

Utilisation individuelle des passages à faune par les micromammifères : quel brassage génétique en attendre ?

Les infrastructures linéaires de transport, telles que les routes et les autoroutes, créent des barrières qui entravent la circulation des espèces animales et limitent les brassages génétiques essentiels au maintien durable des populations. Des passages à faune sont construits pour rétablir les échanges d'individus, mais leur efficacité pour les micromammifères n'est pas connue. Dans cet article, un protocole de capture-marquage-recapture mené sur le mulot sylvestre et le campagnol des champs met en évidence une restauration partielle des continuités écologiques par les passages à faune. Des pistes d'amélioration des structures sont proposées pour augmenter la probabilité de dispersion d'un côté à l'autre de la route, et au-delà, la survie à long terme des populations.

Contexte

La destruction des habitats par les aménagements anthropiques et l'agriculture intensive seraient les premières causes du déclin actuel du vivant. Ensemble, elles ont créé de grandes plaines agricoles où le nombre d'habitats est faible, de même que la biodiversité et où de plus, le maillage routier est dense. Ce dernier, barrière aux déplacements des espèces animales et source de collisions, fragmente aussi les paysages. Pourtant, la route apporte aussi de nouveaux habitats telles les dépendances vertes routières, participant au maintien des populations dans ces paysages anthropisés. Les abondances de micromammifères agraires (mulot, campagnol, hamster...) peuvent même être plus élevées dans les dépendances vertes que dans les autres éléments de ces paysages dédiés à l'agriculture intensive (Jumeau *et al.*, 2017).

La situation est paradoxale, car les populations de micromammifères de ces deux habitats pourtant très rapprochés, peuvent ne pas être connectés. En effet, la route inhibe fortement les traversées de micromammifères, plus qu'une barrière naturelle. En conséquence, le manque d'échanges d'individus, c'est-à-dire de flux génétiques, peut induire une diminution de la diversité génétique et mettre en péril le maintien des populations, même chez les micromammifères à la reproduction explosive. Or, l'extinction des micromammifères

peut avoir des conséquences graves de par leur rôle majeur dans le maintien des écosystèmes agraires et dans les régulations des invertébrés ravageurs des cultures agricoles.

Des passages à faune sont construits pour rétablir les échanges d'individus. Il s'agit de ponts ou de tunnels munis de mesures de guidage, dédiés à la traversée des voies par la faune, en toute sécurité et sans altérer le trafic. Leur dimension est adaptée aux espèces cibles et on parle ainsi de passage « grande faune » et de passage « petite faune », ces derniers étant de taille réduite. Pour estimer leur efficacité, des suivis sont réalisés, le plus souvent à l'aide de pièges photographiques. Cependant, les suivis se focalisent rarement sur les micromammifères et ces appareils sont peu adaptés à la petite taille de ces animaux véloces. Les suivis consistent aussi généralement à une estimation de l'utilisation du passage (nombre de clichés et d'espèces), mais pas au niveau individuel (difficulté de distinguer deux individus sur des photos). Ainsi, le nombre réel d'individus empruntant un passage à faune est méconnu, de même que la quantification des flux génétiques par le nombre d'individus dispersants.

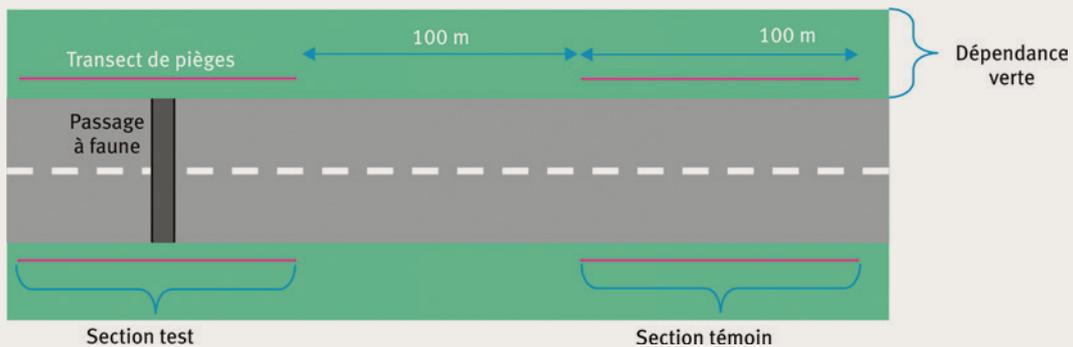
Enfin, la garantie de flux génétiques suffisant n'est pas le seul prérequis d'efficacité des passages à faune. Ces derniers sont considérés efficaces s'ils restaurent l'ensemble des processus écologiques (Clevenger, 2005). Il



❶ Un des passages à faune de la RD 451 lors de la plantation de la haie de guidage. Cette dernière est située en arrière du mur de guidage mais quelques plants font la jonction entre le mur et la haie.

