

## Efficacité des corridors : qu'en savons-nous vraiment ?

**La mise en place de corridors permettant de lutter contre la fragmentation du territoire pour les espèces animales est l'un des rôles de la trame verte et bleue. Comment sont pensées ces nouvelles installations, quelle est l'évolution de leur conception et comment redessinent-elles les anciennes infrastructures ?**



La consommation de milieux naturels et agricoles (60 000 ha/an) augmente quatre fois plus vite que la démographie. Cette urbanisation et les réseaux de transport associés fragmentent les milieux. La fragmentation est une cause majeure de l'érosion de la biodiversité.

L'augmentation de la distance entre les habitats ainsi que les effets de barrière diminuent les échanges d'individus (reproducteurs, juvéniles) ou de propagules (pollens, graines...) entre populations; échanges qui assurent un brassage génétique. Renforcer les populations et diminuer la consanguinité augmente la viabilité des petites populations (concept de méta-population). Les modifications des conditions abiotiques dues au changement climatique vont obliger les populations à s'adapter ou à migrer pour trouver ailleurs leurs optimums écologiques.

Restaurer ou maintenir des espaces connectés est donc un enjeu fondamental, réalisable en améliorant la qualité globale du milieu pour les déplacements des espèces ou en se concentrant sur des secteurs restreints de l'espace assurant une connexion entre habitats (photo 1).

Cette prise de conscience a fait passer en moins de vingt ans les concepts scientifiques de l'écologie du paysage vers le monde politique avec les notions de réseaux, de continuités et de corridors écologiques.

Cet article interroge le concept de corridor et ce que la science en sait alors que la restauration des continuités écologiques est déjà au cœur des politiques publiques et que les décideurs souhaiteraient se baser sur des certitudes scientifiques.

### Le corridor, du scientifique au politique

L'écologie du paysage a décrit dès 1980, le paysage comme un ensemble composé d'une matrice, neutre ou hostile, occupant la majeure partie de l'espace, de taches d'habitat abritant des populations animales et végétales et de corridors, éléments linéaires traversant cette matrice (figure 1). Ce modèle est pertinent dans les paysages relativement homogènes. Un corridor peut avoir un rôle de conduit (couloir de dispersion), d'habitat (source ou puits), de barrière ou de filtre ainsi que de source d'éléments biotiques et abiotiques pour la matrice avoisinante (Forman et Godron, 1986). Il peut traverser une matrice paysagère sans relier des taches d'habitat, la matrice pouvant aussi assurer ce rôle.

Dans les territoires hétérogènes, le paysage peut être considéré comme une mosaïque fonctionnelle qui permet des mouvements d'organismes et des flux de matière grâce à la proximité entre éléments de la mosaïque.

Le degré de connexion d'un réseau (de haies, par exemple) influe sur sa fonctionnalité pour le déplacement des espèces et les flux de gènes ou de matériaux (Baudry et Quin, 2003).

En France, dans le cadre de la Trame verte et bleue, les corridors écologiques assurent « des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie » (décret n° 2012-1492). Concernant la trame verte, « les corridors écologiques sont constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponc-



❶ La préservation, le maintien et la restauration des continuités écologiques : des enjeux fondamentaux pour les politiques publiques.

© philippe Devanne - Fotolia.com

tuelles, permettant de relier tout ou partie des espaces protégés<sup>1</sup> ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité » (article L 371-1, Code de l'Environnement). Cette définition fait clairement référence à leur rôle de mise en continuité, leur rôle potentiel d'habitat est suggéré mais les fonctions de filtre ou barrière ne sont pas mentionnées. Les cours d'eau « constituent à la fois des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques » (article R371-19, Code de l'Environnement).

Le mot corridor n'a donc pas le même sens pour un écologue du paysage et le législateur de la trame verte et bleue. La législation a en effet repris mais dû simplifier les principales notions écologiques afin d'avoir un cadre applicable sur tout le territoire. La notion de matrice, par exemple, n'apparaît pas dans la législation.

Au niveau européen, après le réseau écologique paneuropéen, l'Europe parle d'infrastructure verte « un réseau constitué de zones naturelles et semi-naturelles et d'autres éléments environnementaux faisant l'objet d'une planification stratégique, conçu et géré aux fins de la production d'une large gamme de services écosystémiques ». La notion est donc beaucoup plus large puisqu'elle a pour objectif la production de services écosystémiques.

