

Modélisation de la fonctionnalité écologique – Note 1

Fonctionnalité et altération des continuités écologiques

DANS RENNES MÉTROPOLE

La modélisation des continuités écologiques constitue un outil particulièrement intéressant de connaissance de la trame verte et bleue à l'échelle locale. Au-delà des réservoirs de biodiversité, bien appréhendés dans Rennes Métropole au travers des Milieux Naturels d'Intérêt Écologique (MNIE), ces approches permettent d'identifier et de qualifier finement les corridors écologiques. Des travaux d'analyse cartographique ont été menés par l'UMR BAGAP de l'INRAE¹ pour la métropole, au service de la connaissance du territoire et dans l'optique d'alimenter la stratégie biodiversité et eau métropolitaine. Les données produites dans ce cadre permettent d'approcher la fonctionnalité écologique à l'échelle locale. Elles pourront servir d'appui aux collectivités et acteurs du territoire pour cibler les secteurs prioritaires et engager des actions de préservation ou de reconquête écologique.

La **modélisation des continuités écologiques** proposée dans cette note s'appuie sur l'analyse des possibilités de déplacement d'espèces issues des milieux boisés et humides. La localisation et la caractérisation de la fonctionnalité des corridors écologiques permettent **d'identifier les secteurs dont la préservation est prioritaire, et ceux qu'il faut reconquérir**. L'insertion des Milieux Naturels d'Intérêt Écologique (MNIE) au sein de cette matrice de continuités a également été analysée.

DANS RENNES MÉTROPOLE

380 Milieux Naturels
d'Intérêt Écologique en 2022

Source : Pays de Rennes, Audiar.

26% du territoire s'inscrit
dans une continuité
écologique fonctionnelle

Source : Audiar.

5 grandes zones de
continuités écologiques
identifiées

Source : Audiar.



¹ Unité mixte de recherche Biodiversité, AGroécologie et Aménagement du Paysage (UMR BAGAP) de

l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).

Construire un outil d'aide à la décision pour l'action écologique

Vers une stratégie biodiversité et eau

En se dotant d'une stratégie biodiversité et eau, la métropole rennaise souhaite accélérer la reconquête et le développement de la biodiversité sur son territoire. Celle-ci s'inscrit dans la suite des différentes actions menées au cours des dernières décennies, en faveur d'une meilleure connaissance de la biodiversité (Atlas des MNIE² du Pays de Rennes...) et de sa protection (inscription de la trame verte et bleue dans le SCoT³ et le PLUi⁴...). Pour poursuivre cette dynamique et alimenter le plan d'action de la stratégie biodiversité et eau, différentes études ont été lancées pour éclairer les décideurs locaux.

Un travail partenarial

Un travail de modélisation de la fonctionnalité écologique du territoire a ainsi été engagé avec l'UMR BAGAP de l'INRAE, sur la base de travaux réalisés au cours des dernières années⁵. L'équipe de recherche associée au projet a pu développer deux outils : l'indice paysager du grain bocager et la modélisation des continuités écologiques du territoire. Dans cette note, nous décrivons le travail réalisé dans le cadre de la modélisation des continuités.

Des outils pour guider les actions à mener

Les productions cartographiques qui en sont issues permettent d'analyser localement la fonctionnalité ou la fragmentation des continuités écologiques, et sont complémentaires. Elles ont pour objectif d'apporter des éléments de connaissance permettant d'aiguiller les actions à mener dans les secteurs prioritaires.

LA MODÉLISATION DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES BOISÉES ET HUMIDES

Affiner la cartographie de la trame verte et bleue

UN PROLONGEMENT DE TRAVAUX ENGAGÉS POUR SPATIALISER LES CORRIDORS

Dans le cadre de la poursuite des travaux de suivi de la trame verte et bleue dans la métropole, des études ont été réalisées pour affiner la mise en évidence des continuités écologiques. Celles-ci sont définies ici comme la somme des possibilités de déplacement pour la vie sauvage.

La modélisation des continuités écologiques analyse les possibilités de déplacement d'un cortège d'espèces dans le paysage, agro-naturel et urbain. Leur localisation et fonctionnalité est déterminée à partir de la carte d'occupation du sol et du degré de perméabilité des milieux associés. Les cartes et données produites décrivent ainsi les trames favorables à la biodiversité, et spatialisent la matrice de continuités dans laquelle peuvent s'insérer les MNIE.

UNE APPROCHE DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES BOISÉES ET HUMIDES

Cette méthodologie a été conduite pour une biodiversité associée aux milieux boisés et humides, composée d'espèces modèles ayant des capacités de déplacement correspondant à la majorité des espèces locales, représentatives de la faune du territoire.

