

## Gestion intégrée des territoires par une approche par les réseaux de services

**Le concept de service écosystémique est à la fois simple et intuitif a priori, mais devient plus complexe dès qu'on s'intéresse à sa mise en œuvre dans une optique de planification et de gestion territoriale. En effet, l'évaluation des bénéfices apportés par les écosystèmes sur un territoire est délicate et nécessite une analyse du fonctionnement et des relations entre les différents services. Dans cet article, les auteurs illustrent une application simple de la notion de réseaux de services écosystémiques au cas du bassin d'emploi grenoblois, où une recherche transdisciplinaire permet de mettre en regard les analyses des relations biophysiques entre services et les relations perçues par les acteurs au travers des enjeux de gestion du territoire.**



Suite au *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), puis à l'évaluation du TEEB<sup>1</sup> (2009), ou pour la France au rapport Chevassus-au-Louis du Conseil d'analyse stratégique (2009), l'idée que conserver la biodiversité peut se justifier pour des raisons utilitaires a progressé dans les sphères politiques et économiques. Ainsi, les objectifs d'Aichi pour 2011-2020 ont pour la première fois mis en avant la priorité non seulement sur la seule conservation de la biodiversité mais aussi sur celle des services écosystémiques, c'est-à-dire les bénéfices directement ou indirectement mis à disposition de la société par les écosystèmes.

Suivant ce cadrage international, la Stratégie nationale pour la biodiversité met en avant le capital écologique et son incorporation dans l'économie, et la notion d'un usage durable et équitable de la biodiversité, et la loi pour la reconquête de la biodiversité (2016) intègre maintenant explicitement la nécessité de prendre en compte les services écosystémiques dans la gestion de la nature.

En pratique, les services écosystémiques (SE) se sont invités dans les prospectives économiques et politiques, ainsi que dans les projets d'aménagement du territoire.

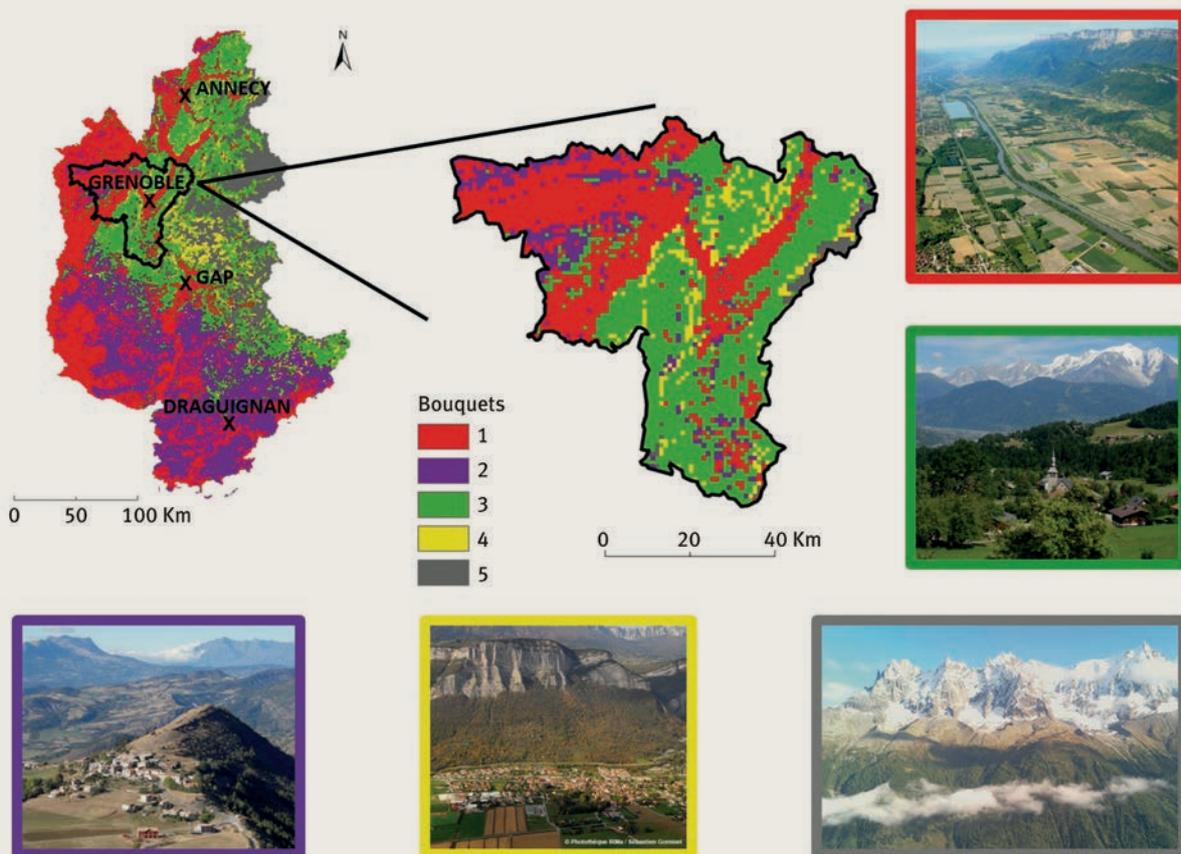
Des demandes d'évaluation de SE, de l'échelle locale à l'échelle globale, sont faites chaque jour par des décideurs, des gestionnaires, ou des entrepreneurs.