Les articles scientifiques traitent des corridors au sens de l'écologie du paysage et n'apportent pas forcément une réponse directe aux politiques de gestion du territoire et de la biodiversité. La question des dimensions minimales pour qu'un corridor soit efficace n'a pour l'instant pas de réponse scientifique généralisable.

1. Au titre du livre III et du titre I<sup>er</sup> du livre IV du Code de l'Environnement (article L 371-1).

❶ Schématisation du paysage : a) en matrice/tache/corridor ; b) sous forme de mosaïque, chaque couleur correspondant à une occupation du sol.





📍 Installation d'une buse ronde sous une voie ferrée grande vitesse, afin de faciliter le passage des sangliers et chevreuils.

### ▶ La difficulté à juger de l'efficacité

Toute mesure de gestion ou politique publique doit être évaluée pour justifier de l'utilisation des fonds publics et pour adapter les actions en fonction de cette évaluation. L'évaluation dépend des objectifs affichés et se décompose selon quatre critères :

- pertinence : adaptation de la mesure aux enjeux ;
- cohérence des moyens avec les objectifs ;
- efficacité : analyse des résultats obtenus ;
- efficacité : appréciation des résultats en fonction des coûts mis en œuvre.

Juger de l'efficacité de la préservation d'un corridor peut donc considérer uniquement des modifications spatiales d'occupation du sol : le milieu est-il toujours à T+x années dans un état permettant de le considérer comme un corridor ? Dans une vision beaucoup plus ambitieuse, juger de l'efficacité d'un corridor pourrait définir s'il a permis le maintien ou l'augmentation des populations ou de la biodiversité.

Dans le cas de restauration de corridors (réalisations de passage à faune notamment – photo ②), c'est souvent la fréquentation par des animaux (majoritairement les vertébrés) qui est suivie. Cependant, ce suivi ne permet pas d'identifier l'effet de ces déplacements sur des paramètres démographiques (augmentation de taille de population) ou génétiques (apport d'allèles extérieurs à une population).

De leur côté, les chercheurs<sup>2</sup> ne sont pas dans une position d'évaluation. Ils sélectionnent plutôt des sites

2. Sauf cas particulier d'une étude scientifique accompagnant la mise en œuvre d'un corridor écologique.

présentant des corridors et des sites témoins pour comparer certains paramètres avec une puissance statistique suffisante. Le résultat scientifique vise à identifier si des espèces se déplacent mieux entre deux taches d'habitats reliées par un corridor que quand les taches sont isolées dans la matrice.

Dans le cas particulier de remise en transparence d'infrastructure, il est possible, si une connaissance préalable des populations (taille, démographie, mortalité sur la route, structure génétique...) existe ou est acquise avant la réalisation de l'ouvrage (état zéro), de mettre en place des protocoles de suivi qui permettront d'obtenir des résultats sur la démographie et la génétique des populations.

### Les synthèses bibliographiques sur l'efficacité des corridors

#### Pour les espèces et la biodiversité

Gilbert-Norton *et al.* (2010) ont analysé 78 expérimentations évaluant l'efficacité de corridors pour différentes espèces. Dans cette étude un corridor est un « morceau d'habitat étroit, linéaire ou non, qui connecte de plus grandes taches d'habitat et qui est entouré d'une matrice qui ne constitue pas un habitat » (Gilbert-Norton *et al.*, 2010).

L'analyse statistique montre de manière fortement significative que les corridors augmentent globalement de 50 % les déplacements des espèces entre taches d'habitat. Les corridors naturels montrent une meilleure efficacité que les corridors créés pour l'expérimentation. Tous les groupes – y compris les plantes – utilisent les corridors, mais l'effet est moins bien mesuré pour les oiseaux. Cette étude montre notamment l'utilisation par un grand nombre de taxons de corridors conçus pour un groupe d'espèces en particulier. Cependant près du quart des expérimentations montrent que les corridors sont moins utilisés que la matrice environnante pour les mouvements entre taches d'habitat. Les auteurs supposent que la matrice peut être un habitat ou être de même qualité que le corridor pour l'espèce considérée, ou bien que le grain de l'étude peut être non pertinent par rapport à l'échelle de perception par l'espèce de la matrice et du corridor.

