



**HAL**  
open science

## Améliorer la prise en compte des fonctionnalités écologiques dans la séquence Éviter-Réduire-Compenser

S. Tarabon, F. Theuriau, Laurent Bergès, Thierry Dutoit, F. Isselin-Nondedeu

### ► To cite this version:

S. Tarabon, F. Theuriau, Laurent Bergès, Thierry Dutoit, F. Isselin-Nondedeu. Améliorer la prise en compte des fonctionnalités écologiques dans la séquence Éviter-Réduire-Compenser. Sciences Eaux & Territoires, 2020, Hors Série (61), pp.1-8. 10.14758/SET-REVUE.2020.HS.01 . hal-02610166

**HAL Id: hal-02610166**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02610166>**

Submitted on 16 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Sciences Eaux & Territoires

Article hors-série numéro 61

## Améliorer la prise en compte des fonctionnalités écologiques dans la séquence Éviter-Réduire-Compenser

Simon TARABON, Fabienne THEURIAU, Laurent BERGÈS, Thierry DUTOIT et Francis ISSELIN-NONDEDEU



[www.set-revue.fr](http://www.set-revue.fr)



### Sciences Eaux & Territoires

Article hors-série numéro 61 – 2020

Directeur de la publication : Philippe Mauguin

Comité éditorial : Nicolas de Menthiera, Véronique Gouy, Alain Hénaut, Ghislain Huyghe, Alette Maillard, Thierry Mougey, Christophe Roturier et Michel Vallance.

Rédactrice en chef : Sabine Arbeille

Secrétariat de rédaction, mise en page et mise en ligne : Valérie Pagneux

Infographie : Françoise Peyriguer

Conception de la maquette : CBat

Contact édition et administration : INRAE-Dipso

1 rue Pierre-Gilles de Gennes – CS 10030

92761 Antony Cedex

Tél. : 01 40 96 61 21 – Fax : 01 40 96 61 64

E-mail : [set-revue@inrae.fr](mailto:set-revue@inrae.fr)

Numéro paritaire : 0511 B 07860 – Dépôt légal : à parution – N°ISSN : 2109-3016

Photo de couverture : Aménagements écologiques le long des voies de bus en site propre à proximité du Grand Stade de Lyon – © Tarabon/IMBE-CITRES-Soberco Environnement.

**INRAE**



## Améliorer la prise en compte des fonctionnalités écologiques dans la séquence Éviter-Réduire-Compenser

Sur le terrain, l'application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) accorde souvent peu d'importance aux effets des projets d'aménagement sur les connectivités écologiques. Les auteurs de l'article proposent un cadre méthodologique basé sur des logiciels en accès libre pour quantifier l'impact global d'un projet sur le fonctionnement d'un réseau écologique et pour hiérarchiser et optimiser la localisation des mesures ERC. Testée avec succès dans le cadre de l'aménagement du Grand Stade de Lyon, cette méthode fournit des informations précieuses aux décideurs et aux porteurs de projets pour une meilleure prise en compte de l'ensemble des enjeux environnementaux.

**D**evenue une préoccupation de plus en plus importante dans les projets d'aménagement des territoires, la préservation de la biodiversité a été retranscrite dans les politiques nationales françaises, en accord avec la réglementation européenne<sup>1</sup>. Le cadre législatif impose ainsi aux porteurs de projets d'évaluer leurs impacts sur l'environnement et d'appliquer la séquence « ERC » qui consiste à éviter, réduire puis compenser les impacts pour atteindre un objectif d'absence de perte nette, voire de gain net de biodiversité. L'évaluation de l'équivalence écologique entre les pertes engendrées par les projets et les gains attendus par les mesures ERC représente un défi scientifique et technique (Weissgerber *et al.*, 2019). De nombreuses méthodes spécifiques et novatrices ont vu le jour ces dernières années (voir par exemple Quétier *et al.*, 2015), mais bien que la biodiversité soit de mieux en mieux prise en compte dans les dossiers réglementaires, force est de constater d'importantes lacunes (Bigard *et al.*, 2017). En particulier, les connectivités écologiques sont peu intégrées dans l'évaluation des incidences et le dimensionnement des mesures. En effet, la majorité des études considère

peu ou pas les différentes échelles paysagères<sup>2</sup>, à savoir que tout habitat fait partie intégrante d'un réseau fonctionnel plus large. Au sein d'un paysage, les réseaux d'habitats permettent aux espèces de se déplacer, se nourrir, se reproduire et assurent les échanges de gènes entre les populations. Une prise en compte insuffisante des connectivités écologiques peut alors avoir des effets irréversibles sur la biodiversité.

