

# Comment modéliser les connectivités écologiques pour les chauves-souris ?

*Une étude à application directe sur le terrain, pour identifier, protéger ou restaurer les corridors autour des colonies.*

Par **David PINAUD** (david.pinaud@cebc.cnrs.fr)  
**Fabien CLAIREAU**  
**Maxime LEUCHTMANN**  
**Christian KERBIRIOU**



## Résumé

1. La fragmentation des habitats et l'isolement résultant des activités humaines ont été reconnues comme une grande menace pour les populations. Évaluer la connectivité paysagère pour identifier et protéger les corridors devient alors un défi crucial en écologie appliquée et en conservation.

2. La modélisation par les Chemins de Moindre Coût (LCP) est une approche très utilisée pour évaluer la connectivité. Cependant, plusieurs études ont pointé l'importance du choix des paramètres affectant les mouvements (qui doivent correspondre à une réalité biologique mesurée sur le terrain), ainsi que le besoin de valider le modèle de connectivité avec un jeu de données indépendant.

3. Nous proposons ici un modèle de connectivité fonctionnelle pour le Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*. Une analyse par LCP est paramétrée avec des données empiriques et quantitatives en lien avec le déplacement des rhinolophes près des éléments fixes du

paysage. Ce modèle a été ensuite validé avec deux jeux de données indépendants, un au niveau individuel avec du radio-pistage et l'autre au niveau populationnel avec des données acoustiques.

4. En définissant la résistance sur le terrain, nous trouvons que la probabilité de franchir une discontinuité dans une haie est plus importante quand la trouée est inférieure à 38m, et diminue fortement quand cette distance dépasse 50m. Le modèle LCP est validé par les deux jeux de données : les probabilités de présence des rhinolophes mesurées par l'acoustique et par le radio-pistage sont plus importantes dans les zones où le coût accumulé de déplacement est significativement plus faible.

**Synthèse et applications.** Selon nos résultats, une distance de trouée maximale de 38m (pas plus que 50m) est recommandée entre les éléments fixes du paysage autour de colonies de mise-bas de Grand Rhinolophe. Cette approche quantitative permet une application de conservation concrète sur le terrain, transférable à d'autres espèces sensibles à la perte de connectivité, comme les chiroptères. À condition qu'elle soit paramétrée correctement, cette modélisation peut aider à restaurer les connectivités et évaluer les mesures de conservation visant les continuités écologiques.



## Introduction

La fragmentation des habitats et l'isolation résultant des activités humaines ont été reconnues comme une grande menace pour les populations, y compris pour les Chiroptères. Évaluer la connectivité paysagère pour identifier et protéger les corridors devient alors un défi crucial en écologie appliquée et en conservation. Devant les enjeux de disparition et de fragmentation des habitats et la mise en place de la Trame Verte et Bleue (TVB), il est important que les mesures de protection proposées (par exemple l'identification et la protection de corridors) aient une réalité écologique afin d'avoir les meilleures chances de réussite. En se focalisant sur ces problèmes, notre étude propose un modèle de connectivité fonctionnelle pour une colonie de parturition de Grand Rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* en Charente-Maritime (Aquitaine). Cette espèce est réputée très sensible à la perte de connectivité et est souvent choisie comme indicateur dans les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique (SRCE).

Nous avons eu recours à des outils de modélisations pour :

(1) évaluer si la probabilité de franchissement d'une trouée dépendait de sa largeur (Modèle linéaire mixte GLMM). Cette évaluation a permis de définir un paramètre de friction au sein du paysage ;

(2) prédire le degré de connectivité des paysages et ainsi visualiser les corridors potentiels (méthodes des Chemins de Moindre Coût (LCP = Least Cost Path)) basés sur une carte de résistance élaborée à partir des paramètres de friction estimés préalablement.

