



MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

FEUILLE DE ROUTE POUR LA RECHERCHE EN MATIÈRE DE CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES *Synthèse des éléments mis en évidence par le Centre de ressources TVB sur la base de ses productions*

Version diffusée du 10/07/2017

Le Ministère de l'environnement est accompagné d'un centre de ressources (CDR) dans la mise en œuvre de sa politique Trame verte et bleue (TVB). Ce CDR TVB est constitué en particulier d'un pôle scientifique et technique auquel participent le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) et l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB).

Depuis plusieurs années, un certain nombre de rapports bibliographiques ont été produits par le CDR TVB sur des thèmes connexes aux continuités écologiques (fonctionnalité, services écosystémiques, pollution lumineuse, ...). Ces rapports avaient pour objectif de dresser un état de l'art sur ces sujets et ils ont ainsi permis dans le même temps de mettre en évidence les limites que la connaissance, notamment scientifique, présente à l'heure actuelle. Des fiches bibliographiques sur les traits de vie d'espèces relatifs aux déplacements ont également été produites sur certaines espèces de cohérence nationale TVB. Lors de l'élaboration des Orientations nationales TVB, le MNHN et Irstea avaient également listé les thèmes considérés comme lacunaires.

Par ailleurs, la phase d'adoption des Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE), qui sont les documents déclinant régionalement la TVB, est maintenant terminée. Le CDR TVB a alors produit plusieurs bilans thématiques sur la manière avec laquelle les SRCE ont pris en compte différentes problématiques (ex : trame bleue, changement climatique, services écosystémiques, ...). Ces bilans relèvent des manques de connaissances notés par les équipes régionales. Un autre rapport a aussi dressé un bilan propre aux besoins de connaissances identifiés par les SRCE. Les orientations nationales de la TVB demandaient en effet à ces schémas d'identifier les limites de connaissances auxquelles ils se seraient confrontés, dans le but de planifier des actions pour les combler.

L'ensemble de ces productions constituent ainsi un recueil des lacunes de connaissances pointées par différentes productions du CDR TVB. Il convenait alors de les rassembler et de les synthétiser pour une meilleure exploitabilité par les organismes susceptibles de les combler. L'objectif de la présente feuille de route est ainsi d'essayer d'offrir une vision centralisée des éléments mis en évidence par le CDR TVB, dans une perspective opérationnelle. Elle présente les thèmes de connaissances qui ressortent comme prioritaires et les sous-questions sur lesquelles la recherche est sollicitée pour progresser dans le domaine des continuités écologiques au sens large. Cette feuille de route n'a pas vocation à être exhaustive, elle se base sur les documents cités ci-dessus produits par le CDR TVB (rapports bibliographiques, fiches espèces, ...). Elle constitue une première étape à un éventuel recensement plus large des besoins en connaissances sur les continuités écologiques.

N.B. 1 : Cette feuille de route ne traite pas des besoins en données (ex : données de répartition d'espèces) ; étant à destination de la recherche, elle porte uniquement sur la connaissance fondamentale (ex : comportements d'espèces, fonctionnement des milieux, ...) et appliquée (ex : méthodes, protocoles, ...).

N.B. 2 : Les thèmes sont rangés dans le tableau suivant par ordre alphabétique et non pas par ordre d'importance.

Pour citer ce document : SORDELLO R., AMSALLEM J., BERTRAND L., BILLON L., VANPEENE-BRUHIER S., VIAL I. (2017). Feuille de route pour la recherche en matière de continuités écologiques : synthèse des éléments mis en évidence par le Centre de ressources TVB sur la base de ses productions. Centre de ressources TVB / MNHN / Irstea / AFB. 9 pages