Une meilleure compréhension de la répartition des espèces et des réseaux écologiques à une échelle passant du projet à celle du territoire est un réel défi, tant pour éviter les impacts irréversibles que pour s'assurer de la réussite de la séquence ERC, puisque les gains écologiques dépendent du contexte paysager et de la capacité des espèces à coloniser des habitats restaurés ou créés. Pour répondre à ce défi, cet article propose un cadre méthodologique couplant plusieurs types de modélisation à une approche espèce par espèce. Nous présentons les principaux résultats appliqués à un cas d'étude dans la région lyonnaise. Son analyse nous permettra d'élargir les réflexions sur l'intégration de cette démarche dans le processus de décision et d'élaboration de projets d'aménagement futurs.

1. En Europe, cette procédure est régie par le droit européen depuis la directive du Conseil 85/337/CEE du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement. En France, la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) était encadrée à l'origine par la loi pour la protection de la nature du 10 juillet 1976 et a été remaniée récemment par la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 8 août 2016 (dite loi Biodiversité).

2. Le paysage est une fraction de territoire hétérogène composée de milieux en interaction ; les échelles paysagères diffèrent donc en fonction du territoire considéré.

### Évaluer les effets potentiels des projets d'aménagement

L'évaluation des incidences d'un projet d'aménagement sur les continuités écologiques nécessite tout d'abord de déterminer les espèces à enjeu de conservation (protégées, patrimoniales, etc.), et d'identifier leurs réseaux écologiques à une échelle plus large que celle du projet<sup>3</sup>. Pour cela, nous avons couplé deux approches de modélisation parmi les plus utilisées ces dernières années : un modèle de distribution des espèces (Maxent) et un autre basé sur la théorie des graphes, les indices de connectivité associées et les chemins de moindre coût (Graphab) (figure 1).

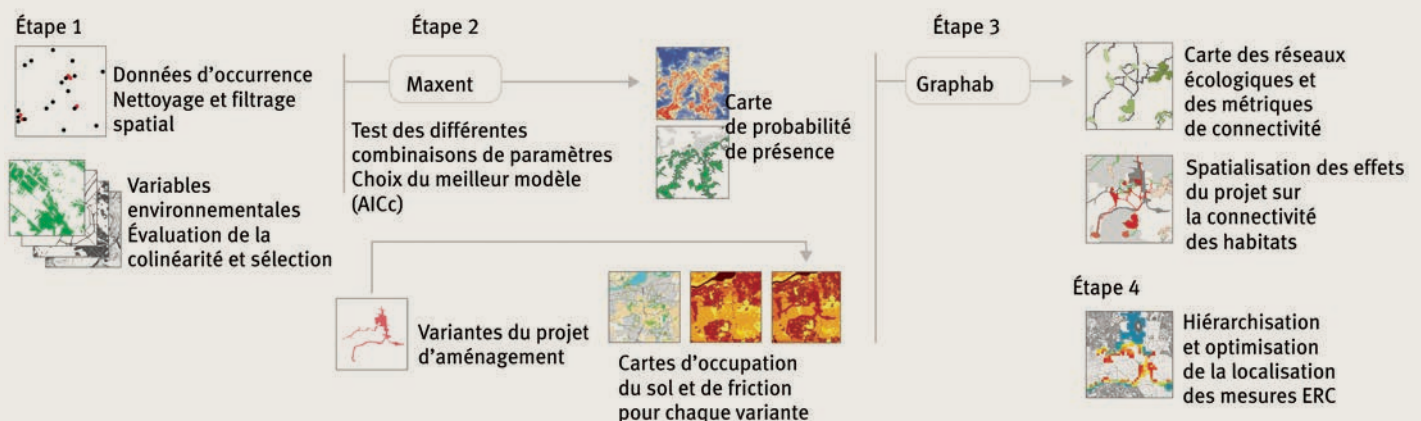
#### Évaluer l'état initial et les enjeux de conservation

Les habitats des espèces sont identifiés à partir d'un modèle statistique basé sur le maximum d'entropie (Maxent) qui évalue statistiquement les facteurs favorables et défavorables à la présence d'individus. Cette approche « espèce-centrée<sup>4</sup> » nécessite d'obtenir des données de présence supplémentaires car le périmètre des inventaires naturalistes est généralement limité. Ces observations peuvent être issues de bases de données collaboratives (associations naturalistes, etc.) qui s'avèrent très intéressantes pour ce type d'approche de modélisation. La définition des habitats des espèces est effectuée à partir d'un ensemble de variables environnementales liées principalement à l'occupation du sol et la topographie qui sont censées être les plus pertinentes selon la littérature. Les données peuvent être extraites de différentes bases de données nationales : BD TOPO<sup>®</sup> de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), registre des parcelles agricoles (RPG), Atlas urbain européen disponible pour les métropoles, etc. Le modèle évalue statistiquement la contribution relative de chaque variable à la présence d'individus.