Elles peuvent diffuser au sein de la matrice paysagère et considèrent les milieux boisés ou humides selon leur écologie propre. En accord avec de nombreux travaux scientifiques, ces espèces « modèles » peuvent se déplacer à 250 mètres. Ce seuil a été fixé pour discriminer les continuités écologiques globales du reste du tissu agricole et urbain.

² MNIE : Milieux Naturels d'Intérêt écologique. Ce sont les réservoirs de biodiversité du Pays de Rennes, identifiés et protégés par le SCoT.

³ SCoT : Schéma de cohérence territoriale.

⁴ PLUi : Plan local d'urbanisme intercommunal.

⁵ Voir la note Modélisation des trames vertes et bleues – Pays de Rennes, novembre 2020, AUDIAR.

La fonctionnalité des continuités écologiques métropolitaines

UNE CONNECTIVITÉ DES MILIEUX HUMIDES AVÉRÉE, MAIS LOCALEMENT ALTÉRÉE

L'analyse montre une fonctionnalité globale⁶ des corridors aquatiques et fonds de vallées associés qui traversent le territoire et s'identifient clairement sur la cartographie ci-après (vallées de la Vilaine aval, de la Flume, de la Vaunoise, de la Seiche, l'Ille...). Le maillage du territoire traduit également la présence d'un chevelu hydrographique dense dans certains secteurs, et peu présent dans certaines communes.

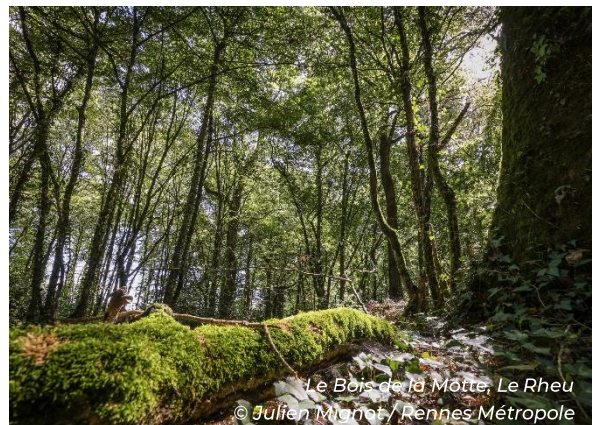
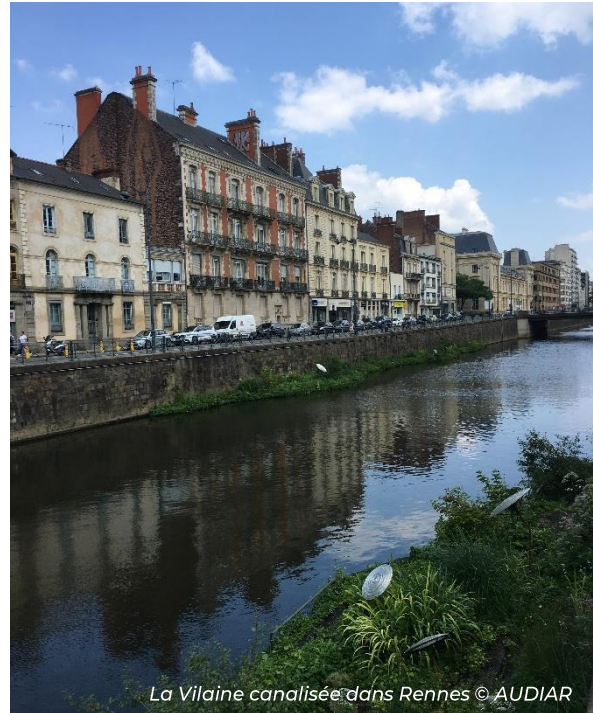
Des secteurs de ruptures et de moindre fonctionnalité sont également identifiables : traversée urbaine de la Vilaine dans Rennes, rupture le long de la Flume dans Pacé, alternances de niveaux de fonctionnalité de la Seiche... Ceux-ci s'expliquent par la faible présence voire l'absence de milieux humides à proximité des cours d'eau sur certaines portions du territoire.

DES SECTEURS BOISÉS ÉPARS, VARIABLEMENT SOUTENUS PAR UN MAILLAGE BOCAGER DIFFUS

Les continuités boisées font état de secteurs fonctionnels, qui sont constitués des ensembles forestiers de la métropole (complexe boisé de Laillé, abords de la forêt de Rennes, bois des Gayeulles, de Romillé, de Soeuvres...).

Le maillage bocager apparaît plus finement, avec un gradient de fonctionnalité différencié selon la densité des haies bocagères. Il traduit des zones de connectivité importante et de ruptures locales (zones urbaines, zones agricoles très ouvertes...).