| GRANDS THEMES | DETAILS DES PRINCIPAUX MANQUES DE CONNAISSANCES IDENTIFIES | RAPPORTS SOURCES DU CDR TVB |
|-------------------------------------|---|---|
| <p>Changement climatique</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Etudier les impacts du changement climatique sur la dimension spatiale de la biodiversité, notamment le déplacement des aires de répartition : - développer les projections de déplacements particulièrement sur certains groupes taxonomiques (les amphibiens, les reptiles, les chiroptères, les invertébrés dont les araignées et certains insectes comme les odonates, les coléoptères et les orthoptères, les champignons, les bactéries), sur certains groupes fonctionnels (notamment la migration des oiseaux) ou sur certains compartiments de la biodiversité (ex : faune du sol) fortement lacunaires, - parmi les trois directions de déplacements (latitudinal, altitudinal, littoral), développer particulièrement les projections pour l'axe littoral fortement sous-étudié (évolution du trait de côte, salinisation des terres, connexions mer/continent, ...), - développer les projections de déplacements pour des composantes de la biodiversité autres que la richesse spécifique (composition des communautés, diversité bêta, diversité génétique et fonctionnelle), - comprendre les différents critères qui conditionnent les capacités d'ajustement spatial (capacités de dispersion, mode de déplacement, amplitude de niche climatique) et leurs interrelations, - comprendre les processus qui opèrent au niveau des limites d'aires de répartition (facteurs limitant en fonction des marges chaudes et des marges froides : température, compétition, ...) en vue aussi de clarifier les cas connus de déplacements des aires de répartition en sens contraire à l'évolution du climat, - développer la connaissance sur la vitesse de colonisation des espèces afin de mieux comprendre comment elle varie (effet retard, comparaison entre les différents axes d'ajustements spatial altitudinal, latitudinal, littoral, ...), - comprendre l'influence des microclimats et des micro-variations par rapport aux échelles plus vastes (long terme, grandes enveloppes climatiques) (ex : différence entre fluctuation annuelle et tendance d'adaptation face à l'évolution durable du climat), | <p>Sordello, 2016a ; Sordello, 2015 ; Sordello <i>et al.</i>, 2014b</p> |

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">Changement climatique</p> | <ul style="list-style-type: none"> - relativiser l'ajustement spatial (mieux quantifier la part du changement climatique dans l'ajustement spatial des espèces par rapport à d'autres pressions voire par rapport au hasard, mieux évaluer les capacités locales d'adaptation autres que spatiales, ...). - Améliorer les modèles de projection pour réduire les marges d'incertitudes : <ul style="list-style-type: none"> - développer les approches associant modélisation, expérimentation et observation - intégrer tous les effets du changement climatique (pas uniquement la température et les précipitations alors que le changement climatique va également entraîner plus d'événements extrêmes ou encore modifier les niveaux des mers), - prendre en compte les trois axes possibles d'adaptation (spatiale, temporelle, phénotypique), - ajouter une dimension fonctionnelle aux modèles pour ne pas s'intéresser qu'à la répartition d'espèces en présence/absence, développer des modèles permettant l'étude des communautés et écosystèmes, - développer des modèles « couplés » (c'est-à-dire un couplage entre modèles climats et modèles impacts) ce qui permettrait d'intégrer à la fois l'évolution du climat et les effets des conséquences de l'évolution du climat (effets rétroactifs ou feedback), - développer les approches multifactorielles en croisant les différentes pressions qui s'exercent sur la biodiversité aux côtés du changement climatique (pollutions, espèces exotiques envahissantes, changement d'occupation du sol, fragmentation de l'habitat, surexploitation, ...) formant les changements globaux, - développer les approches qui tiennent compte des interactions entre compartiments (physiques, biologiques, sociologiques, ...) en s'appuyant sur une véritable transversalité disciplinaire. - Comprendre les liens entre fragmentation et changement climatique (notamment : frein de la fragmentation pour l'ajustement spatial des aires de répartition, risques des catastrophes climatiques pour les populations fragmentées, influence de la fragmentation pour l'adaptation de la biodiversité aux échelles écosystèmes et communautés, interactions positives « inattendues » entre fragmentation et changement climatique) |
|---|---|

| | | |
|---|---|--|
| <p style="text-align: center;">Changement climatique</p> | <p>- Rôle des continuités écologiques pour l'adaptation spatiale de la biodiversité et éventuellement aussi pour les autres axes d'adaptation</p> <p>- Etudier les pratiques de gestion des milieux naturels à déployer dans la perspective du changement climatique : influence des différents modes de gestions des milieux agricoles ou forestiers (ex : choix des essences cultivées), plans de gestion évolutif et adaptatif de la biodiversité (moins fixistes sur les enjeux espèces-habitats) dans les espaces naturels, favoriser globalement les liens entre recherche / gestionnaires / décideurs</p> <p>- Rôle des corridors par rapport aux aires protégées (complémentation ?) dans l'adaptation, la résistance et la résilience vis-à-vis du changement climatique</p> <p>- Mieux prendre en compte le changement climatique dans l'identification d'un réseau écologique, en particulier :</p> <p>- pour les corridors : les méthodes préconisées d'orientation des corridors dans le sens des enveloppes climatiques</p> <p>- pour les réservoirs de biodiversité : développer les évaluations de complétude des réseaux d'aires protégées en vue de les compléter et d'orienter le choix des réservoirs de biodiversité. Pratiquer ces analyses sur le long terme et à échelle globale (réseau et pas uniquement site par site).</p> <p>- Suivre les retours d'expérience de translocation manuelle pour évaluer la pertinence de cette pratique comme recours en cas d'ajustement spatial impossible même avec des réseaux écologiques efficaces</p> | |
| <p style="text-align: center;">Compensation</p> | <p>Comprendre comment compenser l'atteinte à une continuité écologique :</p> <p>- développer des méthodes, critères et seuils (fonctions, surfaces, en dehors ou au sein de la trame,...) pour améliorer l'évaluation de l'équivalence écologique et orienter les priorités pour l'emplacement des mesures compensatoires.</p> <p>- développer des indicateurs de suivi pour évaluer l'efficacité des mesures mises en place pour répondre aux objectifs de préservation des continuités écologiques (performance par rapport à un état de référence),</p> | <p style="text-align: right;">Bourdil & Vanpeene-Bruhier, 2013</p> |