Les résultats montrent que c'est l'action de mise en connexion qui augmente les mouvements et non la surface d'habitat ajoutée. Néanmoins, beaucoup d'études soulignent que pour les espèces à faible capacité de déplacement, le corridor doit pouvoir offrir des conditions d'habitat de taille suffisante pour l'espèce, les déplacements pouvant alors se faire sur plusieurs générations. Dans un contexte de forêt de production, Samsays *et al.* (2010) montrent que pour les papillons, un corridor prairial de moins de 50 m de large fonctionne uniquement comme un conduit et qu'il faut au moins 250 m pour qu'il soit un habitat. Toutefois les corridors étroits sont des corridors de déplacement efficaces.

Au-delà de l'influence sur les mouvements des organismes, les études analysées n'ont pas permis d'évaluer si les corridors avaient un effet sur la viabilité, la taille des populations ou la diversité. Aucune information statistiquement significative n'est trouvée sur les dimensions minimales pour définir un corridor efficace.

Si l'on s'intéresse à la restauration de continuité écologique au-dessus d'une infrastructure de transport par un écopont, des différences importantes existent entre les préconisations suisses (largeur minimale 25 m et largeur cible 45 m) et ce qui est réalisé en France (largeurs de 15 à 20 m). Le suivi des écoponts français (photo ③) montre leur fréquentation par les ongulés, petits carnivores, lagomorphes.... Mais les autres taxons font rarement l'objet de suivi.

### Pour l'adaptation des populations animales et végétales au changement climatique

Face aux premières observations de migration altitudinale ou longitudinale d'espèces – des arbres en France (Badeau *et al.*, 2010) ; des oiseaux et papillons en Europe (Devictor *et al.*, 2012) – l'intérêt porté au rôle des corridors pour permettre la migration des espèces vers des conditions d'habitats plus favorables est croissant.

Imbach *et al.* (2013) analysent le rôle de corridors à l'échelle de l'Amérique centrale (1 million de km<sup>2</sup>) pour permettre la migration des plantes dans le contexte du changement climatique depuis des espaces protégés et au travers d'un paysage fragmenté. La modélisation des rapidités de changement de climat et celle de la répartition des plantes en fonction de traits fonctionnels met en évidence que la contribution des corridors à la réduction de l'impact du changement climatique dépend du scénario climatique testé. L'effet des corridors est plus important pour les changements rapides de climat, dans les aires protégées de basse altitude et les espèces à fort potentiel de déplacement.

### Pour la production de services écosystémiques

Les services écosystémiques représentent les contributions directes et indirectes des écosystèmes au bien-être humain (Haines-Young et Potschin, 2010). Or, la détérioration des ressources naturelles affecte la durabilité de nos modes de vie et entraîne des pertes économiques et de bien-être substantielles.

Les corridors peuvent produire des services écosystémiques liés aux milieux qu'ils représentent (corridors boisés, haies, ripisylves, milieux humides, milieux ouverts...). Dans les zones agricoles, les corridors boisés ou les haies limitent l'érosion des sols, produisent de la biomasse (filère bois-énergie) et constituent des habitats pour les prédateurs des ravageurs des cultures, favorisant la lutte biologique. Le maintien et l'entretien des différentes composantes de la mosaïque paysagère participent aussi au stockage de carbone et à la qualité du paysage.

En milieu urbain, les trames vertes permettent l'amélioration du cadre de vie, rendent des services liés à la mobilité douce, aux espaces de promenade, aux lieux d'éducation à l'environnement, limitent le ruissellement des eaux de pluie, dépolluent et refroidissent localement l'air (Clergeau et Blanc, 2013).

Pour évaluer les services rendus par la Trame verte et bleue de Montréal, Dupras *et al.* (2013) ont listé les milieux présents dans la « ceinture verte » péri-urbaine et ont proposé une évaluation monétaire. La valeur économique totale du capital naturel de la Ceinture verte est chiffrée à 4,3 milliards de dollars par an pour neuf



© L. Bergès (Iristea)

③ Cet écopont permet le passage de la faune au-dessus de l'autoroute A7, au niveau du col du grand boeuf, dans la Drôme.