L'approche des Chemins de Moindre Coût est très largement utilisée pour évaluer la connectivité et tracer des corridors. À partir d'une carte représentant les coûts

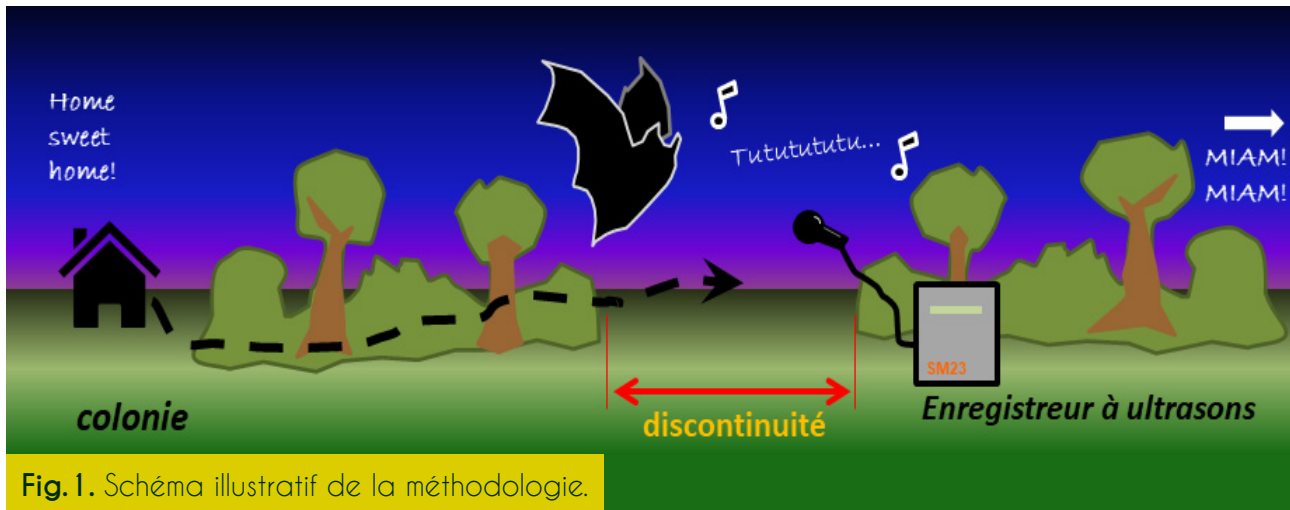


Fig. 1. Schéma illustratif de la méthodologie.

de déplacements (résistance) pour chaque unité d'habitat, la modélisation permet de tracer les chemins les plus probables, dans le cas d'une approche LCP, ceux qui minimisent les coûts cumulés entre un point de départ et un point d'arrivée. Malgré sa large utilisation, la mise en application de cette méthode souffre bien souvent de plusieurs défauts :

- le choix des paramètres affectant les mouvements (valeurs des coefficients de friction) doit correspondre dans l'idéal à une réalité biologique mesurée sur le terrain. Malheureusement, ces valeurs sont difficiles à mesurer et sont bien souvent données à dire d'expert, faute de mieux ;
- il est aussi important de valider le modèle de connectivité avec un jeu de données indépendant afin d'évaluer sa réalité biologique, ce qui nécessite alors un effort d'échantillonnage supplémentaire rarement mis en œuvre.

## Méthodes et résultats

Pour remédier à ces défauts habituels, nous avons développé une analyse par LCP cette fois-ci paramétrée à partir de données empiriques et quantitatives en lien avec le déplacement réel des rhinolophes près des éléments fixes du paysage (les haies).

Ce modèle a été ensuite validé avec deux jeux de données indépendants, un au niveau individuel avec du radio-pistage et l'autre au niveau populationnel avec des données acoustiques.