| | | |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - développer des approches par les sciences sociales afin de favoriser la gouvernance autour d'un projet territorial qui intègre les mesures compensatoires et la préservation de la qualité environnementale des milieux dans la planification de l'espace (ex : méthodes participatives d'évaluation multicritères type « Analytic Hierarchy Process ») | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Développer la cartographie et les inventaires (zones humides, cours d'eau, espaces de divagation zones de frayère) - Etudier et cartographier les services rendus par la biodiversité et les milieux aquatiques et humides - Surveiller la propagation des espèces exotiques envahissantes / espèces aquatiques - Etudier les perturbations sur les continuités - Etudier les interactions activités humaines et TVB - Comprendre les impacts de la variation des débits de cours d'eau sur les continuités longitudinales et latérales - Améliorer la connaissance sur la fonctionnalité des continuités écologiques - Développer des protocoles de surveillance ou d'observation | Bertrand, 2016 |
| Eaux et milieux aquatiques | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Compléter les connaissances sur les distances de dispersion pour certains groupes biologiques et plus globalement les comportements liés aux déplacements (en particulier distinguer les habitats pour la vie et les habitats pour les déplacements) - Déterminer les seuils critiques par rapport aux réservoirs et corridors pour le maintien de populations viables (nombre de connexions minimal, densité de noyaux minimale, ...) - Développer des indicateurs pour le suivi et l'évaluation de la fragmentation et de la connectivité des populations d'espèces, en particulier basés sur l'outil moléculaire (génétique du paysage, ADN environnemental) et sur la répartition et l'abondance des communautés | Sordello, 2016a ; Sordello, 2016b ; Lorillère <i>et al.</i> , 2015 ; Sordello <i>et al.</i> , 2013 ; Sordello <i>et al.</i> , 2012 |
| Espèces | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Comprendre les facteurs influençant la propagation des EEE et en particulier le rôle des corridors dans ce processus - Inclure la dimension du changement climatique dans l'étude de ces interrelations | Sordello, 2016a ; Bourdil & Vanpeene-Bruhier, 2014 ; Sordello <i>et al.</i> , 2014b |
| Espèces exotiques envahissantes et plus largement les effets non | | |

| | | |
|---|---|---|
| souhaités de la continuité écologique | <ul style="list-style-type: none"> - Etudier les mêmes questions pour la propagation des maladies et des autres effets indésirables (ex : incendies) | |
| Fonctionnalité des continuités écologiques | <ul style="list-style-type: none"> - Mesurer la fonctionnalité d'une continuité écologique (développement d'étapes méthodologiques ou de méthodes d'évaluation de la fonctionnalité global d'un territoire et de hiérarchisation des continuités écologiques) - Hiérarchiser les besoins entre surface et connectivité pour le fonctionnement globale de la biodiversité et si possible par espèces ou groupes d'espèces | <p>Sordello, 2016a ; Sordello <i>et al.</i>, 2014a ; Sordello <i>et al.</i>, 2014b ; Bourdil & Vanpeene-Bruhier, 2013</p> |
| Habitats naturels | <ul style="list-style-type: none"> - Comprendre la notion de fragmentation et de corridors pour des habitats naturels - Comprendre la relation entre habitats naturels et habitat d'espèces ou milieux | <p>Sordello, 2016a ; Sordello <i>et al.</i>, 2015 ; Sordello <i>et al.</i>, 2011</p> |
| Identification de réseaux écologiques | <ul style="list-style-type: none"> - Perfectionner les techniques de modélisations des corridors et réservoirs de biodiversité. Valider ces modèles par des approches de terrains - Identifier les leviers et outils pour une appropriation par les décideurs et les citoyens des TVB locales | <p>Bertrand, 2016 ; Sordello, 2016a</p> |
| Infrastructures de transport | <ul style="list-style-type: none"> - Etudier le rôle éventuellement positif des ILT (effet habitat et corridors) - Evaluer l'efficacité des passages à faune et les critères associés pour leur installation (taille, emplacement, forme, ...) | <p>Sordello, 2016a</p> |
| Migrations de l'avifaune et plus largement la trame des espèces volantes | <ul style="list-style-type: none"> - Préciser les voies de migration de l'avifaune et autres espèces volantes (insectes, chiroptères) à l'échelle régionale - Développer les méthodes adéquates pour identifier une trame dédiée aux espèces volantes (trame aérienne) - Identifier les zones de conflits entre ces voies de migration et certaines activités humaines, en particulier les éoliennes, les lignes électriques et les transports par câble | <p>Sordello, 2016a</p> |