La connectivité des habitats peut ensuite être évaluée à partir d'un modèle basé sur la théorie des graphes et les chemins de moindre coût, intégrant des indices de connectivité (Graphab). Le paysage est ici traduit, pour chaque espèce étudiée, sous la forme d'un réseau écologique constitué de nœuds (tache d'habitat) et de liens (connexions entre les taches). Les liens fonctionnels sont identifiés à partir d'une approche basée sur la distance de moindre coût qui tient compte de la perméabilité de la matrice paysagère, c'est-à-dire de la facilité pour l'espèce à se déplacer et à survivre dans les différents types de milieux en dehors de son habitat. Cette méthode constitue actuellement l'approche la plus couramment utilisée pour produire des estimations de connectivité. À partir de la bibliographie, nous avons attribué une valeur de résistance aux différentes classes d'occupation du sol en fonction de la capacité des espèces à s'y déplacer et y survivre, quelle que soit la qualité des habitats. Le modèle intègre aussi la distance de dispersion maximale des espèces, que nous avons définie à partir de la littérature. Les réseaux écologiques peuvent être caractérisés à différentes échelles spatiales par différents types de métriques (topologiques : degré, nombre de composantes, etc. ; surfaciques : taille moyenne des taches ou des composantes, etc. ; pondérées : fondées sur des critères de distance et de capacité des taches) pouvant être déclinés localement (au niveau des taches ou des liens) ou globalement (au niveau du réseau complet). Nous proposons dans cette étude l'indice de Connectivité Équivalente (EC index) proposé par Saura *et al.* (2011), pour évaluer la connectivité globale, qui combine quantité d'habitat et connectivité entre ces habitats<sup>5</sup>. À l'échelle locale, il est possible de prioriser des éléments du réseau à partir de la métrique dPC (delta de Probabilité de Connectivité ; Saura et Rubio, 2010), considéré comme un bon estimateur de flux d'individus à travers les taches et les liens.

3. Dans les dossiers d'évaluations environnementales, l'analyse est généralement limitée aux emprises du projet ou aux zones d'influence immédiate.
4. L'approche « espèce-centrée » a l'avantage d'être plus précise car étroitement liée à l'écologie des espèces. Elle se différencie de l'approche « habitat-centré » qui englobe un grand nombre d'espèces aux exigences écologiques variables.
5. Cet indicateur, exprimé en hectare, traduit la « quantité d'habitat accessible à l'échelle du paysage » pour une espèce donnée.

1 Schéma illustratif du cadre méthodologique : (1) collecte et préparation des données, (2) identification des taches d'habitat, (3) analyse de la connectivité et évaluation des effets du projet, et (4) application de la séquence ERC (Tarabon/IMBE-CITERES-Soberco Environnement).



► La capacité de charge des taches d'habitat pour chaque espèce correspond à la superficie des taches pondérée par la probabilité de présence standardisée de l'espèce issue du modèle d'habitat Maxent. Cela permet de rendre les modèles les plus pertinents possibles.

### Évaluer les impacts potentiels de variantes du projet d'aménagement

Pour évaluer les effets potentiels du projet d'aménagement sur les connectivités écologiques, nous proposons d'intégrer dans l'analyse plusieurs scénarios (ou variantes) d'aménagement sommaires. Les réseaux écologiques sont réévalués par modélisation en considérant les modifications du paysage induites par les scénarios (perte d'habitats, matrice paysagère moins favorables à la dispersion des individus, etc.).

Pour chaque scénario testé, les effets « bruts »<sup>6</sup> sont définis comme la différence relative entre les différentes caractéristiques du réseau écologique (nombre et superficie des taches d'habitats et des liens fonctionnels, nombre de sous-réseaux, etc.) avant et après projet. L'analyse permet d'une part de comparer pour chaque espèce étudiée plusieurs scénarios d'aménagement, et d'autre part de montrer en particulier les secteurs où la connectivité pourrait être réduite ou perdue en identifiant les liens potentiellement supprimés par le projet et les taches qui seront moins ou plus du tout accessibles.

