

La connectivité comme exemple d'interface recherche – gestion

F. Laroche, UMR 1201 Dynafor, INRAE

November 19, 2021

Restaurer, maintenir et renforcer la connectivité des habitats est devenu un objectif central pour la conservation de la biodiversité (cf. Stratégie Nationale pour la Biodiversité; objectif 5). Cette notion de connectivité est par ailleurs un concept scientifique de l'écologie du paysage travaillé depuis plus de 20 ans par la communauté scientifique internationale. La présente intervention se propose de décrire ce concept de connectivité comme une interface pour mettre en lumière certains types d'échange de savoirs et savoirs-faire entre la communauté scientifique et les acteurs opérationnels de la conservation, dont en particulier les conservatoires des espaces naturels (CEN).

On s'appuie sur la définition de la connectivité fournie par la synthèse conceptuelle de Tischendorf & Fahrig (2000), qui présente la connectivité comme une quantification de l' "effet plus ou moins facilitateur du paysage sur le mouvement d'une espèce en son sein". La connectivité résulte d'une interaction entre les caractéristiques de l'espèce considérée (préférence d'habitat, capacités de déplacement dans les différents milieux) et les caractéristiques du paysage. Pour un paysage donné, il convient donc de parler de connectivités, variables suivant les groupes taxonomiques considérés.

La connectivité d'un paysage pour une espèce peut être augmentée par deux leviers : (i) la densification de son habitat par la création de nouvelles tâches; (ii) l'accroissement de la perméabilité du paysage entre les habitats par la création de corridors écologiques et d'infrastructures facilitatrices (par exemple les passages à faune). La sphère de la recherche peut accompagner les acteurs opérationnels à appréhender cette notion de connectivité et à l'intégrer dans la mise en oeuvre de leurs stratégies de conservation en agissant à deux niveaux :

- en clarifiant les bénéfices et les risques associés à une hausse des connectivités;
- en fournissant des outils de quantification de ces connectivités qui permettent de dresser un bilan sur des réseaux de sites protégés en place et la prédiction de l'effet de mesures d'amélioration, notamment dans une logique de compromis avec d'autres critères de gestion tels que la qualité des habitats.

1 Motivations conceptuelles : bénéfices et risques associés à une hausse des connectivité

Selon la taille du paysage considéré, la connectivité peut être associée à la viabilité d'une espèce cible par plusieurs mécanismes. Si le paysage est comparable au domaine vital d'un individu, la connectivité permet un accès moins coûteux à une plus grande quantité de ressources pour les individus, ce qui peut augmenter leur survie et leur reproduction et, par voie de conséquence,

la viabilité des populations. Si le paysage est sensiblement plus grand qu'un domaine vital d'individu, le cadre théorique des métapopulations permet de mettre en lumière l'importance de la connectivité (Hanski & Gilpin XXXX). Pour des espèces amenées à recoloniser fréquemment de nouveaux habitats, ce cadre a permis de mettre en évidence une notion de seuil d'extinction associé à la perte de connectivité : si l'habitat devient trop peu abondant ou la matrice paysagère trop dure à franchir, l'espèce cible s'effondre à l'échelle du paysage car le processus de colonisation est insuffisant. A cette échelle, la connectivité permet également un maintien de la diversité génétique au sein des populations, et un déplacement des individus en fonction des changements climatiques et paysagers.

D'un point de vue autécologique (i.e. centré sur les populations d'une espèce), la connectivité présente donc des bénéfices clairs élicités par les théories écologiques et démontrés dans les études empiriques. Cependant, ce bénéfice est à nuancer quand plusieurs espèces avec des interactions antagonistes entre elles (compétition, prédation) connaissent une hausse de leur connectivité. En effet, les espèces sont mises en présence les unes des autres partout, les interactions antagonistes peuvent devenir ubiquistes et mener à une érosion de la coexistence des espèces à l'échelle paysagère. Des cadres théoriques très différents tels que les modèles sources-puits (Mouquet & Loreau 2003) ou la théorie neutre de la biodiversité (Economo & Keitt 2008) produisent des conclusions très similaires sur ce point, suggérant que cet attendu est théoriquement robuste au sens de Levins (XXXX). Plusieurs expérimentations de manipulation en mésocosme ont permis de reproduire ce phénomène pour certains segments de biodiversité (par exemple Staddon 2010).

