

## COMPARER DES DÉMARCHES DE MISE EN PLACE DE RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES DANS LES ALPES : UNE EXPERTISE COLLECTIVE

SYLVIE VANPEENE-BRUHIER

Depuis la conférence de Rio en 1992, la biodiversité, c'est-à-dire la diversité biologique et génétique de tous les êtres vivants sur terre, mais aussi de leur assemblage en écosystèmes, est l'objet de recherches en raison de son déclin rapide. Dans les pays d'Europe, une des causes majeures de la diminution de la biodiversité est la transformation des milieux naturels et leur fragmentation.

Ainsi en France, l'artificialisation du sol ne cesse de croître : 60 000 ha (Pointereau *et al.*, 2008) sont transformés chaque année en zones artificielles (constructions, routes, parkings, usines, zones de loisirs et terrains de sports...), principalement au détriment des zones agricoles et naturelles. Même si les zones agricoles sont moins riches en biodiversité que les milieux naturels, leur disparition est préjudiciable à un certain nombre d'espèces communes qui les utilisent comme milieu de substitution aux milieux naturels. C'est le cas en particulier des oiseaux communs dont la tendance générale d'évolution entre 1989 et 2006 des 65 espèces suivies est de - 7 %. Elle s'explique par le déclin des espèces agricoles (- 29 %), sensibles à la dégradation ou à la perte des habitats, et des espèces forestières (- 19 %) (IFEN, 2007). Les modifications des pratiques agricoles (intensification) ont aussi un rôle dans l'érosion de la biodiversité par perte d'habitats de qualité pour les espèces.

Dans le même temps, l'augmentation des infrastructures (routes et autoroutes, voies ferrées, lignes haute tension...) a conduit à une augmentation forte de la fragmentation des milieux. Entre 1960 et 2007, les infrastructures terrestres sont passées de 1 560 km d'autoroute à 10 840 km et 1 850 km de voies ferrées à grande vitesse sont désormais construites (Carsignol, 2008). Or, de nombreux travaux montrent que la capacité d'un espace naturel à offrir des conditions favorables à la conservation de la biodiversité diminue fortement avec sa surface.

Cependant, la volonté de reconnecter des milieux naturels quand ils ne sont plus reliés par des milieux perméables au déplacement de la faune et de la flore est beaucoup plus récente. Afin de rétablir des connexions entre massifs forestiers pour de grands ongulés, mais aussi afin de supprimer des causes d'accidents humains liés aux collisions de véhicules avec des grands mammifères, les passages pour la grande faune au-dessus ou sous des autoroutes ont été les premières réalisations dès 1960 pour rétablir des connexions entre des habitats d'espèces. Ces types d'aménagement se sont améliorés en différentes phases (SETRA, 1993) et se sont peu à peu intéressés à une plus petite faune (SETRA, 2005). Quelques exemples de crapauds existent désormais. Néanmoins, ces démarches sont toujours liées à l'existence d'un point de passage engendrant des mortalités visibles sur une voie de circulation. L'idée de relier des milieux entre eux, en dehors de rétablir une liaison perturbée par une infrastructure, est plus récente.

Cette idée émerge en urbanisme dès 1866 à New York pour relier des parcs urbains par des voies vertes (*greenways*) utilisables par des modes de déplacement cycliste et piétonnier. Mais concevoir un réseau écologique sur l'ensemble du territoire débute en Suisse avec la définition à l'échelle de la confédération helvétique d'un réseau écologique national (REN), puis elle se diffuse peu à peu en Europe à différentes échelles que nous décrivons dans cet article (Europe, Europe centrale et de l'Est, arc alpin). Plus récemment, elle s'impose en France au cœur de l'actualité environnementale avec les conclusions du Grenelle de l'environnement où l'idée de réfléchir aux connexions entre espaces protégés, mais aussi entre îlots de nature ordinaire, est retenue sous les termes de « trame verte et bleue ».

Cet article présente une évaluation, menée par des experts, de quatre méthodes pour définir des réseaux écologiques dans le cadre de la préparation d'un projet de continuum écologique à l'échelle de l'arc alpin.

## **LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE "CONTINUUM ÉCOLOGIQUE DE L'ARC ALPIN"**

Préserver la biodiversité du massif alpin est une nécessité, car celui-ci représente un espace vital essentiel pour environ 30 000 espèces animales et 13 000 espèces végétales dont 388 espèces végétales endémiques (ALPARC, 2004).

Nous avons montré que la fragmentation des milieux est un phénomène majeur dans les pays européens, l'exemple chiffré de la France l'a mis en évidence.