© J. Jumeau

❶ Protocole expérimental. Les micromammifères étaient capturés sur des sections routières avec et sans passage à faune (8 en tout), à raison de 7 sessions de 4 jours de capture consécutifs.



faut donc aussi étudier leur effet sur les caractéristiques des populations. Ce type d'étude peut être réalisé sur des sections routières munies ou non d'un passage à faune, celles sans ouvrage servant de témoin.

Objectifs et méthodes

Les objectifs étaient :

- examiner l'influence des passages à faune sur les caractéristiques populationnelles des micromammifères des dépendances vertes routières d'une départementale située dans un paysage d'agriculture intensive (cultures de maïs et de blé surtout) ;
- estimer la proportion d'individus traversant la route par le talus et ceux par les passages à faune ;
- calculer les probabilités de dispersion de part et d'autre de la route et le long des dépendances vertes.

Pour cela, nous avons réalisé un protocole de capture-marquage-recapture sur les micromammifères le long de la RD 451 bas-rhinoise (Grand-Est ; ex-Alsace), une départementale à 8 000 voitures par jour de 10 mètres de large sans clôture et bordée de dépendances vertes de 2,5 mètres. Les mulots sylvestres (*Apodemus sylvaticus*)

et les campagnols des champs (*Microtus arvalis*) capturés à l'aide de pièges INRA munis de dortoirs, étaient bagués à l'oreille avec un numéro unique puis relâchés. En fonction du nombre d'individus recapturés déjà bagués, il était possible d'estimer la taille totale de la population et les probabilités de survie et de dispersion. Les pièges, au nombre de 34 par transect (ligne de pièges) de 100 mètres de long, étaient installés pendant différentes sessions : sept entre avril et juillet 2016, chacune constituées de quatre nuits consécutives de capture.

Des transects étaient installés parallèlement à la voie, de chaque côté de celle-ci et en vis-à-vis (figure ❶), sur des sections équipées (sections test, n=4) ou non (sections témoin, n=4) d'un passage à faune (tunnels de h x l x L = 0,55 x 1,1 x 20 à 26 mètres avec murs et haies de guidage sur une dizaine de mètres, photo ❶). La distance entre transects était trop grande pour inclure les déplacements quotidiens du campagnol des champs et assez réduite pour inclure les distances de dispersion de l'espèce. La distance entre les passages à faune était de 800 mètres, distance suffisamment élevée pour exclure des traversées de micromammifères utilisant d'autres passages à faune que ceux des sections suivies.

▶ De plus amples détails sur le protocole sont disponibles dans l'encadré ①.

Des caractéristiques populationnelles globalement inchangées

Sur les 11 424 nuits-pièges¹, il y a eu 1 885 captures (16,5 % de succès de capture) pour 981 individus différents capturés : 810 (82,6 %) campagnols des champs, 92 (9,38 %) mulots sylvestres, mais aussi 79 (8,05 %) musaraignes musettes (*Crocidura russula*). Aucun effet des passages à faune n'a été démontré sur la survie ($W=565\,277,5$; $p=0,434$), le sex-ratio ($W=2\,694,5$; $p=0,763$) et les abondances ($W=6\,686,5$; $p=0,181$) des deux espèces. Cependant, la condition corporelle des mulots était meilleure à proximité des passages à faune ($F=7,447$; $ddl=1$; $p=0,006$). Cela pourrait s'expliquer par la présence de haies de guidage autour des passages à faune, fournissant des ressources (cachettes, nourriture). Cet effet n'a pas été observé pour le campagnol, espèce au territoire plus réduit et donc pour laquelle un effet des haies devrait être plus significatif. Ainsi, il est probable que ce résultat soit un faux positif.

Si la présence d'un passage à faune n'a pas semblé avoir d'effet sur les caractéristiques populationnelles étudiées, cela ne signifie pas nécessairement une non-fonctionnalité des ouvrages. Elles peuvent simplement être inchangées par la présence de la route ou modifiées positivement. Une précédente étude a justement montré, pour ces mêmes caractéristiques, un effet positif des dépendances vertes par rapports aux habitats agricoles à proximité (Jumeau *et al.*, 2017).