### Définition empirique de la friction

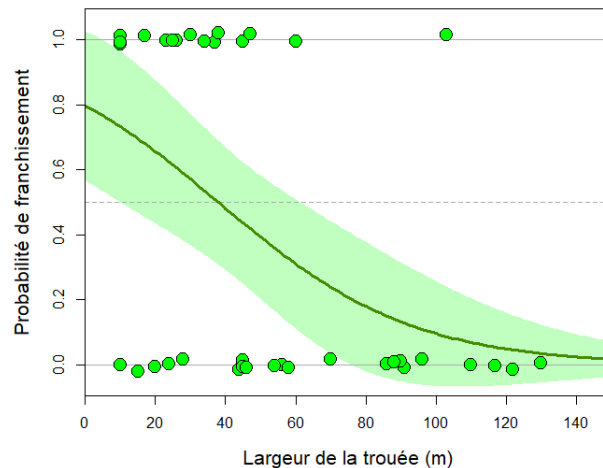
Pour définir biologiquement la résistance sur le terrain, des enregistreurs automatiques ont été placés dans des haies discontinues (à l'extrémité de la trouée), dans un rayon de 1.5 km autour de la colonie, en plaçant le micro derrière la trouée par rapport à la colonie (**Figure 1**).

Si un Grand Rhinolophe est contacté par l'enregistreur en début de nuit (en période de transit 22:00 – 23:00), nous faisons l'hypothèse que la discontinuité (d'une certaine largeur) a été franchie. En plaçant judicieusement les enregistreurs, on peut balayer une gamme de largeur de trouée (ici allant de 10 à 130 m) et étudier les probabilités de franchissement d'une discontinuité dans un corridor en fonction de la largeur de cette trouée. Les résultats montrent que la probabilité de franchir une discontinuité dans une haie est plus importante quand la trouée est inférieure à 38 m, et diminue fortement quand cette distance dépasse 50 m (**Figure 2**). À partir

de ces résultats, il est possible de définir des distances maximales entre les haies à appliquer directement sur le terrain pour favoriser le déplacement des Grands Rhinolopes et préserver ou recréer des corridors favorables.

### Application à un modèle de connectivité

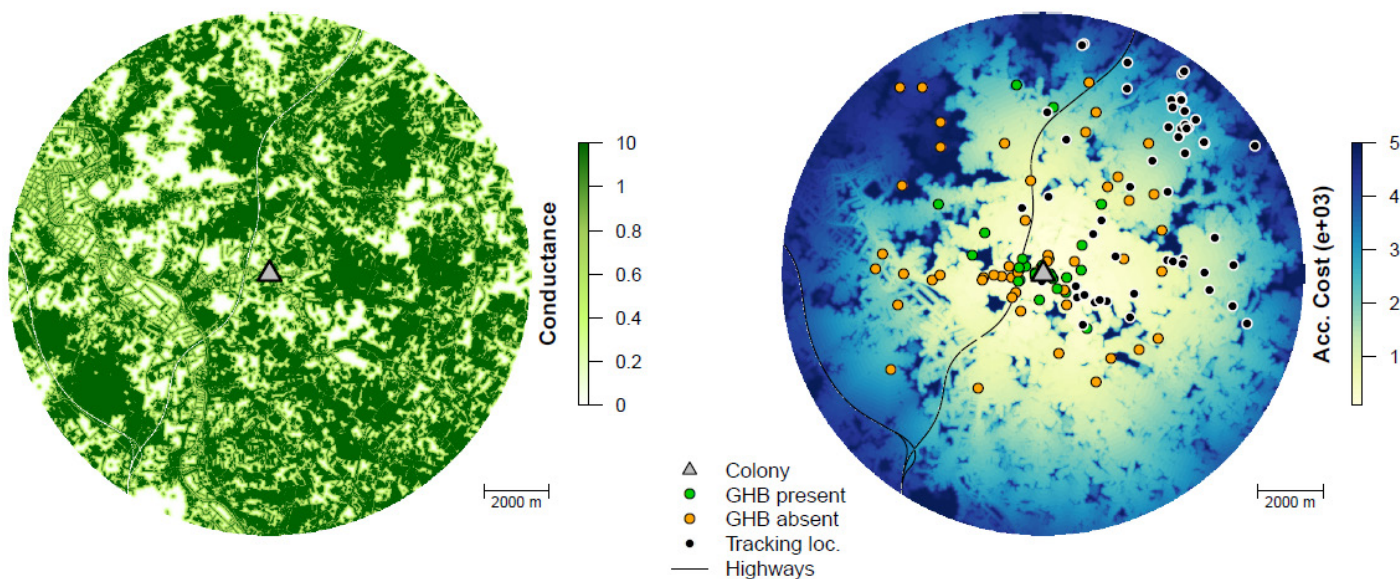
À partir de cette quantification de la résistance sur le terrain, un modèle de coût cumulé est appliqué à partir de la colonie. Pour cela, tous les éléments favorables aux déplacements (éléments fixes du paysage : haies, bois, vignes et zones de village) sont d'abord numérisés dans un rayon de 8 km autour de la colonie. Ensuite, la distance à ces éléments est calculée avec un Système d'Information Géographique (SIG) à laquelle la fonction donnant la probabilité de trouver un Grand Rhinolope en transit est appliquée en fonction de la distance à un élément fixe (définie à l'étape précédente, courbe **figure 2**). Les probabilités sont standardisées de 0 à 1 et un coefficient de 10 est appliqué aux éléments fixes