Au niveau de l'arc alpin, la situation est un peu différente. La fragmentation naturelle (adret/ubac, entre massifs) a créé des endémismes, source de la biodiversité de l'arc alpin<sup>(1)</sup>. En outre, il reste de grands espaces naturels d'altitude non fragmentés par l'homme. Par contre, les connexions entre ces espaces au niveau des vallées ou des cols sont devenues très difficiles en raison de la concentration des usages anthropiques des fonds de vallées : réseau routier et ferré, urbanisation, zones industrielles et commerciales, agriculture intensive...

Ceci est mis en évidence en Suisse par la notion de "taille effective de maille" afin de mesurer le degré de morcellement du paysage (Jaeger *et al.*, 2007). Cette grandeur exprime la probabilité que deux points choisis au hasard dans un territoire soient reliés, c'est-à-dire qu'ils ne soient pas séparés par des obstacles tels que des voies de communication ou des zones bâties. Afin de pouvoir comparer les valeurs de différents espaces, la probabilité de liaison combinée à la taille du territoire observé est convertie en une valeur de surface : la taille effective de maille, indiquée en kilomètres carrés. Entre 1885 et 2002, la taille effective de maille est passée de 580 à 176 km<sup>2</sup>, ce qui traduit l'augmentation globale très forte de la fragmentation. Mais en analysant cette donnée au niveau cantonal, la différence est forte en 2002 entre les cantons de plaine et du plateau et *a fortiori* urbains, et les cantons de montagne. Les huit cantons les plus morcelés ont une taille effective de maille inférieure à 10 km<sup>2</sup> alors que les 6 cantons de montagne atteignent plus de 300 km<sup>2</sup> et même 635 km<sup>2</sup> pour le canton de Glaris. Ce résultat est d'ailleurs sous-estimé, car seules les surfaces d'altitude inférieure à 2 100 m sont prises en compte dans l'étude. Ainsi, la proportion des espaces de taille effective de maille supérieure à 100 km<sup>2</sup>, pour le territoire suisse sans les lacs et les zones de montagne à plus de 2 100 m, est de 26 %, alors qu'elle est de 53 % en les incluant.

(1) *Flora alpina* recense parmi 4 500 plantes, 500 plantes dont la distribution est restreinte à l'arc alpin.

Cet exemple met bien en lumière la nécessité de rétablir des connexions de fond de vallée afin de permettre la circulation d'espèces d'un massif à l'autre et d'éviter une perte de diversité génétique pouvant conduire à l'extinction de populations. En moyenne, les experts considèrent que, lorsqu'on perd 50 % des effectifs d'une population, la viabilité de cette population diminue de 15 % (Joly, 2008).

Dans ce contexte, les pays de l'arc alpin ont été amenés à réfléchir à la notion de réseau écologique pour l'arc alpin à l'initiative de 4 organismes. L'ISCAR (comité scientifique international recherche alpine), la CIPRA (Commission internationale pour la protection des Alpes), ALPARC (réseau alpin des espaces protégés) et WWF (Fonds mondial pour la Nature) ont lancé un programme de recherche "continuum écologique" qui a pour objectifs :

- d'harmoniser les méthodes et de proposer une définition commune d'un continuum écologique ;
- d'identifier les zones pilotes les plus adéquates pour définir un catalogue de mesures afin de mettre en place un réseau écologique ;
- de développer une stratégie pour impliquer les autorités et acteurs locaux.

Dans une première étape préparatoire à ce projet "continuum écologique", une expertise de documents présentant différentes méthodes d'identification de réseaux écologiques à différentes échelles a été menée par des chercheurs européens. L'ISCAR et le Forum suisse de la biodiversité ont proposé aux dix-sept experts qui ont participé à cette évaluation les quatre méthodes à analyser et une grille de lecture. Cet article présente cette expertise qui a comparé quatre approches d'identification de réseaux écologiques afin de proposer la méthode la plus pertinente à l'échelle des Alpes et dans le contexte alpin. Il n'aborde pas la question du choix de ces quatre rapports à analyser ni celle de la grille de lecture qui étaient prédéfinis en amont de l'évaluation.

## LA PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES QUATRE APPROCHES

Les documents étudiés étaient les suivants :

- (1) WWF (2006). A Biodiversity Vision for the Alps (Une vision de la biodiversité pour les Alpes) (Arduino et Mörschel, 2006).
- (2) ALPARC (2004). Réseau écologique transfrontalier.
- (3) European Centre for Nature Conservation (2002). Indicative map of the pan-ecological network for Central and Eastern Europe (Carte du réseau écologique de l'Europe centrale et orientale) (Bouwma *et al.*, 2002).
- (4) Office fédéral de l'environnement, des forêts et des paysages (2004). Réseau écologique national (REN), Suisse.