Cet équilibre entre les bénéfices autécologiques et les risques à l'échelle de la communauté écologique a été pleinement intégré dans la formulation de l'objectif 5 de la SNB cité plus haut, qui alerte notamment sur l'effet potentiellement contre-productif de la connectivité associée à la dissémination d'espèces exotiques envahissantes.

2 Outils de mise en oeuvre

De nombreux outils issus de la communauté scientifique permettent aujourd'hui de produire des mesures de contributions de tâche d'habitat à la connectivité (par exemple GraphHab[Foltête, XXXX] ou Conefor Sensinode[XXX]) et de quantifier des flux potentiels d'individus dans l'espace en intégrant des résistances contrastées des différentes couvertures du sol (par exemple CircuitScape, méthodes de moindre coût). Ces outils permettent en théorie d'évaluer si le déploiement d'un réseau de sites protégés contribue à préserver la connectivité pour une espèce cible au sein d'un paysage. Dans cette veine, Saura et Pascual Hortal (2008) avaient par exemple montré que le réseau Natura 2000 en Catalogne contribuait peu au maintien de la connectivité de l'habitat de l'autour des palombes. Néanmoins, il convient de souligner les difficultés pratiques et théoriques associés à ces outils. Sur le plan pratique tout d'abord, ces outils impliquent de calibrer convenablement :

- ce qui constitue de l'habitat au sein du paysage et sa distribution spatiale;
- les distances de dispersion pour l'espèce considérée
- la résistance des différents milieux au déplacement de l'espèce cible.

La recherche peut contribuer à documenter ces trois points mais au prix d'un effort considérable. Concernant l'habitat, on peut par exemple évoquer la thèse de Nicolas Gouix (CEN Occitanie) qui a permis une meilleure caractérisation des cavités de troncs constituant un habitat pour le taupin violacé (liste rouge IUCN) en forêt de Grésigne. Combiné à un effort de recherche européen sur une base de plus de 100000 arbres qui permet de prédire dans quelles

conditions ces cavités peuvent se former sur les arbres, ce travail permet d’espérer dresser une carte d’habitat écologiquement fondée pour le taupin violacé et plus généralement les espèces spécialistes des cavités basses de tronc. Ce travail est actuellement en cours sur la Grésigne dans le cadre du projet ANR BloBiForM au sein duquel des agents du CEN échangent avec des équipes de recherches.

Concernant la quantification de la résistance des milieux, les méthodes le plus abouties consistent en l’utilisation des principes de la génétique des paysages : les résistances des différents milieux sont déterminées de façon indirecte, et recherchant les valeurs qui permettent d’expliquer au mieux la différenciation génétique entre les individus ou les populations de l’espèce cible. On pourra à ce titre citer les travaux de thèse de A. Villemey (Villemey, 2008) sur la dispersion de myrtil, qui a par exemple approtté des éléments sur le caractère potentiellement barrière des éléments boisés pour son déplacement dans le paysage.

Enfin la quantification des distances de dispersion pose également des problèmes de calibration. Il existe de nombreuses méthodes pour quantifier les distances de dispersion : télémétrie, mesures physiologiques, étude de la structure spatiale des distributions d’espèces, différenciation génétique des populations dans l’espace, capture-marquage-recapture etc. Ces méthodes ne mesurent pas exactement les mêmes processus, ne se focalisent pas sur les mêmes échelles et donne parfois des résultats difficile à concilier entre elles (cf la controverse récente en biologie de la conservation sur l’importance de la connectivité en forêt; Komonen & Müller 2019, Ranius et al. 2019). Mais cette question de quantification de la dispersion pose également un problème conceptuel, celui de la plasticité : la dispersion d’une espèce n’est pas une quantité absolue, mais dépend du paysage dans lequel elle se trouve. Ce n’est donc pas une valeur de distance de dispersion qu’il faudrait documenter pour chaque espèce mais bien une fonction de la structure du paysage. Ce phénomène de plasticité a bien été montré par A. Laforge (thèse CIFRE avec le CEN Occitanie; Laforge 2021) pour les chiroptères : une même espèce peut accroître son déplacement et son domaine vital dans des paysages plus homogène, pour satisfaire l’ensemble de ses besoins.