**Fig. 2.** Modélisation de la probabilité de franchissement d'une trouée en fonction de sa largeur.

du paysage, pour donner la matrice de perméabilité (= conductance = inverse de la matrice de résistance), élément de base pour modéliser la connectivité (**Figure 3**, à gauche).

Enfin, une analyse de chemin de moindre coût est appliquée à partir de la colonie, pour obtenir le coût cumulé à partir de la colonie (le point de départ) pour chaque cellule de la carte (**Fig 3**, à droite), chaque cellule étant considérée comme un point d'arrivée.



**Fig. 3.** Conductance (gauche) et surface de coût accumulé (droite, échelle de couleur d'après quantiles) estimées pour la colonie.

## Validation du modèle de connectivité

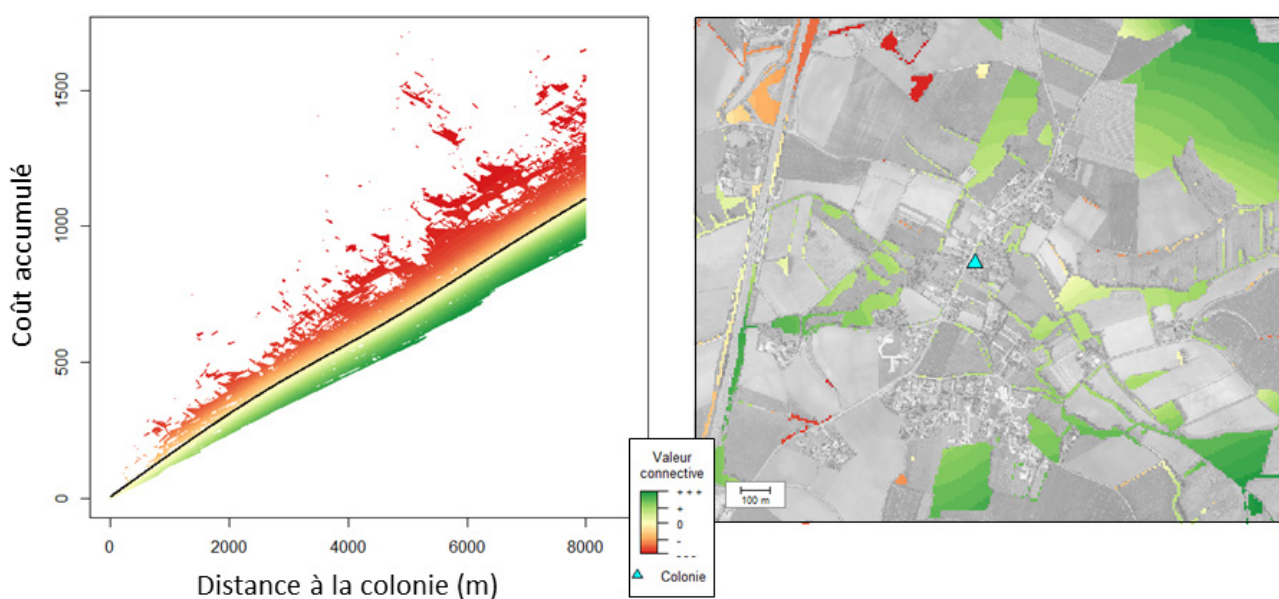
Le modèle de connectivité a été confronté à deux jeux de données indépendants : un suivi acoustique passif sur 75 points dans un rayon de 8 km autour de la colonie ; et le suivi par radiopistage de 8 femelles allaitantes se reproduisant dans la colonie. Le modèle LCP est validé par les deux jeux de données : les présences des rhinolophes mesurées par l'acoustique et par le radiopistage sont plus importantes dans les zones où le coût accumulé de déplacement est significativement plus faible.