| | | |
|--|--|---|
| <p>Milieux naturels</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Comprendre le rôle de certains milieux en particulier dans le fonctionnement des continuités écologiques (ex : les milieux agricoles et forestiers, en fonction de leurs modes de gestion) - Comprendre la notion de connectivité pour des milieux par définition non contigus (ex : les milieux humides, les pelouses sèches) - Continuités écologiques en milieu urbain (méthode particulière, intérêt différents, ...) - Pour les cours d'eau, mieux comprendre leur rôle comme corridors, réservoirs de biodiversité ou les deux à la fois | <p>Bertrand, 2016 ; Sordello, 2016a</p> |
| <p>Obstacles à la continuité écologique</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Localisation des obstacles en particulier pour le milieu terrestre dépourvu de recensement centralisé à l'échelle nationale - Interprétation des points de collisions faune-véhicules dans l'identification d'obstacles - Hiérarchisation des obstacles entre eux en fonction de leur infranchissabilité - Contribution de certaines pressions à la formation d'obstacles (pollution sonore, pollution lumineuse, agriculture intensive, ...) | <p>Bertrand, 2016 ; Sordello, 2016a ; Billon, 2014</p> |
| <p>Pollution lumineuse</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Impacts de la pollution lumineuse sur certains groupes d'espèces peu étudiés (notamment flore, mammifères terrestres, rapaces nocturnes) - Effet barrière de la pollution lumineuse (en particulier en dehors des chiroptères), en diversifiant les échelles de biodiversité étudiées (espèces, gènes, communautés, ...) - Approfondir la réflexion (nécessité, méthode, ...) sur l'élaboration d'une trame dédiée à la prise en compte de la pollution lumineuse (trame noire) - Déterminer les seuils de sensibilité (notamment distance, intensité, longueurs d'ondes, ...) en vue d'alimenter les modélisations de corridors et de réservoirs - Evaluer l'efficacité de certaines mesures de gestion (analyses comparées entre lampes, conséquences de l'extinction nocturne, ...) | <p>Sordello, 2016a ; Sordello, 2015 ; Sordello <i>et al.</i>, 2014c</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>Sciences humaines et sociales</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Rôles social et sociétal des continuités écologiques (question à préciser) - Quelle utilisation humaine des corridors (ex : mobilité douce) est possible sans atteindre à leur fonctionnalité pour la faune (effet de seuil ? sensibilité selon les groupes d'espèces ?) | <p>Sordello, 2016a ; Vanpeene, 2015</p> |
| <p>Services écosystémiques</p> | <p>Cartographier les services écosystémiques liés à la continuité écologique</p> <p>Evaluer l'influence de la connectivité dans la fourniture du service écosystémique (importance par rapport à la surface pour la qualité, l'intensité ou la pérennité du service rendu) et en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelle est l'importance relative des effets directs et indirects de la connectivité sur la fourniture de SE ? - Quelle est la forme de la relation connectivité-SE pour les différents SE ? Est-ce qu'augmenter la connectivité conduit à une valeur ajoutée de SE ? Jusqu'à quel seuil ? - Existe-t-il un seuil minimal de connectivité en dessous duquel le bon fonctionnement de l'écosystème considéré n'est pas assuré, les fonctions y sont dégradées et les services rendus sont en déclin ? - Quels synergies et compromis entre SE pourraient-être impactés par des changements de connectivité ? | <p>Bourdil & Vanpeene, 2014</p> |
| <p>Suivi/Evaluation</p> | <p>Indicateurs de pressions, Indicateurs d'état, Indicateurs de réponses (Comment suivre et évaluer l'efficacité des mesures de préservation et de restauration des continuités écologiques ?)</p> | <p>Véron & Amsallem, 2014</p> |