La notion de service écosystémique est à la fois simple et intuitive *a priori*, ce qui fait sa grande valeur en termes de dialogue entre les acteurs<sup>2</sup>, mais complexe dès qu'on s'intéresse à son opérationnalisation. En particulier, il est essentiel de distinguer et de quantifier la contribution propre des écosystèmes aux bénéfices retirés par la société (ou capacité de production), d'identifier le rôle des interventions humaines dans la production des SE, et d'appréhender la demande en SE par différents groupes sociaux, les « bénéficiaires ». Au final, le flux de services écosystémiques vers les bénéficiaires, ainsi que les valeurs économiques et sociales qu'ils en retirent, est la résultante de toutes ces composantes et des processus associés. Évaluer les services écosystémiques s'avère donc une entreprise délicate, à l'intersection entre écologie, sciences sociales et aussi la géographie, en particulier dès lors que l'on ambitionne de représenter la distribution spatiale des services écosystémiques pour informer la gestion des milieux naturels ou productifs, et les décisions, par exemple pour la planification territoriale.

1. TEEB : *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (<http://www.teebweb.org/>).

2. Dans ce même numéro, voir les articles de Levrel et al. (p. 70-75), de Puydarrieux (pages 8-9) et de Bierry et Lavelle (p. 18-23).

❶ Cartographie des bouquets de services à l'échelle des Alpes françaises, et zoom sur le périmètre du bassin d'emploi de Grenoble. Les photos illustrent des paysages typiques de chacun des bouquets.



### La notion de bouquet de services écosystémiques

Par ailleurs, si beaucoup des premières études et initiatives politiques ou de gestion ont mis l'accent sur des services écosystémiques spécifiques, tels que la régulation du climat par la séquestration du carbone, la pollinisation, la régulation de la qualité des eaux ou encore la valeur récréative des espaces de nature, il devient rapidement évident que se concentrer sur un unique SE conduit à une gestion non durable des écosystèmes. En effet, comme le montrent facilement le cas de l'agriculture ou de la production intensive de bois, privilégier la production d'un seul service impacte les autres services, par exemple, la pollinisation ou le contrôle des ravageurs pour les écosystèmes agricoles, ou la stabilisation des sols ou la régulation du climat pour les forêts, avec à terme des effets négatifs pour le service ciblé initialement. À l'inverse, une gestion durable, comme par exemple l'agriculture écologiquement intensive ou l'agroforesterie, tire parti des bénéfices des services de régulation pour le service de production agricole. La connaissance des relations positives ou négatives entre SE s'impose donc comme une nécessité afin de gérer durablement les écosystèmes et d'en maximiser les bénéfices pour la société.

La notion de bouquet de services écosystémiques réfère alors à l'ensemble des SE associés positivement, et que l'on observe donc ensemble de manière répétable dans un type d'écosystème donné à un niveau de gestion

donné. *A contrario*, la connaissance des antagonismes entre services permet d'identifier les SE incompatibles entre eux. Enfin, il est important de souligner, que si à l'échelle d'un écosystème donné (par exemple, une parcelle agricole ou une station forestière) certains services sont incompatibles, il est possible de gérer les paysages de manière à développer des complémentarités entre parcelles et écosystèmes afin d'augmenter la fourniture simultanée de différents SE.

Par exemple, dans le cas des Alpes françaises, l'analyse cartographique de seize services et deux variables de biodiversité a mis en évidence cinq bouquets de services associés à différents espaces (figure ❶). Les piémonts et vallées dominés par l'agriculture (bouquet 1, en rouge sur la figure ❶) sont le support de la production alimentaire et abritent une biodiversité critique pour le contrôle des ravageurs des cultures ainsi que pour ses valeurs culturelles (forte richesse de la flore et des vertébrés). Les espaces mosaïqués de forêts multifonctionnelles, de prairies et d'espaces ouverts caractéristiques des Alpes du Nord (bouquet 3, en vert sur la figure ❶) fournissent à la fois des produits agricoles et forestiers, et sont favorables à une grande diversité de services de régulation comme la pollinisation et la régulation de la qualité des eaux ainsi que des services culturels comme le tourisme ou la présence d'espèces animales protégées. Les espaces naturels et forêts des Alpes du Sud et des contreforts calcaires (bouquet 2, en violet sur la figure ❶) sont quant à eux des points chauds pour la production de services