### Appliquer la démarche Éviter-Réduire-Compenser

Pour garantir l'équivalence écologique entre les pertes et les gains de connectivité écologique, une approche en trois principales étapes respectant la progression de la séquence ERC (E, R puis C) conclut notre cadre méthodologique (figure 1).

#### L'importance de l'évitement

Nous avons identifié les secteurs impactés par le projet brut où l'évitement est à privilégier à partir d'une recherche systématique permise par Graphab<sup>7</sup>. Cette procédure par étape (à savoir par suppression et ajout itératif des liens du réseau impactés) met en avant les liens maximisant le plus la connectivité globale du réseau. La préservation des habitats d'espèce (déterminés selon les enjeux de chaque site) doit être une priorité au sein du processus décisionnel en phase de conception de projets.

#### Hiérarchiser et localiser des mesures de réduction et de compensation in situ

Par la suite, l'objectif est d'identifier et de hiérarchiser les mesures écologiques dans les emprises du projet pour tendre au maximum à l'équivalence écologique en termes de connectivité écologique. Pour cela, il est nécessaire

tout d'abord d'identifier les secteurs pouvant accueillir différents types de mesures écologiques tels que l'aménagement de passage à faune aériens ou souterrains selon les possibilités techniques offertes par le site, et la création ou la restauration d'habitats (selon les enjeux du site), générant ainsi un panel de mesures de réduction et de compensation du projet<sup>8</sup>. Les potentialités sont testées à partir de Graphab<sup>9</sup> et leurs effets sur la connectivité des habitats sont évalués. Dans une logique de hiérarchisation, cela permet d'identifier les mesures nécessaires pour atteindre l'équivalence écologique mais également de confronter le coût des mesures aux gains qu'elles génèrent.

La prise en compte des réseaux écologiques ne suffit pas à limiter l'érosion de la biodiversité. Pour obtenir des prévisions fiables en matière d'effets et de gains écologiques, il est important de tenir compte du temps de développement des aménagements écologiques. Si les porteurs de projets, sur demande de l'autorité environnementale, ont recours aux coefficients multiplicateurs pour limiter le risque d'échec des mesures et minimiser les impacts intermédiaires<sup>10</sup>, il est courant de constater des pertes systématiques en début de phase d'exploitation. Nous avons donc différencié dans notre approche les gains générés par les mesures à moyen terme, lors que les aménagements sont pleinement favorables, et à court terme lorsqu'ils ne sont pas pleinement attractifs. Cela permet de donner du poids, dans les choix de conception, à certaines mesures qualitatives comme les passages à faune qui permettent de restaurer ou d'accroître très rapidement la connectivité écologique pour limiter les pertes intermédiaires.

#### La mise en œuvre de la compensation ex situ

Dans le cas où des impacts résiduels persistent après ces deux premières étapes, l'approche est étendue à la compensation en dehors des emprises directes du projet afin de compenser les impacts significatifs. Il s'agit d'identifier le foncier mobilisable à proximité (parcelles publiques et/ou situées à proximité de corridors écologiques<sup>11</sup>) et de sélectionner les parcelles pertinentes pour optimiser davantage la configuration du paysage et les connectivités écologiques. Conformément au principe d'additionnalité défini dans la loi Biodiversité de 2016, la mise en lien de la compensation écologique avec la Trame verte et bleue (TVB) présente de nombreux avantages, à condition que les mesures soient prises en complément des engagements publics ou privés existants (ou envisagés) en faveur de la protection de l'environnement. Cette approche permet de contribuer à l'amélioration ou la restauration du réseau écologique existant et d'intégrer les réflexions liées à la planification urbaine sous la forme de compensation collective<sup>12</sup>.

6. Les projets « bruts » sont définis comme des projets sommaires, sans intégration des aménagements écologiques.

7. La commande *-gtest* est disponible sous ligne de commande (CLI).

8. Cf. guide d'aide à la définition des mesures ERC proposé en France par le Commissariat général au développement durable (2018).

9. La commande *-landmod* est disponible sous ligne de commande (CLI) pour tester un ensemble de changements potentiels d'occupation du sol.

10. Les pertes intermédiaires s'expliquent généralement par le décalage temporel entre les impacts et les gains attendus.

11. Nous proposons de cibler en particulier les parcelles constitutives ou situées à proximité de corridors écologiques identifiés dans les documents d'urbanisme (schéma de cohérence territoriale, plan local d'urbanisme, etc.), en particulier celles constituées de milieux dégradés (ex. : zones humides exploitées) ou de faible intérêt écologique (ex. : parcelles dépourvues de haies, etc.).