Sans passage à faune, aucune traversée n'a été observée

Nous avons recapturé 412 individus (42 % de recaptures) pour 790 recaptures (moyenne de 1,73 recaptures par individu recapturé). Seuls 24 individus (3 %) furent recapturés sur un transect différent de celui de la capture précédente (15 campagnols et 9 mulots), suggérant une faible probabilité de dispersion. Sur ces 24 individus, seuls 5 (1,2 % des 412 individus recapturés) ont traversé la route : 4 campagnols et 1 mulot et uniquement en présence d'un passage à faune. Afin de réaliser des statis-

① MÉTHODES

Les individus considérés trop jeunes ou fragiles (inférieurs à 20 grammes pour les campagnols et inférieurs à 15 grammes pour les mulots) et les musaraignes n'étaient pas marqués et étaient relâchés immédiatement après capture. Pour chaque individu étaient notés l'espèce, le sexe, l'âge, l'état reproductif, la masse corporelle, la taille du corps et de la queue, l'identification de l'individu, son état de santé général et la coordonnée de la capture. Les abondances ont été calculées par la méthode décrite dans Jumeau *et al.* (2017). Un modèle de capture-marquage-recapture de JollyMove a été créé* pour calculer la probabilité de survie entre deux captures et la probabilité de transition ψ entre deux transects. L'influence des passages à faune sur les paramètres populationnels a été testée par des ANOVA basées sur des modèles linéaires généralisés mixtes ou par des tests de Mann-Whitney Wilcoxon selon la distribution des données. Les statistiques ont été réalisées à l'aide de R v3.2.3. La condition de population ouverte du modèle a été testée à l'aide de CLOSE-TEST.

* Créé avec M-SURGE et testé avec U-CARE.

tiques, les deux espèces ont été regroupées dans le calcul des probabilités de dispersion (= probabilité de transition ψ des modèles) qui suivent.

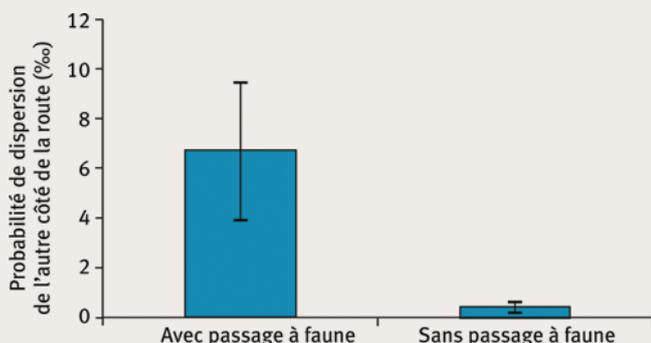
La probabilité de rester au sein du même transect de capture (1-probabilité de dispersion) était de 97,9 % entre deux recaptures. Cela correspond à la biologie du campagnol des champs dont la plupart des déplacements s'effectuent au sein de son domaine vital afin de subvenir aux besoins élémentaires. Les autres déplacements tels que la dispersion sont des événements rares. Pour les mulots, la distance inter-transect n'était pas assez élevée pour considérer l'intégralité des changements de transect comme des événements de dispersion.

La probabilité de dispersion entre deux recaptures était de 0,67 % entre deux transects séparés par la route avec passage à faune contre 0,0043 % sans passage à faune (figure ②). La valeur non nulle de cette probabilité sans passage à faune est due à un campagnol qui a traversé la route par un passage (première recapture de l'autre côté de la route), puis qui a longé la voie (seconde recapture sur un transect du même côté). Cette probabilité est très faible au regard de la probabilité de dispersion en présence du passage à faune (156 fois moins), probabilité elle-même à mettre au regard de la probabilité de dispersion entre deux transects du même côté de la route : 1,4 %, soit une probabilité deux fois plus grande de rester du même côté de la route que de la traverser lors d'une dispersion.

Conséquences sur le brassage génétique

Bien que les passages à faune aient permis la traversée de quelques individus, les flux génétiques rétablis ne sont pas nécessairement suffisants. Un flux génétique efficace se traduit par un nombre suffisant d'individus reproducteurs dispersants qui dépend de la taille des sous-populations d'accueil et du succès reproductif des individus dispersants. Historiquement, on estimait qu'un seul individu dispersant par génération suffisait à assurer un brassage satisfaisant. Aujourd'hui, on admet plutôt ce nombre entre 1 et 10 individus dispersants par génération selon le contexte environnemental et l'espèce

② Probabilités qu'un micromammifère ait été recapturé sur un transect de l'autre côté de la route. La probabilité de traverser la route en absence de passage à faune est quasi-nulle et est significativement plus faible qu'en présence de passage à faune.



1. Indice d'échantillonnage traduisant le nombre de pièges actifs par nuit sur la durée de l'étude (ici 34 pièges x 12 transects x 4 nuits x 7 sessions).

considérée (Mills et Allendorf, 1996). Notre étude a été réalisée pendant quatre mois inclus dans la période de reproduction des espèces suivies, couvrant trois à quatre générations de campagnols et deux à trois de mulots. Ainsi, en considérant chaque population de chaque côté de chaque section de route comme indépendantes, il aurait fallu au minimum que 3 à 4 campagnols et 2 à 3 mulots reproducteurs avec un succès de reproduction de 100% aient traversé la route à chaque section pour estimer que le flux génétique était suffisant. Ce nombre ne semble pas à avoir été atteint. Dans le contexte de cette étude, les passages à faune ne suffiraient pas à eux seuls à assurer un brassage génétique efficace.