► de régulation comme la séquestration du carbone, le contrôle de l'érosion ainsi que pour le tourisme, alors que les écosystèmes de haute altitude (bouquet 5, en gris sur la figure 1) sont par nature spécifiques aux services culturels comme les loisirs, le tourisme et la chasse, ainsi qu'à la fourniture d'habitat pour la biodiversité patrimoniale. Enfin, des zones forestières de petite surface dans des situations de risque géologique et géomorphologique pour les infrastructures et les habitations (bouquet 4 en jaune sur la figure 1) sont critiques pour la protection contre les aléas naturels comme les chutes de blocs.

Dans des régions marquées par la dominance de villes de grande taille, telles Leipzig en Allemagne, Stockholm en Suède, Montréal au Canada ou encore Bordeaux et Grenoble, la connaissance des bouquets de services associés à différents types d'espaces et de communes s'avère essentielle pour la gestion du territoire. Les études sur ces régions ont en effet bien mis en évidence à la fois l'importance des espaces ruraux ou forestiers fournissant une diversité de services pour les populations urbaines comme pour la production agricole, ainsi que la complémentarité à l'échelle régionale entre communes plus spécialisées dans la production agricole, les services associés aux écosystèmes forestiers ou encore les espaces péri-urbains essentiels pour les activités récréatives et le bien-être.

Si la plupart de ces études récentes se sont essentiellement concentrées sur l'évaluation biophysique de la capacité des écosystèmes, il n'en est pas moins essentiel d'aborder aussi la demande sociale pour gérer les bouquets de services. Différents groupes d'acteurs ou secteurs d'activité socio-économique tendent à privilégier des groupes de services écosystémiques différents. Par exemple, comme illustré par plusieurs études en Espagne, les populations rurales de l'amont de bassins versants sont dépendants de la préservation des sols, de la disponibilité en eau pour une production agricole traditionnelle, de la conservation de la biodiversité à valeur patrimoniale, de la valeur esthétique du paysage et du tourisme, alors que les acteurs de la production agricole intensive en aval favorisent la fourniture en eau pour l'irrigation et la régulation du climat par la séquestration du carbone. Les difficultés à concilier la gestion de services écosystémiques multiples sont souvent liées, outre des questions de conflits d'intérêts, à une méconnaissance des relations écologiques de dépendance et d'interaction entre services. C'est pourquoi une approche que nous appellerons ici fonctionnelle des bouquets de services s'impose.

La pratique met en œuvre différentes approches pour appréhender les bouquets de services. Il s'agit pour commencer d'approches expertes *a priori*, où les spécialistes scientifiques et les gestionnaires de différents types d'écosystèmes identifient les synergies et antagonismes entre services pour ces écosystèmes. Ces approches sont confortées par des approches d'analyse biophysique, souvent cartographiques, qui identifient par des analyses quantitatives des distributions spatiales (ou par exemple communales) les groupes de services tendant à se trouver dans les mêmes espaces de manière répétable, ainsi que les corrélations positives ou négatives entre paires de services. C'est cette approche qui a été utilisée pour le cas des Alpes françaises détaillé ci-dessus. Par ailleurs, un petit nombre d'études commence à identifier non plus

les listes de services perçus par les parties prenantes d'un territoire, mais aussi à éliciter explicitement les connaissances sur les groupes de services fournis par différents espaces et écosystèmes. Pour les Alpes françaises, une analyse de la perception des antagonismes et synergies entre services, et entre services et biodiversité par les acteurs du territoire représentant différents secteurs d'activité (agriculture, foresterie, tourisme, conservation de la nature, eau...) a mis en évidence la complexité de ces relations. Une conclusion importante de cette analyse est que les acteurs perçoivent principalement des relations d'impacts entre services d'approvisionnement ou culturels qui sont au centre de la gestion de différents espaces d'une part, et services de régulation ou biodiversité d'autre part. En revanche, le rôle que jouent les services de régulation et la biodiversité pour ces services d'approvisionnement ou culturels n'est que peu perçu. Enfin, les sciences économiques et sociales ont développé de leur côté une série de méthodes pour identifier les demandes conjointes ou antagonistes entre services écosystémiques. Ces méthodes couvrent des analyses économiques et des analyses participatives de préférence par les acteurs.