Ces quatre documents abordent la notion de réseau écologique avec des objectifs, des échelles et des entrées assez contrastés.

La vision de la biodiversité pour les Alpes (document 1) est un document qui vise à sensibiliser les acteurs qui ont un impact sur les Alpes en proposant un outil méthodologique en huit étapes basé sur la valeur biologique des milieux (les zones prioritaires de conservation) et des espèces (identification des espèces-cibles par taxon), mais les actions sont guidées par la réalité socio-économique. Il s'intéresse à la totalité de l'arc alpin et, à cette échelle<sup>(2)</sup>, la collecte des données existantes et leur harmonisation se sont faites principalement sous forme de séminaires d'experts

(2) L'échelle d'analyse est de l'ordre du 1/100 000 au 1/500 000.

qui ont apporté leurs connaissances soit en termes géographiques, soit sur des taxons particuliers. Ces experts ont contribué à l'identification des zones de conservation prioritaires et des corridors entre zones prioritaires.

Le réseau écologique transfrontalier (document 2) a eu pour objectif de faire un état des lieux de la mise en réseau des espaces protégés alpins afin de répondre à l'article 12 du protocole d'application de la convention alpine dans le domaine de la protection de la nature. Cet état des lieux concerne aussi bien la répartition physique (transfrontalière par exemple) des espaces protégés et de leurs liens, que leurs liens institutionnels ou les politiques contribuant à la garantie de déplacement des espèces. L'étude a principalement porté sur les grands espaces protégés (de plus de 1 000 ha) en considérant que cette surface correspond à des besoins de nombreuses espèces animales typiques des Alpes. Elle a donc recensé ces espaces, les mesures de gestion ou de politique visant à améliorer les liaisons entre espaces protégés et a proposé une série d'indicateurs. Dans un souci pragmatique, elle a débouché sur la production de recommandations et a identifié des secteurs pouvant devenir des zones de liaisons entre espaces protégés à faible pression anthropique. Elle identifie donc plutôt ce qu'il faut préserver que ce qu'il faudrait restaurer pour améliorer des connexions en considérant que les secteurs où l'utilisation du sol est intensive nécessiteraient des investissements financiers considérables. Son échelle d'analyse est de l'ordre du 1/100 000 au 1/500 000.

La stratégie du réseau écologique paneuropéen (document 3) issue de la conférence ministérielle "un environnement pour l'Europe" de Sofia en 1995 (document stratégique de la stratégie paneuropéenne de la diversité biologique et paysagère), est de mettre sur pied « *un réseau physique composé des réserves proprement dites, reliées entre elles par des corridors et entourées de zones tampons, et de faciliter ainsi la dispersion et la migration des espèces* » (Bonnin *et al.*, 2007). Il s'adresse à l'ensemble des pays de l'Est de l'Europe et son échelle d'analyse est majoritairement au 1/1 000 000 (avec une échelle de restitution au 1/5 000 000). Ce sont donc les aires de grande richesse et en priorité les aires protégées qui sont au cœur de ce dispositif car elles constituent les zones noyaux offrant l'espace écologique optimal réalisable en quantité et qualité. L'accent est mis sur la restauration de la capacité de migration pour des espèces-clés (grands prédateurs : loup, ours...), des espèces migratrices (oiseaux principalement) ou des espèces à forte exigence en surface d'habitat (mammifères, oiseaux). La conception s'effectue généralement au niveau international et national, mais la mise en œuvre doit être locale. Il fournit aux gouvernements des pays européens un cadre politique d'intervention et facilite la coopération internationale en vue d'une cohérence d'ensemble de leurs politiques en faveur de la biodiversité.

Cette approche a abouti à la mise en place d'une cartographie du réseau écologique paneuropéen pour les pays d'Europe centrale et orientale (Bouwma *et al.*, 2002). Cette cartographie à valeur indicative a pour objectif d'être un outil méthodologique facilitant les réflexions nationales ou régionales de création de réseaux écologiques.