12. Par compensation collective, nous entendons un projet global de compensation permettant de compenser de multiples projets individuels. Cette approche est de plus en plus demandée dans les documents de planification. À titre d'exemple, le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Auvergne Rhône-Alpes demande que les schémas de cohérence territoriale (SCoT) anticipent les besoins de compensation à leur échelle.



② Vue aérienne de l'aménagement du Grand Stade et de ses aménagements connexes et localisation des mesures ERC mises en œuvre en 2012 (Tarabon/IMBE-CITERES-Soberco, Environnement).



### Application au projet du Grand Stade de Lyon

Nous présentons ici la démarche développée dans le cadre de l'aménagement d'un nouveau stade (Grand Stade de Lyon), inauguré en 2012 sur la commune de Décines, dans le département du Rhône. Le projet s'inscrit dans le cadre du développement de grands équipements sportifs et du réseau de transports collectifs métropolitain sur le territoire Est de la Métropole de Lyon. Le développement d'un grand projet urbain autour d'un nouveau stade représentait une opportunité pour accélérer la réalisation de la stratégie de rayonnement international de l'agglomération lyonnaise.

Nous avons réalisé une analyse rétrospective à partir des mesures ERC mises en œuvre dans ce projet. Ces mesures ont été dimensionnées et localisées, à l'époque, à dire d'expert et selon les possibilités techniques et foncières disponibles (figure ②). Les gains estimés sur la connectivité à partir des aménagements écologiques réalisés ont été ensuite comparés aux gains des mesures dont la localisation a été optimisée à partir de l'approche présentée en première partie.

Nous avons étudié trois mammifères terrestres, reconnus comme vulnérables aux pressions humaines et à la fragmentation constante des habitats : l'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*), le Hérisson européen (*Erinaceus europaeus*) et le Blaireau d'Eurasie (*Meles meles*). Ces trois espèces ont été observées lors des inventaires naturalistes préalables à l'aménagement du programme du Grand Stade. Ces espèces relèvent un certain enjeu dans le cadre du projet : Le Hérisson d'Europe et l'Écureuil roux bénéficient d'une protection nationale, tandis que le Blaireau d'Europe présente un intérêt écologique assez marqué compte-tenu de sa forte régression dans l'Est Lyonnais (espèce patrimoniale). Elles sont largement reconnues comme particulièrement sensibles à la perte d'habitat et

à la perturbation de la connectivité. L'urbanisation réduit leurs aires de répartition et les expose à un risque plus élevé de collisions routières.

Nous avons mis en œuvre pour ces trois espèces animales le cadre méthodologique présenté dans cet article, permettant de présenter les éléments qui suivent. Pour chaque espèce étudiée, la contribution des taches d'habitat à la connectivité globale était plus forte pour celles présentant une qualité ou une superficie plus importante (critères considérés comme un indicateur du potentiel démographique) et/ou occupant une position centrale leur permettant de relier plusieurs autres taches du réseau (figure ③a). Nous avons ensuite évalué les pertes de connectivité par fragmentation. Des liens initialement fonctionnels seraient supprimés par le projet, dont certains ont une forte contribution à la connectivité globale, alors que des taches d'habitats pourraient être amputées, supprimées ou déconnectées (figure ③b).

Dans le cas du Grand Stade, nous nous sommes principalement concentrés sur les étapes de réduction et de compensation pour que les différents scénarios soient comparables. L'évitement correspond à ce qui a été réalisé dans le cadre du projet (à savoir, la préservation de grandes haies et bosquets en dehors des emprises techniques ; figure ②). Dès lors, nous avons testé un ensemble de mesures de réduction et de compensation dans les emprises du projet. Pour rappel, le projet du Grand Stade affectait un système de prairies (pâtures), une bande boisée et un espace en friche. Différentes mesures ont ainsi été ciblées : création de prairies, de bosquets, de haies fonctionnelles<sup>13</sup> et aménagement de passages à faune.

13. On entend par « haies fonctionnelles » des plantations arbustives avec de larges bandes enherbées de part et d'autre (minimum 10 m de large).