### La notion de réseaux de services écosystémiques

Les territoires de régions urbaines faisant l'objet d'un schéma de cohérence territoriale (SCoT) sont très souvent diversifiés en termes d'usages des sols, avec souvent des mosaïques entre usages, et donc en termes de services écosystémiques. De ce fait, la gestion des espaces naturels et exploités, ainsi que la planification doivent s'appuyer sur une compréhension de la dynamique des services écosystémiques. Si les approches descriptives détaillées jusqu'ici permettent une première photographie des bouquets de services et de leurs interactions positives et négatives, elles sont très incomplètes en termes de compréhension des mécanismes en cause et des leviers qui peuvent être activés selon les préférences sociétales pour tel ou tel objectif, par exemple un développement durable conciliant préservation de la nature et des services qu'elle rend à différentes échelles (bénéficiaires urbains, ruraux, globaux...) et activités économiques.

Ici, nous présentons la notion de réseau de services écosystémiques, qui a pour objectif de rendre compte des interactions (positives ou négatives) entre services d'un point de vue fonctionnel, qui incorpore les relations de cause à effets entre services.

En effet, les relations entre services découlent directement de mécanismes écologiques et sociaux qui méritent d'être explicités. Deux services peuvent être synergiques ou antagonistes du fait des processus écologiques qui les sous-tendent. Par exemple, la production biologique de biomasse ligneuse par les arbres contribue à la fois au service d'approvisionnement de fourniture de bois d'œuvre et au service de régulation du climat par la séquestration du carbone. La présence d'habitats semi-naturels en bords de champs bénéficie à la fois aux pollinisateurs et aux auxiliaires des cultures, et donc à la synergie entre les services de pollinisation et de contrôle des ravageurs dans les cultures (photo 1). Par ailleurs, les relations entre deux services sont dites indirectes



❶ Deux services écosystémiques peuvent être synergiques : par exemple, la présence de haies fleuries en bords de champs bénéficie à la synergie entre les services de pollinisation et de contrôle des ravageurs dans les cultures.

lorsqu'ils sont tous deux contrôlés par un facteur commun, sans interagir directement entre eux. C'est par exemple le cas de la fertilisation agricole dont l'objectif est d'augmenter les rendements, mais dont une conséquence négative est un risque pour la qualité des eaux, conduisant à un antagonisme entre ces deux services, ou encore de la présence de forêts péri-urbaines qui permettent à la fois des bénéfices récréatifs et la régulation du climat local, qui sont donc synergiques. De la même manière, les mécanismes sociaux de demande pour les services écosystémiques peuvent générer des interactions. Ainsi, la demande croissante par les sportifs de ski hors-piste dans les forêts conduit à des dégâts sur les jeunes arbres, avec des effets dommageables pour la production de bois à moyen terme. Le fait d'accorder de fortes valeurs récréatives à des prairies d'altitude préservées est au contraire bénéfique pour le service culturel de conservation de certaines espèces patrimoniales comme les Orchis sureau, militaire ou pyramidal dans la famille des orchidées, ou l'Apollon pour les papillons. Nous définissons donc comme un réseau de services écosystémiques, un bouquet de services décrit par les relations de causes à effets entre services, que ces relations soient directes ou indirectes. Ces réseaux sont structurés autour d'un ou plusieurs services « cibles », qui sont l'objectif primaire de la gestion. Ces services sont souvent des services d'approvisionnement. La fourniture de ces services cibles est tributaire d'états favorables de la structure et de certaines fonctions de l'écosystème,

qui sous-tendent des services dits « ressources », en général des services de régulation. Enfin, la gestion pour les services cibles a des impacts directs ou indirects sur les écosystèmes, et/ou sur des groupes d'acteurs particuliers, ce qui se traduit par des effets positifs ou négatifs sur des services dits « impactés » et leurs bénéficiaires. Ces impacts peuvent éventuellement avoir des rétroactions sur les services ressources.

Dans le cadre du projet ESNET, nous avons identifié les réseaux de services pour le bassin d'emploi grenoblois selon trois approches : *a priori* du point de vue des experts scientifiques, du point de vue des acteurs locaux, et sur la base de la modélisation spatiale des services écosystémiques. Cette approche a pour objectif de mettre en évidence les liens écologiques entre services écosystémiques et de confronter ces connaissances scientifiques avec la perception par les acteurs des relations entre services écosystémiques selon différents enjeux de gestion du territoire.

### Les réseaux de services dans le bassin d'emploi grenoblois

Le bassin d'emploi de l'agglomération grenobloise, défini par le SCoT élargi aux communes du Sud de la région dont la population a une forte dépendance à l'agglomération, comprend 311 communes et recouvre un total de 4 450 km<sup>2</sup> dans le département de l'Isère. Il s'agit d'un territoire très diversifié géographiquement, depuis