Le réseau écologique national suisse (document 4) a pour objectifs de protéger et de restaurer les habitats, de renforcer la connectivité et de diminuer la fragmentation entre les milieux importants pour la biodiversité, de mettre en réseau les surfaces de compensation écologique dans l'agriculture et d'améliorer la qualité et la diversité du paysage ("Paysage 2020"). Il encourage la revitalisation écologique des espaces utilisés de manière intensive et vise à pallier le manque de perméabilité des infrastructures de transport. Il a donc clairement des enjeux de restauration de connexions indispensables. Il décrit de manière cartographique les continuités en termes d'habitats (continuums écologiques) afin d'appréhender la fonctionnalité écologique globale du territoire. Cette cartographie a été définie par une modélisation des zones potentiellement favorables établies sur des bases de données environnementales assez importantes préexistantes et complétées par des experts locaux à l'échelle du 1/25 000. Il a été validé au niveau cantonal et synthé-

tisé pour le territoire suisse à l'échelle du 1/100 000. Cette vision synthétique et prospective traduite dans le REN doit être transposée aux échelles 1/10 000 ou 1/5 000 pour être mise en œuvre sur le terrain au niveau des parcelles.

## LA GRILLE DE LECTURE DES QUATRE APPROCHES

Durant l'été et l'automne 2007, les dix-sept experts ont analysé les quatre documents soumis en remplissant la grille d'évaluation. Les expertises individuelles et la synthèse qu'en a tirée le consortium du "continuum écologique" ont été discutées lors d'une réunion de travail entre les experts et les membres du projet "continuum écologique". Le panel d'experts consultés était constitué de chercheurs en écologie du paysage, en écologie des cours d'eau, en écologie animale, en écologie végétale, en biologie des populations et conservation de la biodiversité, de spécialistes de gestion de bases de données environnementales. Ils sont originaires d'Allemagne, d'Autriche, de Finlande, de France, du Liechtenstein, de Slovénie et de Suisse.

La grille de lecture proposée aux experts comportait dans sa première partie des questions générales sur les besoins en connectivité écologique dans les Alpes. Elles concernaient les causes majeures de dégradation de la connectivité, le type de zones qui ont le plus haut besoin de connectivité et pour lesquelles des mesures de rétablissement seraient les plus pertinentes ainsi que les objectifs à atteindre en restaurant un réseau écologique dans les Alpes. Ces questions visaient à identifier si les besoins en connectivité sont les plus importants dans les zones densément peuplées de basse altitude, dans les bordures des aires protégées, dans les zones à haute valeur patrimoniale, dans les systèmes des bords de cours d'eau, dans les zones boisées de grande taille, ou dans les zones à forte pression (agriculture intensive, mais aussi station touristique ou secteur de production d'énergie).

La suite du questionnaire concernait une comparaison des quatre approches afin d'identifier pour chacune des questions l'approche la plus pertinente. Le but du projet "continuum écologique" dans une première étape est d'identifier les zones à haut besoin de connectivité à partir des données existantes (inventaires, cartes, bases de données sur les espèces...). Des questions portent donc sur la capacité des méthodes à identifier ces zones, sur les échelles de travail pertinentes et sur les besoins et disponibilités en données. Dans une deuxième étape, le projet souhaite proposer des mesures adaptables du niveau pan-alpin au niveau local, c'est pourquoi les changements d'échelles possibles avec les quatre approches sont étudiés. En termes de restauration de connectivité, les experts ont été interrogés sur les objectifs qu'ils estiment prioritaires, et en particulier sur le type d'approche globale à privilégier. En effet, trois approches sont possibles : centrée sur l'espèce, centrée sur l'habitat ou mixte. L'approche centrée sur l'espèce vise à préserver la connectivité pour des espèces en danger ou des populations isolées. Elle s'intéressera par exemple à restaurer les connexions entre le site de repos en forêt des crapauds et leur lieu de ponte. Par contre, elle ne s'intéressera pas à reconnecter des milieux de prairies sèches si aucune espèce en danger n'y est signalée malgré leur grande valeur patrimoniale. *A contrario*, l'approche centrée sur l'habitat tentera de préserver la diversité des habitats et la connectivité entre habitats, par exemple, de reconnecter les continums de prairies sèches ou de forêt ; mais elle n'abordera pas la connexion forêt-étang pour permettre la survie d'une population d'amphibiens. L'approche mixte regroupe ces deux préoccupations qui sont de préserver la connectivité entre habitats et celle pour des populations d'espèces particulières.

Les besoins de connectivité ont été abordés pour identifier et supprimer les barrières majeures au déplacement, pour relier les aires protégées et les zones prioritaires de conservation, pour porter une attention particulière à quelques espèces ou groupes d'espèces. À l'issue de ces

analyses comparées des quatre approches, les experts devaient proposer une éventuelle approche combinée permettant de répondre au mieux aux buts du projet “continuum écologique”.

Les experts et les membres du consortium “continuum écologique” se sont réunis à Zurich en décembre 2007 pour tirer une synthèse des expertises.