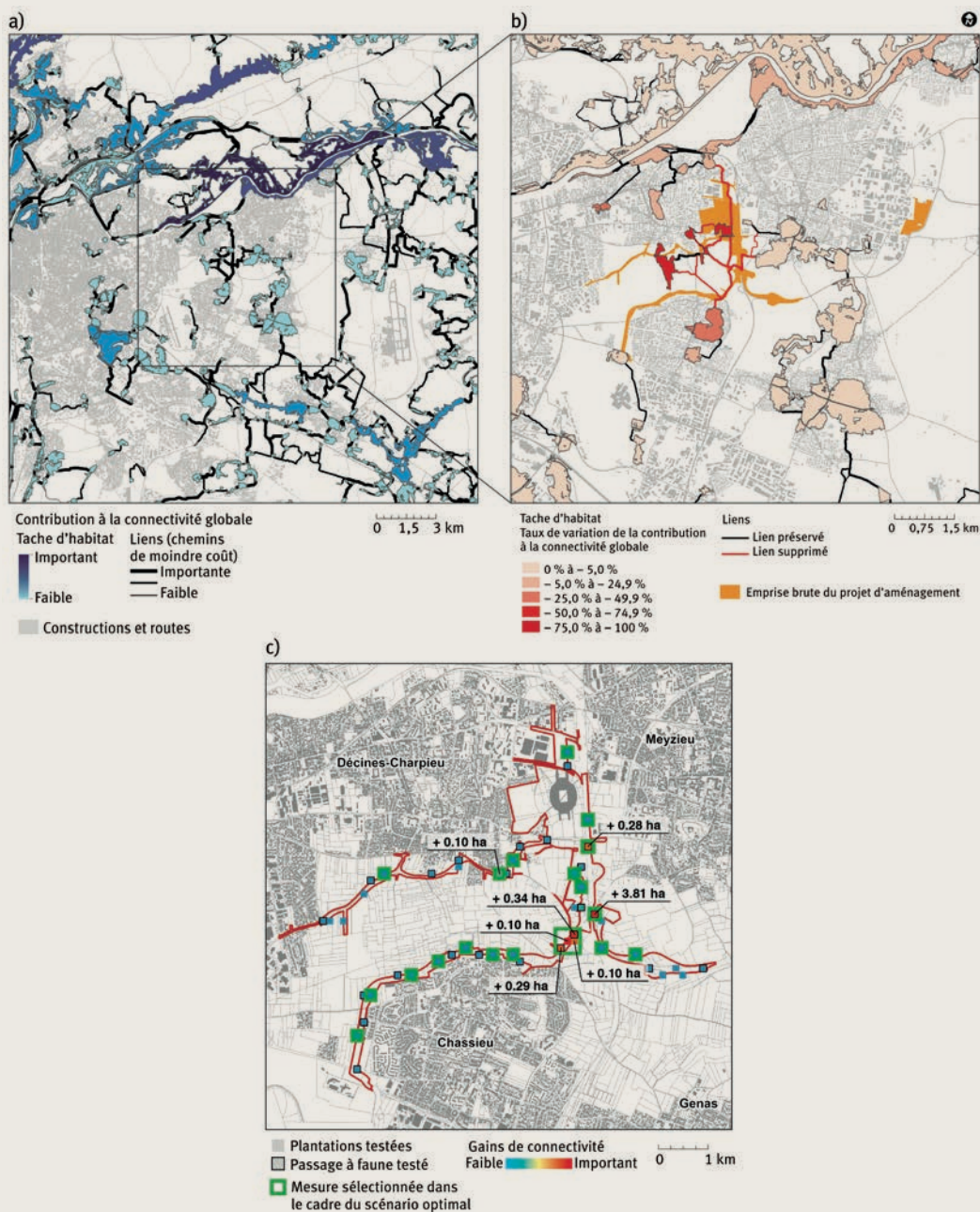
► Nous avons hiérarchisé chacune des mesures par rapport au gain de connectivité qu'elle engendrait, aussi bien à court qu'à moyen terme. Pour analyser la plus-value de notre approche, nous avons sélectionné les mesures maximisant l'indice EC à quantité égale à ce qui a été réalisé en 2012<sup>14</sup>.

L'analyse comparative a donné des résultats très concluants montrant l'intérêt de notre démarche. Premièrement, il ressort de notre analyse que les mesures d'évitement et de réduction ne suffisent jamais prises une à une pour garantir une absence de perte de connectivité. Les gains sont plus importants dès lors qu'on combine plusieurs types de mesures ensemble (par exemple

prairies + boisements + passage à faune). Ensuite, dans une démarche d'optimisation de la séquence ERC, nous avons montré dans le cadre du projet qu'une grande partie des nouvelles plantations et des passages à faune pourrait être relocalisée. Cela ne veut pas spécialement dire que les mesures réellement mises en œuvre n'engendrent aucun gain sur la connectivité, mais l'optimisation de leur emplacement permet d'accroître les gains. Cela est particulièrement marqué à court terme,

14. En surface pour les aménagements surfaciques (prairies et bosquets), en mètre linéaire pour les haies et en nombre pour les passages à faune.

