Van nous présentent la mise en œuvre du travail consultatif et collaboratif réalisé avec les collectivités, qui a permis d'identifier certaines lacunes et d'y proposer des réponses, comme lors du constat d'une nécessité de sensibilisation au concept de services écosystémiques, et de travailler à développer un outil d'évaluation mobilisable par les collectivités : l'outil MUSE « Milieux urbains et services écosystémiques », dont les différents niveaux d'analyse sont déclinés ici.

Dans la dernière partie du numéro plusieurs pistes d'évaluation et de modélisation des services écosystémiques nous sont proposées. La modélisation de la projection de changements d'usage et de couverture des sols s'est imposée depuis une vingtaine d'années comme un outil majeur dans l'analyse des pressions exercées par l'activité humaine sur les écosystèmes agricoles, forestiers ou (semi-)naturels. Cette modélisation constitue de ce fait un des outils pertinents d'analyse des politiques de planification territoriale, notamment dans le but d'évaluer ou d'anticiper leurs impacts environnementaux. Longaretti *et al.* abordent cette question à partir de la modélisation effectuée pour le projet ESNET, sur une zone qui englobe environ les deux tiers de l'Isère, à travers quatre scénarios d'évolution de ce territoire à l'horizon 2040. La traduction de ces scénarios en termes de couverture et d'usage des sols est effectuée à l'aide d'une modélisation hybride adaptée aux trois dynamiques présentes sur le territoire : l'étalement urbain, les changements de pratiques agricoles, et les changements d'usage et de modes de gestion de la forêt. L'évaluation des scénarios montre des évolutions contrastées en fonction des choix de planification qui les sous-tendent, notamment en ce qui concerne l'étalement urbain, et l'expansion de la forêt dans les scénarios les plus tranchés. L'article discute rapidement les scénarios, la logique de modélisation, et les principaux résultats obtenus en termes de changement de couverture et d'usage des sols. Il aborde également de façon succincte les questions d'aide à la décision publique.

L'évaluation des services de régulation, de production et culturels fournis par la forêt, et de leurs évolutions sous différents scénarios socio-économiques, pose des défis majeurs pour les scientifiques

et les décideurs. Cela l'est d'autant plus à l'échelle des petits territoires pour lesquels les données ou indicateurs élaborés à l'échelle nationale ne sont guère transposables. Des progrès importants ont été réalisés ces dernières années et reposent le plus souvent sur l'utilisation conjointe (mais pas forcément directement couplées) de bases de données, d'outils de télédétection et de modèles démographiques appliqués à différentes échelles. Thomas Cordonnier *et al.* discutent des intérêts et des limites de quelques unes de ces approches en prenant en exemple des territoires de l'Isère et d'autres territoires en Europe. Ces exemples permettent de mettre en exergue certains verrous techniques et scientifiques à lever dans le futur. Une voie de progrès possible à court terme leur semble résider dans la construction d'une chaîne de traitement qui articule l'acquisition de données de télédétection (couplées à des données de calibration terrain), l'initialisation de modèles de dynamique forestière et l'évaluation de services par des approches reposant davantage sur des processus physiques et écologiques.

Anne-Charlotte Vaissière *et al.*, à travers l'exemple des zones humides, apportent par la modélisation, des éléments d'aide à la décision quant au choix des modes de compensation des atteintes que l'aménagement engendre sur la biodiversité. Ainsi, la réglementation française prévoit plusieurs modalités de compensation « en nature », centralisée versus dispersée. S'adossant aux scénarios de développement urbain issus du projet ESNET et à la cartographie précise des zones humides, les auteurs analysent les effets de ces différentes approches de l'équivalence écologique, de la localisation des mesures et de leur pérennité. Un second niveau d'analyse permet de comparer pour chaque scénario les conséquences des différentes mesures compensatoires, dispersées (indépendantes les unes des autres) ou centralisées (qui optimisent le regroupement des mesures, si possible dans des zones identifiées comme nécessitant une amélioration de leur qualité écologique dans les documents d'urbanisme). Les résultats permettent alors de proposer des préconisations pour améliorer la mise en œuvre des politiques de compensation écologique par une approche territorialisée.

Sur le territoire de Bordeaux, Harold Levrel *et al.* démontrent comment l'utilisation du concept de services écosystémiques peut faciliter les débats et les arbitrages dans les politiques d'aménagement du territoire en soulignant les interactions positives pouvant exister entre dynamiques écologiques et enjeux de développement économique. Dans ce but, une expérience a été menée sur le territoire de la Communauté urbaine de Bordeaux (CUB) afin d'étudier la possibilité d'utiliser des outils cartographiques de services écosystémiques pour alimenter une réflexion sur l'aménagement du territoire, en mobilisant des outils et données en accès libre facilement appropriables par les acteurs locaux. Un travail prospectif d'évaluation des services écosystémiques selon différents scénarios d'aménagement portés par différents acteurs du territoire a ainsi engagé la discussion autour des possibilités d'arbitrages entre les stratégies de développement des communes de la CUB.

La troisième partie du numéro spécial se clôt par le témoignage d'Anne Pruvôt, chargée de mission biodiversité à Eau de Paris, sur le patrimoine foncier d'Eau de Paris destiné à protéger les ouvrages de production, de transport et de stockage de l'eau potable pour la capitale. Depuis la fin du dix-neuvième siècle, un des plus vastes domaines fonciers publics a été constitué principalement dans une visée sectorielle. La valeur écologique de ce patrimoine naturel est aujourd'hui mise en valeur comme réservoir de biodiversité et comme corridor écologique au cœur même de la métropole. À partir de trois exemples concrets, l'auteur témoigne ainsi de la prise en compte des enjeux de nature dans le domaine et du renforcement des services écosystémiques par les modes de gestion qui y sont développés aujourd'hui. ■

Nathalie BERTRAND (Irstea Grenoble, UR DTGR) et Adeline BIERRY (CNRS, Laboratoire d'écologie alpine) coordinatrices scientifiques du numéro.

EN SAVOIR PLUS...

- **DACCACHE, M.**, 2011, Gouverner par le marché, les instruments de rationalisation économique du rapport à la biodiversité, *Quaderni*, n° 76, p. 5-27.
- **FROGER, G., MÉRAL, P.-H., LE COQ, J.-F., AZNAR, O., BOISVERT, V., CARON, A., ANTONA, M.**, 2012, Regards croisés de l'économie sur les services écosystémiques et environnementaux, *VertigO, la revue électronique en sciences de l'environnement* [en ligne], vol. 12, n° 3, décembre 2012.
- **JEANNEAUX, P.-H., AZNAR, O., DE MARESCAL, S.**, 2012, Une analyse bibliométrique pour éclairer la mise à l'agenda scientifique des « services environnementaux », *VertigO, la revue électronique en sciences de l'environnement* [en ligne], vol. 12, n° 3, décembre 2012.
- **MARIS, V.**, 2014, *Nature à vendre, les limites des services écosystémiques*, Sciences en questions, Éditions Quæ, 94 p.
- **MURADIAN, R.**, 2016, *Préface de Roldan Muradian*, in : MÉRAL, P., PESCHE, D., *Les services écosystémiques, Repenser les relations nature et société*, Éditions Quæ, 304 p., p. 11-14.
- **TEYSSÈDRE, A.**, 2010, *Les services écosystémiques, notion clé pour explorer et préserver le fonctionnement des (socio)écosystèmes*, La nature en questions : regards et débats sur la biodiversité, Société française d'écologie, Regard n° 4, <https://www.sfecologie.org/regard/regards-4-teyssedre/>