Ce n'est pas pour autant que la population étudiée n'est pas viable dans le temps car le brassage génétique des populations est également assuré par des flux longitudinaux, les dépendances vertes étant des corridors pour les micromammifères, et par les échanges avec les populations des cultures adjacentes. Cependant, sans les passages à faune, les dispersions longitudinales peuvent ne pas être suffisantes dans des contextes paysagers forestiers où les dépendances vertes peuvent représenter les seuls milieux favorables aux espèces prairiales.

Améliorer les passages à faune

Une explication possible quant à la faible utilisation observée des passages se trouve dans leur attractivité pour les espèces considérées. Bien que considérés « passages petite faune », la plupart de ces ouvrages ont une conception sommaire (cadre béton avec un lit de terre) sans aménagement réellement dédié aux micromammifères. Cela se traduit par une traversée non optimale. En effet, dans cette étude, la probabilité de dispersion par les ouvrages était deux fois moins élevée que celle longitudinale à la route, tout en ayant une distance à parcourir pourtant huit fois moins élevée. Deux types d'améliorations pourraient être mis en place pour favoriser ces déplacements transversaux indispensables pour des populations aux effectifs réduits. Le premier type serait qualitatif et consisterait à améliorer les ouvrages en les adaptant spécifiquement aux micromammifères. En effet, les caractéristiques idéales des passages à faune sont fortement liées à l'espèce ciblée et les petites structures (on parle de coefficient d'ouverture réduit) seraient préférées par ces espèces les protégeant mieux des prédateurs. Or, afin de permettre la traversée d'espèces plus grandes (mustélidés, renard), les passages petite faune n'ont pas forcément des dimensions optimales pour les micromammifères. Une solution serait de réduire artificiellement la taille des ouvrages existants tout en laissant de l'espace pour les espèces de plus grande taille et en préservant les micromammifères des prédateurs, par exemple en installant un sous-tunnel (par exemple, un tube PVC) dans le tunnel. Ce type d'aménagement fonctionnel dans les ouvrages en milieu agricole (photo ②) est cependant à éviter dans les passages aux dimensions réduites ($l < 1,5\text{ m}$; $h < 1\text{ m}$) car ils perturbent la traversée des espèces de plus grande taille.

Il est aussi possible d'améliorer le passage en améliorant les habitats immédiats, en plantant une haie et en évitant les perchoirs à rapaces à proximité par exemple. Même si



© J. Jumeau

② L'ajout d'un sous-tunnel, ici un tube PVC de 10 cm de diamètre, permet le passage des micromammifères dans des ouvrages de grande taille. Sans cet aménagement, ces ouvrages sont des obstacles difficilement franchissables pour ces espèces.

la probabilité de dispersion était satisfaisante, la distance entre deux passages (parfois séparés de plusieurs kilomètres) ne permet pas aux micromammifères d'y accéder en raison de leur faible capacité de dispersion. La défragmentation serait alors incomplète car uniquement locale. Le second type d'amélioration serait ainsi quantitatif et consisterait à augmenter le nombre de passages à faune afin de diminuer les distances inter-ouvrages (actuellement recommandée à 300 mètres) en se rapprochant idéalement d'une valeur de 50 mètres, inter-distance actuellement recommandée pour les amphibiens.

Conclusion

L'étude a pu mettre en évidence l'importance des passages à faune dans les déplacements transversaux des micromammifères car aucune traversée de la route n'a été observée sans passage à faune. Cependant, leur utilisation reste limitée. Leur efficacité pourrait être optimisée en adaptant les structures aux espèces ciblées et en construisant davantage d'ouvrages afin de réduire la fragmentation à une échelle plus large. ■

L'auteur

Jonathan JUMEAU
Conseil Départemental du Bas-Rhin,
Place du Quartier Blanc,
F-67964 Strasbourg, Cedex 9, France.
✉ jumeau.jonathan@gmail.com

EN SAVOIR PLUS...

- ① CLEVENGER, A.P., 2005, Conservation Value of Wildlife Crossings: Measures of Performance and Research Directions, *Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society*, vol.14, n°2, p. 124-29.
- ② JUMEAU, J., BOUCHARÉL, P., HANDRICH, Y., BUREL, F., 2017, Road-Related Landscape Elements as a Habitat: A Main Asset for Small Mammals in an Intensive Farming Landscape, *Basic and Applied Ecology*, n° 25, p. 15-27.
- ③ MILLS, L.S., ALLENDORF, F.W., 1996, The One-Migrant-per-Generation Rule in Conservation and Management, *Conservation Biology*, vol. 10, n° 6, p. 1509-18.