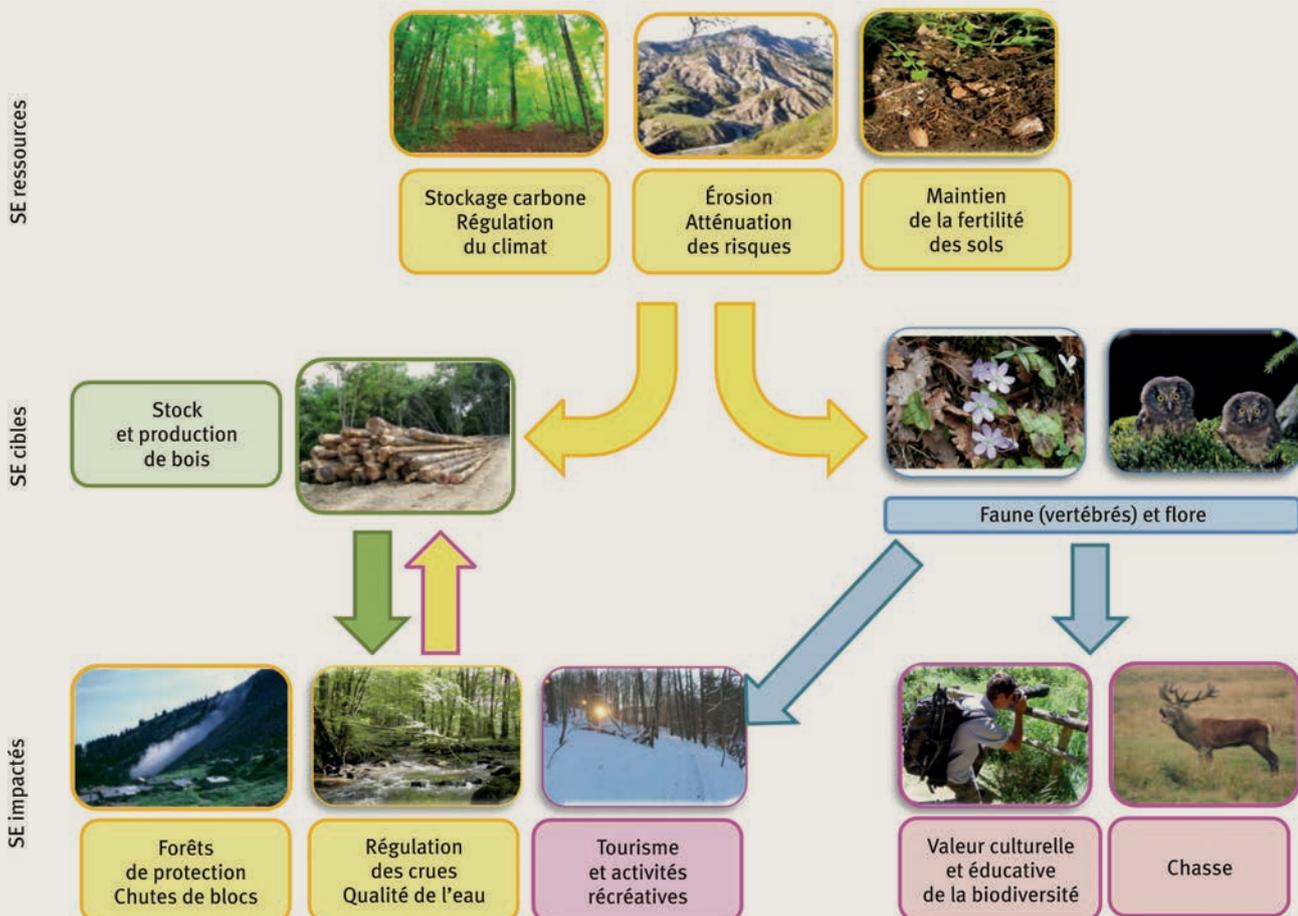
▶ les fonds de vallées à forte dynamique urbaine et péri-urbaine, et sièges d'une agriculture intensive, jusqu'aux sommets culminant à presque 3 000 m d'altitude, en passant par les espaces montagnards qui sont soit ruraux avec une mosaïque d'activités agricoles et forestières, soit à vocation forestière, et ont une forte composante touristique. Une description détaillée du territoire en termes d'usages des sols est présentée dans l'article de Vannier *et al.* (p. 26-31 de ce même numéro).

Lors d'un atelier de travail avec un groupe représentant les principaux acteurs de la gestion des espaces, des ressources naturelles et de l'environnement de la région grenobloise, nous avons identifié les services écosystémiques considérés comme prioritaires par les acteurs, et élicité la formulation d'enjeux de gestion et de planification du territoire en termes de services écosystémiques<sup>3</sup>. Ces enjeux ont été définis pour trois types d'espaces présentant des dynamiques différentes : les zones péri-urbaines, les espaces ruraux de montagne et les forêts. Pour chacun de ces espaces, les experts scientifiques (écologie, agronomie, foresterie) et locaux ont identifié un réseau de services lié par la structure et le fonctionnement des écosystèmes.