Pour une espèce, ou un groupe resserré d’espèce, la quantité d’information à accumuler afin de prédire convenablement la connectivité d’un paysage est considérable, ce qui pose question quand à sa mise en oeuvre opérationnelle, surtout si les ambitions sont à termes multitaxonomiques. En laissant de côté pour le moment la question des interactions mentionnée en section 1, une voie de progression vers le multi-taxonomique est peut être de monter en abstraction en ne cherchant pas à calibrer les processus de dispersion et la résistance des milieux finement pour chaque espèce, mais en explorant plutôt des gradients de valeurs théoriques pour évaluer la sensibilité des trames d’habitats et en appliquant des paramétrisations conservatives permettant de prendre des décisions vraisemblablement bénéfiques au plus grand nombre d’entre elles. Ce type d’usage des outils de connectivités nécessite probablement de la formation des acteurs opérationnels à leur mise en oeuvre numérique de ces approches. Un autre axe de progression sur la calibration de la dispersion des espèces dans ces outils est de gagner en efficacité sur les mesures de dispersion de terrain, notamment en déployant des échantillonnages permettant de traiter un grand nombre d’espèces simultanément. C’est notamment la tentative actuellement en cours dans le projet BloBiForM qui bénéficie pour cela de l’appui du CEN Occitanie sur l’identifications de sites (N. Gouix), l’acquisition rapides de données avec ensilage en temps réel sur base de données (ODK; H. Norel), le développement de méthodes de détection par ADN environnemental (échantillons pilotes fournis par N. Gouix) etc. En retour le projet teste des structures d’échantillonnage spatial innovante (fractals) et des méthodes d’inférences de la dispersion tenant compte des interactions entre espèces. Ce type d’échanges scientifiques et techniques sont notoirement facilités par le fait que certains agents CEN ont une formation par la recherche et sont titulaires d’un doctorat.

3 En résumé

Ce que la recherche apporte aux CEN sur la connectivité :

- une typologie des bénéfices et des risques liés à la connectivité, fondé sur des théories écologiques;
- des outils d'aide à la décision, malheureusement coûteux à calibrer surtout en multi-taxonomique;
- de la formation initiale à ces outils à travers les thèses des agents CEN et les thèse CIFRE en co-encadrement
- des innovations méthodologiques pour contourner les écueils du multitaxonomique (étude de sensibilité, paramétrisation conservatives, échantillonnage fractal)
- ce qu'ils pourraient apporter plus : de la formation continue.

Ce que les CEN apportent à la recherche :

- un réseau de site pérenne qui peut permettre de dégager des situations contrastées en termes de connectivité et ainsi recréer un contexte semi-expérimental (par exemple de type Before-After-Control-Impact ou BACI) permettant de tester par du suivi temporel les effets prédits par les outils d'analyse de la connectivité sur la biodiversité ; c'est un besoin fort côté recherche car les études sur la connectivité en contexte grandeur nature sont majoritairement ponctuelles synchroniques et elles fournissent des validation faibles);
- des outils et méthodologies pour l'acquisition massive de données de terrain, une contribution précieuse pour des analyses spatiales multitaxonomiques;
- des personnels formés par la recherche capables de faire du transfert et d'opérationnaliser les produits de la recherche et également d'aider les chercheurs et chercheuses à identifier des systèmes et des sites permettant de tester les effets de la connectivité;