5 Illustration du réseau écologique identifié pour l'Écureuil roux (a), des impacts potentiels du projet de l'aménagement du Grand Stade et de ses aménagements connexes sur la connectivité de ses habitats (b) et sur le gain procuré sur la métrique EC par différentes haies et passages à faune testés (c).





à un moment crucial où les nouvelles plantations ne sont pas encore réellement attractives et favorables aux espèces cibles : le gain sur l'indice EC a augmenté de 21 % (+ 1,19 ha), de 48 % (+ 0,21 ha) et de 8 % (+ 3,39 ha) pour l'Écureuil roux, le Blaireau d'Eurasie et le Hérisson européen, respectivement. Notons qu'une telle optimisation permet de limiter les pertes intermédiaires les premières années d'exploitation et d'assurer une absence de perte nette en termes de connectivité écologique ; c'est ce que nos modèles montrent ici pour l'Écureuil roux et le Blaireau d'Europe notamment. À moyen terme lorsque le développement de la végétation offre des conditions favorables aux espèces, le gain de connectivité globale est largement positif dans le cas des aménagements écologiques réalisés. Toutefois, optimiser leur emplacement permet d'accroître les gains de connectivité de + 6 % pour l'Écureuil roux et + 7 % pour le Blaireau d'Eurasie et le Hérisson européen.

### Discussion et conclusion

Nous avons présenté ici une approche globale qui permet d'améliorer, à différentes échelles spatiales et temporelles, la prise en compte des fonctionnalités écologiques dans la séquence ERC. Accroître la connectivité des habitats et minimiser autant que possible les pertes intermédiaires de la biodiversité les premières années suivant le projet, sont autant de vecteurs pouvant réduire le risque d'extinction locale des espèces, ou la dégradation des fonctions écologiques du paysage. L'approche « espèce-centrée » a l'avantage de rendre les réseaux écologiques visibles et compréhensibles pour tous les acteurs locaux (élus, associations, habitants, etc.). Cela est particulièrement intéressant pour les espèces menacées ou remarquables à fort enjeu de conservation, mais également pour les espèces communes pour lesquelles les enjeux sont de plus en plus forts dans un contexte d'érosion globale de la biodiversité.

L'enjeu réside finalement dans l'intégration de la méthode dans les processus de conception et de décision des projets d'aménagement. Leur conception repose tout d'abord sur une analyse préalable de différentes solutions alternatives de localisation spatiale de l'aménagement avec l'objectif de donner plus de poids à l'étape d'évitement. L'application de cette démarche doit intervenir le plus en amont possible dans le processus décisionnel. De nombreux projets d'aménagement sont généralement décidés et leur implantation géographique arrêtée avant même d'évaluer les principaux enjeux des territoires. Les conséquences sont multiples : l'atteinte de l'objectif de non-perte nette de biodiversité est peu réalisable, mais cela peut surtout avoir des retentissements sur les compensations attendues par la suite où le maître d'ouvrage se voit imposer des compensations d'une ampleur démesurée avec des conséquences non négligeables sur l'utilisation du foncier, et sur le degré d'acceptabilité du projet à cause des coûts engendrés. Il est primordial d'anticiper les impacts des projets d'aménagement en comparant différentes variantes d'implantation, en intégrant des critères écologiques et pas seulement des critères socio-économiques.

Bien que ces approches de modélisation présentent certaines limites (estimation des exigences des espèces à dire

d'expert, approche espèce par espèce, sous-estimation des barrières à la continuité – murets ou clôtures, etc.), ce cadre méthodologique basé sur des logiciels gratuits à la disposition de tous les acteurs (bureaux d'études, associations naturalistes, etc.) constitue une première contribution intéressante à l'appui des décideurs et des concepteurs de projets qui s'assurent de l'absence d'effets significatifs ou irréversibles sur la biodiversité, et des des autorités environnementales qui veillent à ce que l'ensemble des enjeux environnementaux soient bien pris en compte dans la conception des projets. ■