Le réseau de services forestiers est centré autour de la production de bois et de la préservation de la biodiversité comme cibles primaires de la gestion (figure 2). La production de ces services est sous le contrôle direct du bon état du climat et des sols, et donc des services de régulation du climat, de contrôle de l'érosion et de maintien de la fertilité des sols. La production de bois d'œuvre et de bois énergie a quant à elle des effets soit positifs, soit négatifs selon les pratiques sur la protection contre les risques gravitaires, la régulation des crues, le maintien de la qualité des eaux, ainsi que sur le potentiel pour les activités touristiques et de récréation. Elle impacte aussi en retour les services ressources. La gestion pour la protection de la biodiversité, synergique ou antagoniste avec la production de bois selon les pratiques, a des effets directs sur la valeur culturelle de la biodiversité et la chasse récréative. Les enjeux identifiés par les acteurs du secteur forestier, de l'eau et de la protection de la nature autour de ce réseau de services concernent principalement la gestion forestière multi-fonctionnelle et ce qu'elle implique en termes de pratiques, de conflits d'usage et d'infrastructure (dont les accès).

3. Voir l'article de Bierry et Lavorel (p. 18-23 de ce même numéro).

## 2 Réseau de services écosystémiques pour les forêts de la région grenobloise.



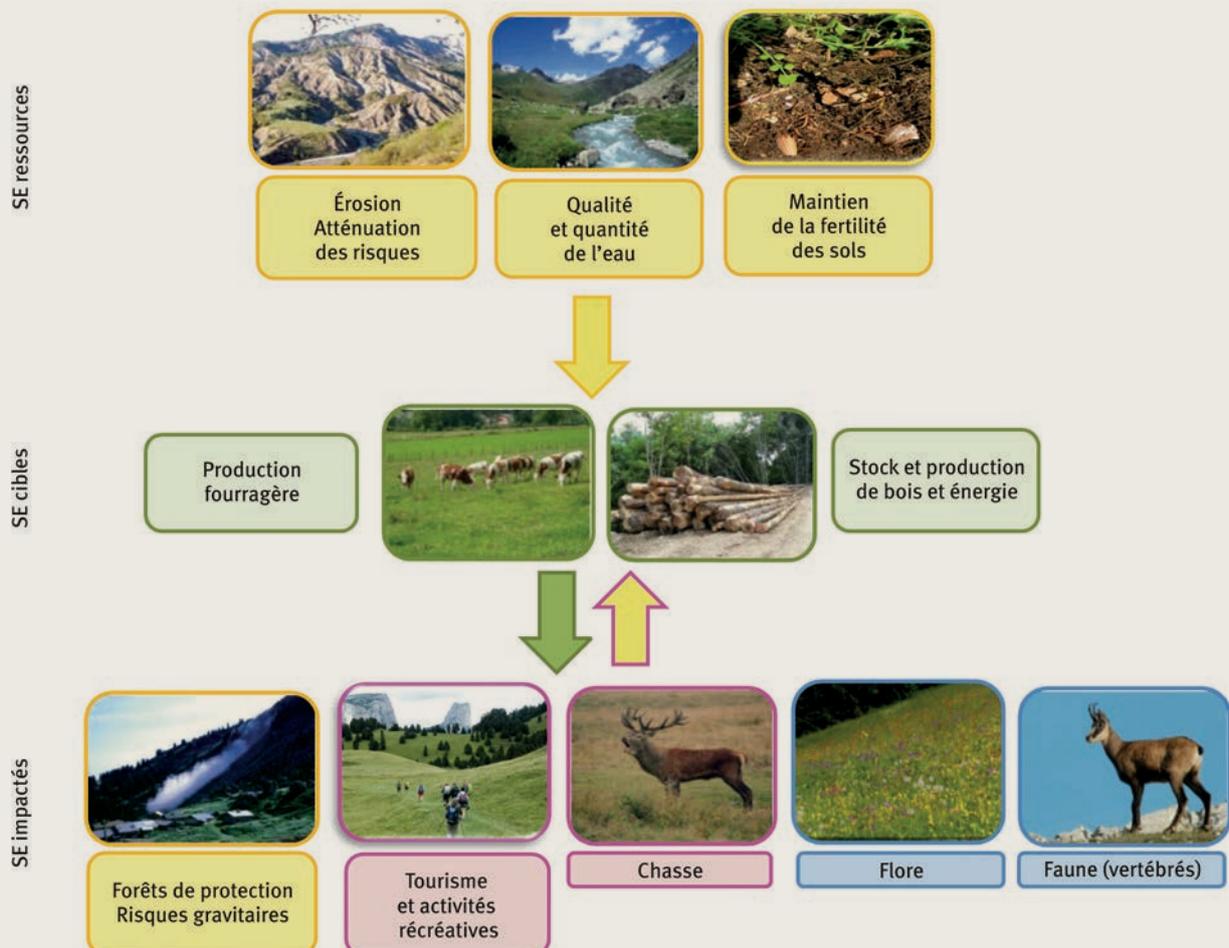
Le réseau de services des espaces ruraux de montagne cible par la gestion d'un paysage en mosaïque la production fourragère pour l'élevage et la production de bois (figure 3). Leur production dépend de la capacité des écosystèmes à réguler les quantités et la qualité de l'eau, ainsi que l'érosion des sols. Elle impacte directement la protection contre les risques gravitaires, la préservation de la biodiversité faunistique et floristique, la chasse récréative et le potentiel pour le tourisme et les loisirs. Les acteurs de l'agriculture, de la forêt et de la conservation de la nature considèrent l'allocation des usages des terres et la gestion du foncier comme un enjeu clé pour réguler l'ensemble de ces interactions entre services dans la mosaïque paysagère. Ils jugent également que la gestion forestière multifonctionnelle et une gestion agricole durable sont garantes de la préservation de ce réseau de services.