📍 **Détecteur thermique à faune (première installation de ce genre de dispositif en France) : quand un animal est détecté, un panneau de limitation de vitesse est activé pour éviter les collisions (corridor écologique de la plaine du Grésivaudan dans l'Isère).**



© S. Vanpeene Bruiter (Irstea)

▶ services écosystémiques (Dupras *et al.*, 2013). Les trois quarts de cette valeur totale correspondent aux services de régulation du climat, de loisirs et tourisme et d'habitat pour la biodiversité. Les autres services mis en avant sont l'approvisionnement en eau, la régulation des crues et la prévention des inondations, la pollinisation et le contrôle de l'érosion.

La connectivité est identifiée comme un enjeu majeur pour permettre le bon fonctionnement d'un certain nombre de processus au sein des écosystèmes. La littérature scientifique indique que le changement dans la connectivité du paysage est susceptible d'avoir des effets importants sur la fourniture de services écosystémiques, notamment des effets négatifs de la perte de connectivité sur la pollinisation, la lutte contre les ravageurs, la régulation des inondations ou l'approvisionnement en nourriture (Mitchell *et al.*, 2013). Les effets de la connectivité des paysages sur la fourniture de services écosystémiques peuvent être :

- directs : la connectivité contrôle les flux biotiques et abiotiques et affecte donc le mouvement des organismes et de la matière ;
- indirects : la connectivité influe sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes.

Cependant, peu d'études ont abordé la question spécifique du rôle des corridors en tant que tels sur les services écosystémiques.

Samsays *et al.* (2010) montrent l'importance des réseaux écologiques dans la fourniture de services écosystémiques à différentes échelles spatiales (conservation de la biodiversité tout en assurant une production de bois).

### Profiter de la mise en œuvre de la TVB pour mieux évaluer l'efficacité des corridors

Les études scientifiques n'apportent pas les réponses attendues par les décideurs et les aménageurs, mais les requalifications réalisées par des aménageurs n'ont que peu fait avancer le retour d'expérience sur les remises en transparence. En effet, quand elles sont suivies, ce n'est souvent que sur la fréquentation du passage créé et sans résultats sur leur efficacité à maintenir les populations ou les flux de gènes.

La mise en œuvre de la Trame verte et bleue sera l'occasion de poursuivre la requalification d'infrastructures pour favoriser le déplacement des espèces. Il apparaît indispensable d'organiser une collaboration entre acteurs de la recherche et de l'aménagement du territoire pour être en capacité de mettre en place des suivis permettant d'évaluer l'efficacité de ces opérations et d'en tirer un retour d'expérience scientifiquement établi améliorant nos connaissances et pratiques. Les outils génétiques peuvent fournir des éléments à moyen terme pour évaluer l'efficacité des reconnections (plus rapide et plus

facile à mesurer que l'effet de la fragmentation) (Manel et Holderegger, 2013). Décrypter l'ADN d'individus permet de mesurer une distance génétique entre individus ou populations et d'estimer la dispersion ayant donné lieu à une reproduction. Ceci permet donc de mesurer la connectivité fonctionnelle d'un paysage ou la réalité effective d'une remise en connexion de populations.

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie a conduit une réflexion sur l'utilisation des outils génétiques pour évaluer l'efficacité de la Trame verte et bleue (Sordello *et al.*, 2012). Les propositions d'actions de suivi insistent sur la nécessité d'un état T0 et d'un suivi X années plus tard selon les espèces et leur temps de génération.

### Conclusion

Les connaissances scientifiques relatives aux conditions nécessaires pour qu'un corridor soit efficace ne sont pas suffisantes pour pouvoir conseiller le décideur (élu qui aura à modifier son plan local d'urbanisme, aménageur qui veut planifier une reconnexion de corridor). Il est donc fondamental que ces deux mondes se retrouvent enfin autour de projets concrets d'aménagement qui pourront servir de terrains d'études aux scientifiques. Pour cela, des anticipations sont nécessaires pour monter des programmes de recherche et collaborations permettant de définir des protocoles et de réaliser des états initiaux (avant restauration).