### Les auteurs

#### Simon TARABON <sup>1,2</sup>

1. Soberco Environnement,  
3 Chemin du Taffignon, F-69630 Chaponost, France.  
2. Institut Méditerranéen de Biodiversité et Écologie,  
UMR CNRS-IRD, Avignon Université,  
Aix-Marseille Université, IUT d'Avignon,  
337 chemin des Meinajariés, Site Agroparc,  
BP 61207, F-84911 Avignon, Cedex 09, France.  
✉ [simon.tarabon@lilo.org](mailto:simon.tarabon@lilo.org)

#### Fabienne THEURIAU

Soberco Environnement,  
3 Chemin du Taffignon F-69630 Chaponost, France.  
✉ [f.theuriau@soberco-environnement.fr](mailto:f.theuriau@soberco-environnement.fr)

#### Laurent BERGÈS

Université Grenoble Alpes, INRAE, LESSEM,  
F-38402 Saint-Martin-d'Hères, France.  
✉ [laurent.berges@inrae.fr](mailto:laurent.berges@inrae.fr)

#### Thierry DUTOIT

Institut Méditerranéen de Biodiversité et Écologie,  
UMR CNRS-IRD, Avignon Université,  
Aix-Marseille Université, IUT d'Avignon,  
337 chemin des Meinajariés, Site Agroparc,  
BP 61207, F-84911 Avignon, Cedex 09, France.  
✉ [thierry.dutoit@univ-avignon.fr](mailto:thierry.dutoit@univ-avignon.fr)

#### Francis ISSELIN-NONDEDEU <sup>1,2</sup>

1. Institut Méditerranéen de Biodiversité et Écologie,  
UMR CNRS-IRD, Avignon Université,  
Aix-Marseille Université, IUT d'Avignon,  
337 chemin des Meinajariés, Site Agroparc,  
BP 61207, F-84911 Avignon, Cedex 09, France.  
2. Département Aménagement et Environnement  
École Polytechnique de l'Université de Tours,  
UMR CNRS 7324 CITERES,  
33-35 Allée Ferdinand de Lesseps,  
F-37200 Tours, France.  
✉ [francis.isselin@univ-tours.fr](mailto:francis.isselin@univ-tours.fr)

### Note de l'auteur

Cet article est en partie tiré de deux publications parues dans *Journal of Environmental Management* en 2019 (voir « En savoir plus... » (page suivante) pour l'une d'entre elles). La rédaction de cet article nous permet en complément, d'éclaircir et d'adapter la mise en œuvre du cadre méthodologie au contexte réglementaire français. Ce format, plus appliqué, permet également de toucher un plus grand nombre d'acteurs de la séquence Éviter-Réduire-Compenser.



Aménagements écologiques le long des voies de bus  
en site propre à proximité du Grand Stade de Lyon.

## EN SAVOIR PLUS...

- 📄 **BIGARD, C., REGNERY, B., BLASCO, F., THOMPSON, J.-D.**, 2017, La prise en compte de la biodiversité dans les études d'impact : évolutions prometteuses mais lacunaires, *Sciences Eaux & Territoires*, article hors-série, 8 p., disponible en ligne sur : <http://www.set-revue.fr/la-prise-en-compte-de-la-biodiversite-dans-les-etudes-dimpact-evolutions-prometteuses-mais>
- 📄 **QUETIER, F., MOURA, C., MENU, T., BOULNOIS, R., RUFRAY, X.**, 2015, La compensation écologique fonctionnelle : innover pour mieux traiter les impacts résiduels des projets d'aménagements sur la biodiversité, *Sciences Eaux Territoires*, numéro 17, L'innovation ouverte au service de l'environnement, p. 24-29, disponible en ligne sur : <http://www.set-revue.fr/la-compensation-ecologique-fonctionnelle-innover-pour-mieux-traiter-les-impacts-residuels-des>
- 📄 **SAURA, S., RUBIO, L.**, 2010, A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape, *Ecography*, 33(3), p. 523-537.
- 📄 **SAURA, S., ESTREGUIL, C., MOUTON, C., RODRIGUEZ-FREIRE, M.**, 2011, Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990-2000), *Ecological Indicators*, n° 11, p. 407-416.
- 📄 **TARABON, S., BERGÈS, L., DUTOIT, T., ISSELIN-NONDEDEU, F.**, 2019, Maximizing habitat connectivity in the mitigation hierarchy. A case study on three terrestrial mammals in an urban environment, *Journal of Environmental Management*, n° 243, p. 340-349.
- 📄 **WEISSGERBER, M., ROTURIER, S., JULLIARD, R., GUILLET, F.**, 2019, Biodiversity offsetting: Certainty of the net loss but uncertainty of the net gain, *Biological Conservation*, n° 237, p. 200-208.