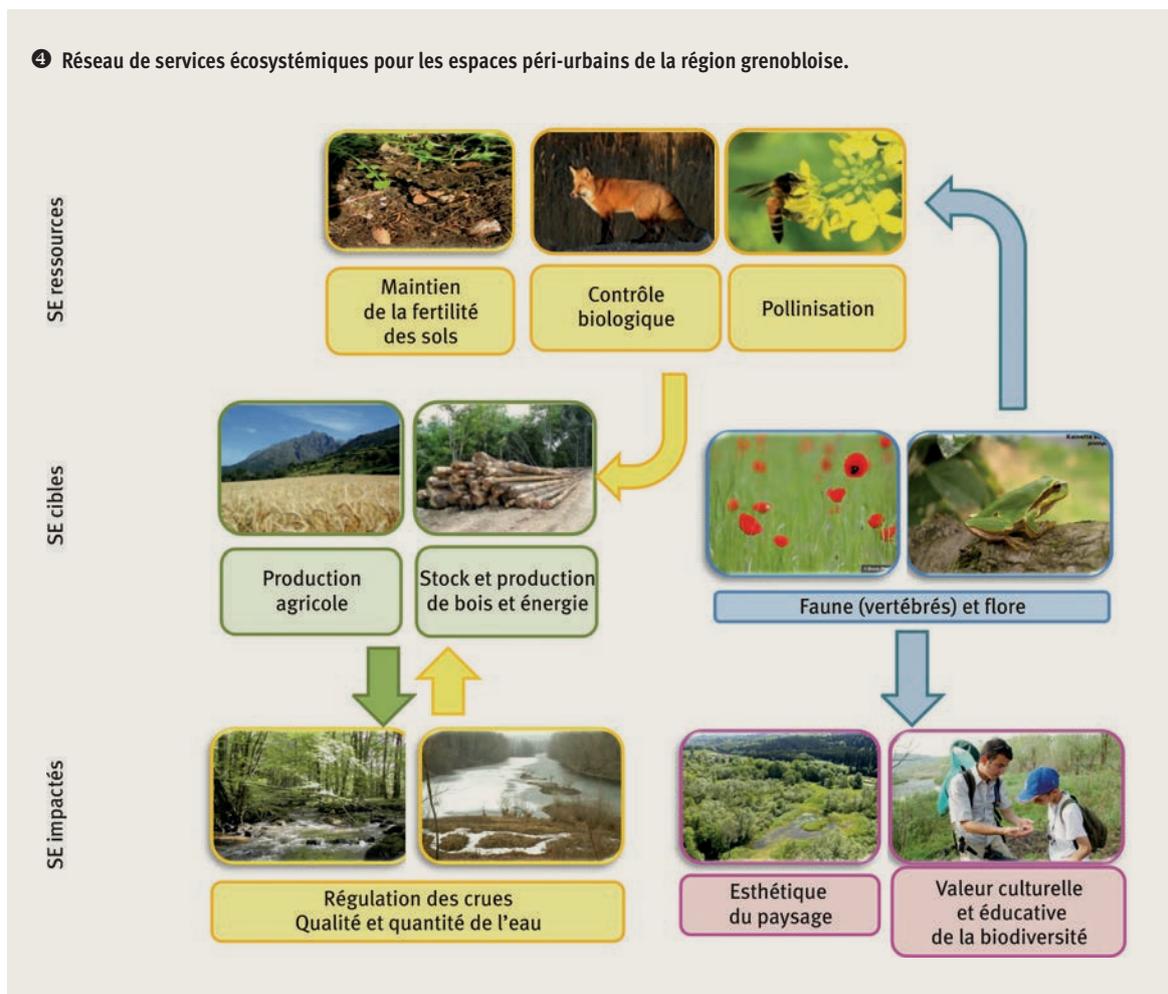
Le réseau des services des zones péri-urbaines partage les mêmes services primaires ciblés par la gestion que les espaces forestiers, auxquels s'ajoute la production des cultures (figure 4). Ici, les services ressources sont le maintien de la fertilité des sols, le contrôle des ravageurs et la pollinisation. La gestion pour les services d'approvisionnement impacte les capacités de régulation des débits d'étiage et des crues ainsi que le maintien de