## **LA SYNTHÈSE DE L'EXPERTISE**

Ce paragraphe expose les résultats de cette synthèse en se basant sur les documents de travail préparés pour la réunion de Zurich (Scheurer *et al.*, 2008).

### **Évaluation des besoins en connectivité écologique dans les Alpes**

Cinq thèmes majeurs ont été identifiés par les experts comme étant les problèmes les plus importants pour préserver une connectivité écologique dans les Alpes.

Deux thèmes sont relatifs aux milieux à enjeux :

- Les zones fortement artificialisées (zones urbanisées et à usage du sol intensif) en fond de vallée, mais aussi sur les versants des vallées où la pression urbaine est de plus en plus présente au fur et à mesure de la consommation des espaces constructibles en fond de vallée.
- Les corridors rivulaires qui sont des unités fondamentales pour le bon fonctionnement écologique des connexions mais qui sont soumis à de nombreuses atteintes tant dans leur fonctionnement comme corridor longitudinal (barrages ou seuils), latéral (digues de protection contre les crues), que vertical (changement des régimes de transport de sédiments).

Un expert alerte sur l'effet négatif possible de la restauration des corridors dans l'ensemble des Alpes. En effet, les corridors peuvent être une voie possible de diffusion d'espèces invasives ou de maladies. Cependant, tous s'accordent à penser que, dans le cadre du changement climatique, des corridors qui seront réellement utilisés par la faune et la flore (corridors fonctionnels) seront indispensables à la migration d'un grand nombre d'espèces. Une étude récente (Lenoir *et al.*, 2008) vient de mettre en évidence que 170 espèces de plantes de forêt ont eu une migration moyenne en altitude par décennie de l'ordre de 29 m au cours du XX<sup>e</sup> siècle.

Les deux autres thèmes concernent des lacunes de coordination et d'information entre les chercheurs et les décideurs politiques et les lacunes dans les connaissances scientifiques. Les experts mettent en avant les différences d'échelle entre les besoins écologiques (transfrontaliers) et les zonages des décisions politiques (échelle locale sans capacité réelle de prendre en charge des concepts à l'échelle régionale et transfrontalière).

Les manques d'harmonisation des protocoles de prise de données et de gestion aboutissent trop souvent à des données non harmonisées et partielles. Le manque de connaissance théorique des effets de la connectivité sur la conservation des habitats et des espèces est ainsi l'un des points mis en avant.

L'identification des types de zones qui ont le plus haut besoin de connectivité et pour lesquelles des mesures de rétablissement seraient les plus pertinentes divise les experts. Cependant, les espaces à haute biodiversité, les systèmes rivulaires sont cités majoritairement comme étant les zones primordiales à préserver. Pour un nombre d'experts moins important, les zones densément peuplées de fond de vallée et les zones à usage du sol intensif sont à restaurer en priorité pour y réassurer des connexions indispensables mais en très mauvais état actuellement. Les bordures des espaces protégés et les zones boisées de grande taille ne sont pas jugées prioritaires en raison de la pression plus faible qui s'y exerce.

De manière quasi unanime, les experts ont considéré qu'une approche mixte (habitats et espèces) devait être privilégiée tout en soulignant que cet objectif était ambitieux et complexe. L'approche habitats permet en effet de s'intéresser aux besoins pour le déplacement des végétaux (y compris les champignons), mais aussi aux espèces animales de petite taille, alors que l'approche par espèces ou population est peut-être mieux adaptée aux animaux à grande capacité de dispersion (oiseaux, grands mammifères) qui peuvent se satisfaire de corridors discontinus ("en pas japonais").

L'identification des barrières majeures aux déplacements a été estimée avec un haut niveau de priorité, mais en soulignant les besoins élevés en communication pour pouvoir de manière pragmatique avoir une efficacité dans les actions (coûteuses, dans des milieux fortement anthropisés). À l'inverse, s'intéresser aux connexions dans et entre les zones protégées, bien que cela ne semble pas suffisant pour améliorer les réseaux écologiques, est souvent identifié comme une étape préalable, plus facile à mettre en place car les données existantes sont nombreuses et l'acceptation sociale plus facile.

### Analyse des différentes approches

Aucune des quatre approches n'avait pour objectif d'identifier des zones à haut besoin de connectivité. Chacune a des facteurs limitants ne permettant pas cette analyse : manque de données disponibles et approche par espèces seulement (documents 1 et 3), manque de spécificité alpine (documents 3 et 4 car le REN exclut les milieux d'altitude du territoire suisse), absence de prise en compte des éléments linéaires et en particulier des corridors le long des cours d'eau (toutes les approches).