## Application pour la conservation

Selon nos résultats, une distance de trouée inférieure à 38 m (grand maximum de 50 m) est recommandée entre les éléments fixes du paysage autour de colonies de mise-bas de Grand Rhinolophe. Au-delà de 50 m, les probabilités de passage étaient très faibles. Ces valeurs limites peuvent aider concrètement les gestionnaires lorsqu'il s'agit d'évaluer ou de replanter des haies par exemple, en travaillant sur les largeurs de trouées.

Une autre application est la production d'une carte résumant la valeur connective des haies pour une colonie donnée. En effet, on peut qualifier chaque haie selon la distance à la colonie et le coût cumulé calculé selon le modèle de connectivité. À une distance donnée de la colonie, on peut calculer le coût cumulé moyen et une haie peut avoir une valeur de coût cumulé plus forte ou plus faible que cette moyenne, correspondant respectivement à une mauvaise et une meilleure connexion à la colonie (**Figure 4**). Cette valeur connective relative peut être transposée sur une carte pour disposer d'un outil de protection des haies à forte valeur connective (en vert sur la carte), ou d'orientation de plantations pour reconnecter à la colonie les éléments isolés (en rouge).

Cette approche quantitative permet une application de conservation concrète sur le terrain, transférable à d'autres espèces sensibles à la perte de connectivité. À condition qu'elle soit paramétrée correctement, cette modélisation peut aider à restaurer les connectivités et évaluer les mesures de conservation visant les continuités écologiques.



**Fig. 4.** Valeurs relatives de connectivité pour des éléments connectant (haies, bois) dans le voisinage de la colonie d'Annepont.



## Remerciements

Remerciements chaleureux aux nombreuses personnes impliquées dans le travail de terrain : Nais Aubouin, Emilien Jomat, Jean-Baptiste Pons, Ondine Filippi-Codaccioni, Alice Chéron, Matthieu Dorfiac, Sabrina Maiano, Marius Ruchon, Anthony Le Guen, Olivier Roques, Jérémy Dechartre, Rémi Jaouen, Gaëlle Kania... ainsi qu'à la mairie d'Annepont.

Soutien financier : Programme ECONAT Région Poitou-Charentes CPER 2015-2020 et la Fondation LISEA Biodiversité.

## Pour citer cet article :

**PINAUD, D., F. CLAIREAU, M. LEUCHTMANN & C. KERBIRIOU. 2018.**

Comment modéliser les connectivités écologiques pour les chauves-souris ?

Une étude à application directe sur le terrain, pour identifier, protéger ou restaurer les corridors autour des colonies.

*Plume de Naturalistes* 2 : 125-130.

ISSN 2607-0510

Pour télécharger tous les articles de *Plume de Naturalistes*:

[www.plume-de-naturalistes.fr](http://www.plume-de-naturalistes.fr)