la qualité des eaux, facteurs qui influencent en retour la production forestière et agricole. La préservation de la biodiversité végétale et animale est devenue depuis le Grenelle Environnement un enjeu majeur pour ces espaces, dont la gestion a des effets directs sur l'esthétique du paysage et les valeurs récréatives et éducatives de la biodiversité. La gestion de la biodiversité rétroagit aussi sur les services de pollinisation et de contrôle biologique. Pour les acteurs, l'allocation des terres, les questions de cohabitation des activités, de gestion agricole durable et de gestion multifonctionnelle des espaces forestiers sont les contrôles essentiels des relations (donc indirectes) entre ces services. Les interactions relèvent aussi d'une gestion concertée de la ressource en eau.

Ces analyses qui permettent d'aller plus loin que les bouquets de services identifiés à l'échelle des Alpes par des approches purement biophysiques (figure 1), seront à confronter avec l'analyse cartographique détaillée des services écosystémiques en cours pour le territoire. En accord avec une étude participative réalisée pour les Alpes dans leur ensemble, elles mettent aussi en évidence que si les acteurs intègrent bien les notions d'impacts de la gestion des services d'approvisionnement et de la protection de la biodiversité en réponse à la demande réglementaire et sociale, ils ont une connaissance plus limitée

3 Réseau de services écosystémiques pour les espaces ruraux de montagne de la région grenobloise.





► des dépendances par rapport aux services de régulation des ressources, et des rétroactions vers ces services. Les acteurs ont plutôt une entrée par des enjeux d'arbitrages territoriaux, qui s'illustre par une connaissance approfondie, ancrée dans l'espace et le temps, des synergies et conflits d'usages autour des différents milieux et ressources environnementales.

### Conclusion

La démarche d'analyse des réseaux de services écosystémiques permet de mettre en lumière les dépendances et les impacts entre services. C'est une étape supplémentaire par rapport à l'identification des bouquets de services qui a un fort intérêt pour la compréhension par les décideurs, les gestionnaires et le public, et pour guider la gestion et la planification. Notre approche permet de mettre en lien les relations entre services résultant des processus de fonctionnement des écosystèmes, avec les demandes des acteurs exprimées au travers des enjeux de gestion du territoire. Pour approfondir ces analyses et favoriser leur transfert vers la planification et la gestion, il sera toutefois nécessaire d'intégrer les outils de gouvernance permettant d'agir sur différentes interrelations entre services écosystémiques, et également de ne pas ignorer les relations de pouvoir entre acteurs qui viennent interagir avec ces relations écologiques. ■

### Les auteurs

**Sandra LAVOREL, Adeline BIERRY et Émilie CROUZAT**

Laboratoire d'Écologie Alpine  
BP 53, F-38041 Grenoble Cedex 9, France

✉ [Sandra.Lavorel@ujf-grenoble.fr](mailto:Sandra.Lavorel@ujf-grenoble.fr)

✉ [bierry.adeline@gmail.com](mailto:bierry.adeline@gmail.com)

✉ [Emilie.Crouzat@ujf-grenoble.fr](mailto:Emilie.Crouzat@ujf-grenoble.fr)

### EN SAVOIR PLUS...

■ EFSE, 2016, Cadre conceptuel.

■ BENNETT, E.M., PETERSON, G.D., GORDON, L.J., 2009, Understanding relationships among multiple ecosystem services, *Ecology Letters*, n° 12, p. 1394-1404.

■ CROUZAT, E., MOUCHET, M., TURKELBLOOM, F., BYCZEK, C., MEERSMAN, J., BERGER, F., VERKERK, H., LAVOREL, S., 2015, Assessing bundles of ecosystem services from regional to landscape scale: insights from the French Alps, *Journal of Applied Ecology*, n° 52, p. 1145-1155.

■ LAVOREL, S., 2013, « Les enjeux de la quantification des services écosystémiques », in : *Le développement durable à découvert*, EUZEN, A., EYMARD, L., GAILL, F. (eds), p. 288-289, Éditions CNRS, Paris, France, 364 p.

■ QUEIROZ, C., MEACHAM, M., RICHTER, K., NORSTRÖM, A.V., ANDERSSON, E., NORBERG, J., PETERSON, G., 2015, Mapping bundles of ecosystem services reveals distinct types of multifunctionality within a Swedish landscape, *Ambio*, n° 44, p. 89-101.