Toutes les approches nécessitent donc une adaptation plus ou moins importante pour parvenir à cet objectif. Dans un contexte de manques de données, les méthodes les plus hiérarchisées (documents 3 et 4) semblent les plus faciles à adapter.

Le tableau I (ci-dessous) précise les échelles pour lesquelles les différentes approches ont semblé les plus pertinentes. Pour le travail à l'échelle régionale et locale, c'est sans conteste le REN qui est la méthodologie la plus adaptée. Pour une réflexion à l'échelle de l'arc alpin, le réseau écologique paneuropéen et une combinaison des éléments les plus pertinents des méthodes ALPARC et WWF conviennent mieux.

**TABLEAU I** Échelles pertinentes selon les méthodologies analysées

	Échelle pan-alpine > 1/ 500 000	Échelle régionale 1/100 000 - 1/500 000	Échelle locale < 1/100 000
Vision de la biodiversité pour les Alpes (document 1) . . . .	++ (n = 7)	++ (n = 6)	+ (n = 2)
Réseau écologique transfrontalier (document 2) . . . . .	++ (n = 7)	++ (n = 7)	+ (n = 3)
Réseau écologique paneuropéen (document 3) . . . . .	+++ (n = 12)	+ (n = 2)	
Réseau écologique national (document 4) . . . . .	+ (n = 2)	+++ (n = 10)	+++ (n = 13)

Légende de l'adéquation de la méthode et de l'échelle de la zone d'étude

+++ : bonne ; ++ : moyenne ; + : faible

(n = 7) : nombre de réponses des experts (plusieurs réponses étaient possibles par méthode)

**Encadré 1 INDICATEURS PROPOSÉS  
DANS LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE TRANSFRONTALIER ALPARC**

**Indicateurs concernant les espaces protégés :**

- Densité des espaces protégés par rapport à la surface totale considérée (en %)
- Nombre et superficie en hectares des espaces protégés transfrontaliers et longueur de frontière commune
- Superficie en hectares des espaces protégés
- Position altitudinale de l'espace protégé : point le plus haut et point le plus bas
- Distance en km entre deux espaces protégés voisins
- Existence d'un plan de gestion détaillé
- Parties des espaces protégés en % dans lesquelles des restrictions d'exploitation sont recensées

**Indicateurs biologiques :**

- Répartition de chaque habitat sur la surface considérée
- Répartition du nombre et de la répartition de chaque espèce (faune et flore) sur la surface considérée
- Distribution des types d'habitats de la directive Habitats : en superficie et part de ces habitats sur l'ensemble de la surface
- Richesse en espèces par rapport à la surface (en nombre par km<sup>2</sup>)

**Indicateurs des aménagements et des infrastructures :**

- Structure de la population : nombre d'habitants, densité de la population, taux de croissance naturelle, taux de croissance due à la mobilité
- Densité d'urbanisation
- Densité du réseau routier en km par 100 km<sup>2</sup> et selon la catégorie des routes
- Densité du réseau ferroviaire par 100 km<sup>2</sup> et selon la catégorie des voies
- Zones non morcelées de plus de 25 km<sup>2</sup> (nombre et surface)

**Indicateurs d'usage du sol :**

- Part des différents types d'utilisation du sol en % de la surface
- Densité des clôtures
- Longueur du réseau hydrographique en km par 100 km<sup>2</sup>

**Indicateurs agricoles :**

- Densité des haies
- Longueur des zones de transition entre des surfaces utilisées par l'agriculture et des zones non utilisées
- Intensité de l'exploitation agricole



**Indicateurs politiques :**

- Budget consacré aux mesures de protection de l'environnement par unité administrative
- Restriction d'exploitation dans les communes en dehors des espaces protégés
- Superficie et moyens disponibles pour des mesures de renaturation et de remise en culture extensive
- Initiatives transfrontalières d'observation et de surveillance de l'environnement

L'efficacité et la pertinence des méthodes dépendent beaucoup des données existantes en termes de disponibilité, qualité et coût d'acquisition des données. Ainsi une méthode comme le REN a été pertinente pour la Suisse qui possédait déjà des bases de données (espèces et occupation du sol) bien structurées et mises à jour. Or, au niveau de l'arc alpin, ces données n'existent pas. En effet, la couverture Corine Landcover n'est pas du tout aussi détaillée et fiable pour cet usage que les données statistiques détaillées d'utilisation du sol Geostat à résolution hectométrique utilisées dans le REN.