Des appels d'offre de recherche comme ITTECOP (Infrastructures de transports terrestres, écosystèmes et paysages) ou MEDDE/DEB (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie/Direction de l'Eau et de la Biodiversité) « Rétablissement des continuités écologiques » peuvent être l'occasion de ces rapprochements. ■

### Les auteurs

#### Sylvie VANPEENE-BRUHIER et Chloé BOURDIL

Irstea – UR EMAX  
Écosystèmes méditerranéens et risques  
3275 Route de Cézanne – CS 40061  
F-13182 Aix-en-Provence Cedex 5 – France  
✉ [sylvie.vanpeene@irstea.fr](mailto:sylvie.vanpeene@irstea.fr)  
✉ [chloe.bourdil@irstea.fr](mailto:chloe.bourdil@irstea.fr)

#### Jennifer AMSALLEM

Irstea – UMR TETIS  
Territoires, environnement, télédétection  
et information spatiale  
361 rue J.F. Breton – BP 5095  
F-34196 Montpellier Cedex 5 – France  
✉ [jennifer.amsallem@irstea.fr](mailto:jennifer.amsallem@irstea.fr)

### EN SAVOIR PLUS...

- ✉ **BAUDRY, J., JOUIN, A.**, 2003, *De la haie au bocage : organisation, fonctionnement et gestion*, Paris, ministère de l'Écologie et du Développement durable, INRA Éditions, 435 p.
- ✉ **BADEAU, V., DUPOUEY, J.-L., CLUZEAU, C.**, 2010, Climate change and the biogeography of French tree species: first result and perspectives, in : **LOUSTEAU, D.**, *Forests, carbon cycle and climate change*, Éditions Quae, c/o INRA, Versailles, France, p.231-252.
- ✉ **CLERGEAU, P., BLANC, N. (EDS)**, *Trames vertes urbaines. De la recherche scientifique au projet urbain*, Paris, Éditions du Moniteur.
- ✉ **DEVICTOR, V., VAN SWAAY, C., BRERETON, T., BROTONS, L., CHAMBERLAIN, D., HELIÖLÄ, J., HERRANDO, S., JULLIARD, R., KUUSSAARI, M., LINDSTRÖM, Å., REIF, J., ROY, D.B., SCHWEIGER, O., SETTELE, J., STEFANESCU, C., VAN STRIEN, A., VAN TURNHOUT, C., VERMOUZEK, Z., WALLISDEVRIES, M., WYNHOFF, I., JIGUET, F.**, 2012, Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale, *Nature Climate Change*, n° 2, p. 121-124.
- ✉ **DUPRAS, J., MICHAUD, C., CHARRON, I., MAYRAND, K., REVERET, J.**, 2013, *Le capital écologique du Grand Montréal : une évaluation économique de la biodiversité et des écosystèmes de la Ceinture verte*, Fondation David Suzuki et Nature-Action Québec.
- ✉ **FORMAN, R.T.T., GODRON, M.**, 1986, *Landscape Ecology*, John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, USA.
- ✉ **GILBERT-NORTON, L., WILSON, R., STEVENS, J., BEARD, K.**, 2010, A meta-analysis review of corridor effectiveness, *Conservation Biology*, n° 24 (3), p. 660-668.
- ✉ **HAINES-YOUNG, R., POTSCHIN, M.**, 2010, The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being, in : **RAFFAELLI, FRID (eds.)**, *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*, Cambridge University Press, British Ecological Society, p. 110-139.
- ✉ **IMBACH, P., LOCATELLI, B., MOLINA, L., CIAIS, P., LEADLEY, P.**, 2013, Climate change and plant dispersal along corridors in fragmented landscapes of Mesoamerica, *Ecology and Evolution*, n° 3 (9), p. 2917-2932.
- ✉ **MANEL, S., HOLDEREGGER, R.**, 2013, Ten years of landscape genetics, *Trends in Ecology and Evolution*, n° 28 (10), p. 614-621.
- ✉ **MITCHELL, M.G.E., BENNETT, E.M., GONZALES, A.**, 2013, Linking landscape connectivity and ecosystem service provision: Current knowledge and research gaps, *Ecosystems*, n° 16, p. 894-908.
- ✉ **SAMWAYS, M.J., BAZELET, C.S., PRYKE, J.S.**, 2010, Provision of ecosystem services by large scale corridors and ecological networks, *Biodiversity and Conservation*, n° 19, p. 2949-2962.
- ✉ **SORDELLO, R., AMSALLEM, J., DUBUS, V.**, 2012, *Trame verte et bleue suivie et évaluation : quelle faisabilité d'utiliser l'outil génétique*, MNHN-SPN Paris, UMR Tetis Montpellier, 35 p.  
Disponible sur <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/quelle-faisabilite-utiliser-outil-genetique-pour-suivi> (consulté le 3 mars 2014).