REFERENCES DES RAPPORTS SOURCES CITES

- BERTRAND L. (2016).— *Etude de la prise en compte de la Trame bleue dans le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)*. Rapport de stage M2 sous la direction d'Isabelle VIAL. ONEMA-AFB / Centre de ressources TVB. 115 pages.
- BILLON L. (2014).— *Programmes d'études et récoltes de données sur les collisions Faune/véhicules en France métropolitaine*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 29 p.
- BOURDIL C. & VANPEENE S. (2014a).— *Quelle plus-value du maintien de la connectivité pour la fourniture des services écosystémiques ?*. Irstea. 53 p.
- BOURDIL C. & VANPEENE-BRUHIER S. (2014).— *Note d'analyse bibliographique - Des processus écologiques aux risques potentiels liés à la restauration des continuités écologiques*. Irstea. Document interne non publié. 45 p.
- BOURDIL C., VANPEENE-BRUHIER S. (2013).— *Note d'analyse bibliographique - Réflexions sur la prise en compte des atteintes portées aux continuités écologiques dans la compensation des projets d'aménagement*. Irstea. 64 p.
- LORILLIERE R., LE VIOL I., SORDELLO R., TOUROULT J. & BILLON L. (2015).— *L'indice de dispersion moyen des communautés. Un possible outil d'évaluation de l'efficacité de la politique Trame verte et bleue ?*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 24 p.
- MNHN-SPN & IRSTEA (2012).— *Thèmes nécessitant des investigations dans l'optique de la révision des orientations nationales*. 3 pages.
- SORDELLO R. (2016a).— *Trame verte et bleue - Bilan technique sur la première génération des Schémas régionaux de cohérence écologique - Lacunes, enjeux et actions de connaissances*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 71 p.
- SORDELLO R. (2016b).— *Trame verte et bleue - Bilan technique sur la première génération des Schémas régionaux de cohérence écologique - Prise en compte des enjeux de cohérence issus des Orientations nationales*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 152 p.
- SORDELLO R. (2015).— *Première capitalisation méthodologique sur les Schémas régionaux de cohérence écologique adoptés ou en projet. Changement climatique*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 36 p.
- SORDELLO R. (2015).— *Première capitalisation méthodologique sur les Schémas régionaux de cohérence écologique adoptés ou en projet. Pollution lumineuse*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 15 p.
- SORDELLO R., AMSALLEM J. & DUBUS V. (2012).— *Trame verte et bleue - Suivi et Évaluation - Quelle faisabilité d'utiliser l'outil génétique ?*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 34 p.
- SORDELLO R., CONRUYT-ROGEON G., MERLET F., HOUARD X. & TOUROULT J. (2013).— *Synthèses bibliographiques sur les traits de vie relatifs aux déplacements et besoins de continuité écologique de 39 espèces proposées pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 20 p.
- SORDELLO R., CONRUYT-ROGEON G. & TOUROULT J. (2014a).— *La fonctionnalité des continuités écologiques - Premiers éléments de compréhension*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 32 p.
- SORDELLO R., GAUDILLAT V., SIBLET J-P. & TOUROULT J. (2011).— *Trame verte et bleue – Critères nationaux de cohérence – Contribution à la définition du critère sur les habitats*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 29 p.
- SORDELLO R., HERARD K., COSTE S., CONRUYT-ROGEON G. & TOUROULT J. (2014b).— *Changement climatique et réseaux écologiques - Point sur la connaissance et pistes de développement*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 178 p.
- SORDELLO R., VANPEENE S., AZAM C., KERBIRIOU C., LE VIOL I. & LE TALLEC T. (2014c).— *Effet fragmentant de la lumière artificielle. Quels impacts sur la mobilité des espèces et comment peuvent-ils être pris en compte dans les réseaux écologiques ?*. Muséum national d'Histoire naturelle, Centre de ressources Trame verte et bleue. 31 p.
- VANPEENE S. (2015).— *Actes du séminaire mixte chercheurs / praticiens « Comment mobiliser l'action publique pour la mise en oeuvre de la Trame verte et bleue ? » - Synthèse des présentations*. Irstea/ATEN/Centre de ressources TVB. 30 pages.
- VERON S. & AMSALLEM J. (2014).— *Suivi et évaluation de l'efficacité des outils et actions de la Trame Verte et Bleue*. IRSTEA – UMR TETIS / Centre de ressources TVB. 152 pages.