Toutes les méthodes nécessitent une étape préalable de recueil des données existantes, et surtout de consolidation et d'harmonisation en fonction de protocoles de recueil de données appliqués, qui peut être très coûteuse à l'échelle de l'arc alpin. Dans tous les cas, et pour aller jusqu'à une phase d'application concrète, donc à l'échelle locale, des compléments de données sont à rechercher à dire d'expert ou par un travail de terrain.

**Les combinaisons possibles d'approches**

Les experts considèrent que les approches basées uniquement sur les espèces ne sont pas pertinentes car il y a trop d'hétérogénéité dans les connaissances sur la répartition des espèces dans l'arc alpin. En outre, elles ne prennent pas en compte la biodiversité ordinaire. Par contre, l'approche sous forme de guildes d'espèces (par exemple des milieux forestiers, des milieux de pelouses sèches...), mise en place au niveau de chaque continuum étudié dans le REN, peut être intéressante.

Les approches de "coût de déplacement" ou de perméabilité des milieux (réseau écologique paneuropéen et REN) semblent intéressantes à un niveau local mais pas à l'échelle de l'arc alpin.

L'approche pragmatique proposée par ALPARC, basée sur l'absence de conflits d'usage dans les corridors à identifier, couplée avec une liste d'indicateurs (encadré 1, ci-contre) peut être un guide utile pour proposer une démarche harmonisée d'analyse paysagère des corridors au niveau de l'arc alpin en utilisant aussi l'approche par continuum, zone nodale, zone d'expansion, zone de développement du REN.

À l'échelle panalpine, il semble important d'identifier les zones noyaux de biodiversité (protégées ou non) et les barrières aux déplacements (naturelles ou anthropiques) afin d'avoir une idée de la structure du réseau écologique, mais il sera très compliqué et très coûteux d'avoir des éléments sur la fonctionnalité des éléments du réseau. Ces éléments ne peuvent être obtenus qu'à l'échelle locale par exemple à l'occasion d'une reconstitution de corridor par suppression d'une barrière aux déplacements.

## PERSPECTIVES DE RECHERCHE

À la suite de cette expertise, deux programmes de recherche ont été lancés à l'échelle de l'arc alpin :

— Le programme “continuum écologique”<sup>(3)</sup> financé par la fondation suisse MAVIA et qui a pour partenaires ALPARC, CIPRA, ISCAR et WWF. Il a pour objectifs de fournir une méthodologie pour connecter les zones importantes et de proposer des mesures permettant d'améliorer la connectivité.

— Le programme Interreg Alpine Space “ECONNECT : Improving ecological connectivity in the Alps” réunissant des partenaires du monde de la recherche et des gestionnaires d'espace des pays de l'arc alpin (Allemands, Autrichiens, Français, Italiens et Suisses). Il a pour objectif de permettre à sept zones pilotes de construire une coopération autour de la création de réseaux écologiques en utilisant les méthodes harmonisées que produira le projet “continuum écologique”. Il aboutira à des réalisations concrètes dans les zones pilotes de création ou de restauration de corridors qui serviront d'outil de partage de connaissances et de transfert d'expériences. Un important volet communication vers les décideurs politiques permettra de sensibiliser les aménageurs aux questions de réseaux écologiques.

Sylvie VANPEENE-BRUHIER

Unité de recherche Écosystèmes montagnards  
CEMAGREF

2, rue de la Papeterie - BP 76  
F-38402 SAINT-MARTIN-D'HÈRES  
(sylvie.vanpeene@cemagref.fr)

## BIBLIOGRAPHIE

- ALPARC. — Réseau écologique transfrontalier, Signaux alpins 3. — Secrétariat permanent de la Convention alpine, 2004. — 240 p.
- ARDUINO (S.), MÖRSCHER (F.), coord. — A Biodiversity Vision for the Alps, WWF European alpine program. — Milan, 2006. — 99 p.
- BONNIN (M.), BRUSZIK (A.), DELBAERE (B.), LETHIER (H.), RICHARD (D.), RIENTJES (S.), VAN UDEN (G.), TERRY (A.). — Le réseau écologique pan-européen : état d'avancement. — Éditions du Conseil de l'Europe, 2007. — 116 p. (Sauvegarde de la nature n° 46).
- BOUWMA (I.M.), JONGMAN (R.H.G.), BUTOVSKY (R.O.), coord. — Indicative map of the pan-ecological network for Central and Eastern Europe. — Tilburg (Pays-Bas), Budapest (Hongrie) : European Centre for Nature Conservation, 2002. — 166 p.
- CARSIGNOL (J.). — Les connaissances acquises en matière de conception et de gestion des passages pour la faune. — 17 juin 2008.  
<http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr/>  
[http://www.rdbrcm-travaux.com/spge/site\\_v2/IMG/pdf/6-presentation\\_JCARSIGNOL.pdf](http://www.rdbrcm-travaux.com/spge/site_v2/IMG/pdf/6-presentation_JCARSIGNOL.pdf)
- IFEN. — Indicateurs de développement durable - artificialisation. — IFEN, 2007 (Études et travaux n° 41).  
[http://www.ifen.fr/fileadmin/publications/ET/PDF/artificialisation\\_territoire.pdf](http://www.ifen.fr/fileadmin/publications/ET/PDF/artificialisation_territoire.pdf)

(3) <http://www.alpine-ecological-network.org/index.php/initiatives/the-ecological-continuum-project-mainmenu-6>

- JAEGER (J.), BERTILLER (R.), SCHWICK (C.). — Morcellement du paysage en Suisse, analyse du morcellement 1885-2002 et implications pour la planification du trafic de l'aménagement du territoire. — Neuchâtel : Office fédéral de la statistique, 2007. — 40 p. (Rapport).  
<http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpuvRQD1.pdf>
- JOLY (P.). — Corridors biologiques : de l'identification à la restauration : définitions scientifiques. — Séminaire Corridors organisé par la région Rhône-Alpes et la DIREN, Lyon, 17 juin 2008.
- LENOIR (J.), GÉGOUT (J.-C.), MARQUET (P.-A.), RUFFRAY (P. de), BRISSE (H.). — A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation During the 20th Century. — *Science*, vol. 320, n° 5884, 2008, pp. 1768-1771.
- OFFICE FÉDÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORÊTS ET DES PAYSAGES. — Réseau écologique national REN (Suisse). — Office fédéral de l'Environnement, des Forêts et des Paysages, 2004. — 132 p.
- POINTEREAU (P.), COULON (F.), GIRARD (P.). — Indicateur agroenvironnemental C2-IAE1 Artificialisation des espaces agricoles, 2008.  
[http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/indicateur\\_agro\\_environnemental.pdf](http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/indicateur_agro_environnemental.pdf)
- SCHEURER (T.), BOSE (L.), KÜNZLE (I.). — Evaluation of approaches for designing and implementing ecological networks in the Alps assessment report. — 2008. — 41 p.  
<http://www.alpine-ecological-network.org/index.php/services-mainmenu-8/downloads-documents>
- SETRA. — Aménagement et mesures pour la grande faune. Guide technique. — SETRA, 1993. — 121 p.
- SETRA. — Aménagement et mesures pour la petite faune. Guide technique. — SETRA, 2005. — 264 p.

---

**COMPARER DES DÉMARCHES DE MISE EN PLACE DE RÉSEAUX ÉCOLOGIQUES DANS LES ALPES : UNE EXPERTISE COLLECTIVE [Résumé]**

La fragmentation des espaces naturels et la création d'obstacles au déplacement de la faune et de la flore sont des causes majeures du déclin de la biodiversité en Europe. Le programme de recherche "continuum écologique de l'arc alpin" va identifier des réseaux écologiques dans les Alpes. L'article présente le contexte, la méthodologie et les résultats de l'analyse bibliographique de quatre méthodes de définition de réseaux écologiques, menée par une douzaine d'experts. Ceux-ci recommandent une approche mixte tenant compte à la fois des continuités des habitats et des besoins d'espèces particulières et ce à différentes échelles : conception d'un réseau cadre à l'échelle de l'ensemble de l'arc alpin mais réalisations concrètes de préservation ou restauration de corridors au niveau local. Les milieux les plus importants à préserver sont les espaces à haute biodiversité et les systèmes des cours d'eau. Mais les zones de fond de vallée et celles à usage du sol intensif sont à restaurer en priorité pour y réassurer des connexions indispensables.

**A COMPARISON OF APPROACHES ADOPTED TO SET UP ECOLOGICAL NETWORKS IN THE ALPS – A COLLECTIVE ASSESSMENT [Abstract]**

Fragmentation of natural spaces and the establishment of obstacles to movement of fauna and flora are major causes of decline in European biodiversity. The "Alpine Arc Ecological Continuum" research programme will identify ecological networks in the Alps. The article describes the context, methodology and findings of the bibliographical analysis of four methods for designing ecological networks, conducted by some twelve experts. The latter recommend a combined approach that takes on board both the continuities in habitats and the needs of various species on a range of scales: design of a framework network on the scale of the entire Alpine Arc, but practical conservation or rehabilitation of corridors at the local scale. The important environments to preserve are spaces with high biodiversity and river basins. But the priority lies in rehabilitating valley bottoms and areas where soil is subject to intensive use so as to restore the necessary links.