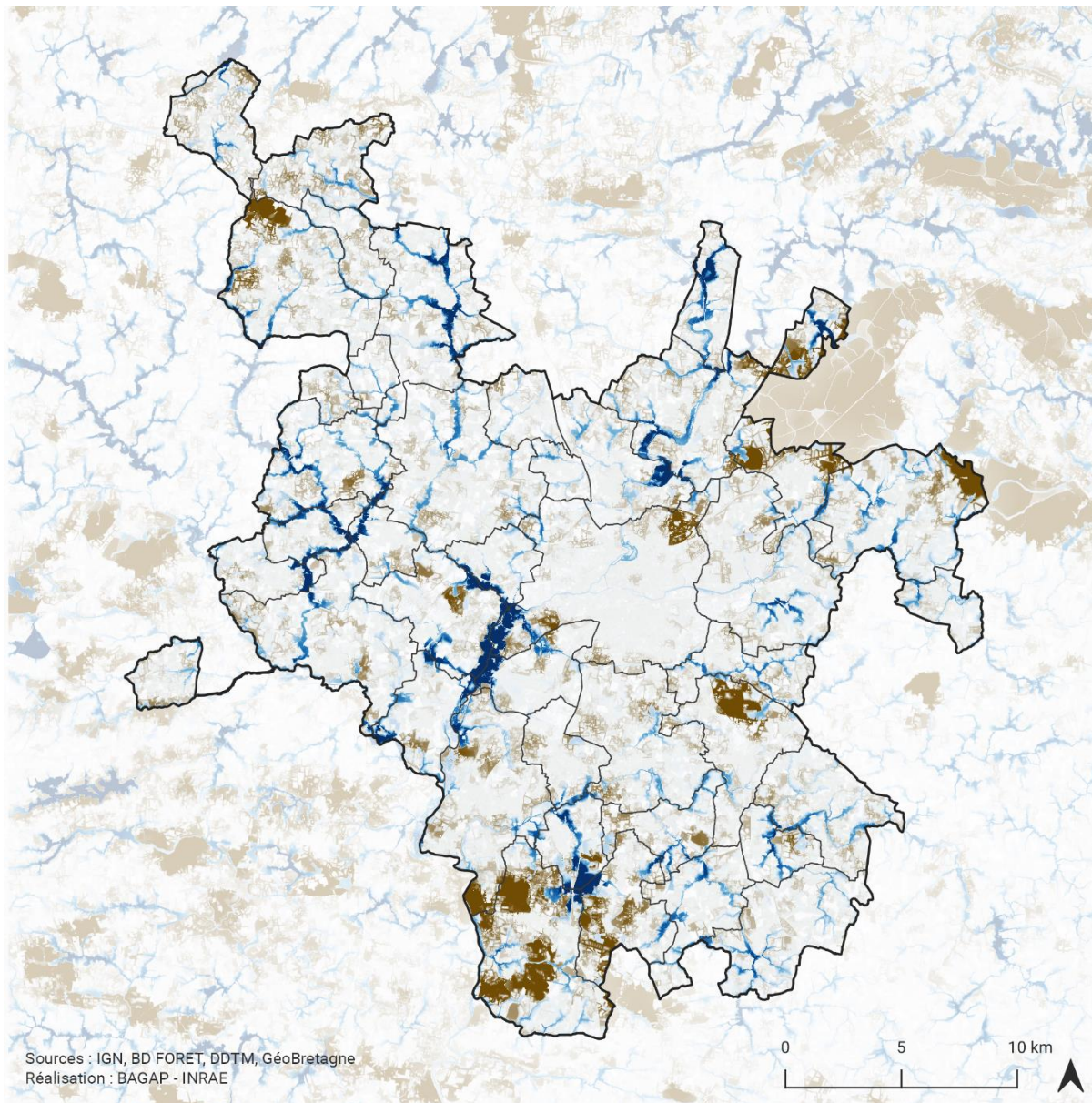
Les boisements associés aux secteurs de plus faible fonctionnalité (Soeuvres, Gayeulles...) traduisent un isolement qui nuit directement à l'accomplissement du cycle de vie des espèces et à leur brassage génétique.



⁶ La fonctionnalité renvoie ici à des espaces facilement traversables par les espèces associées aux milieux humide. À l'inverse, les secteurs de moindre

fonctionnalité sont plus difficilement voire non traversables par les espèces.

CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES DANS RENNES MÉTROPOLE
Analyse des continuités boisées et humides calculées à partir
de l'indice de déplacement à 250m



Continuités écologiques boisées

■ Forte
■ Faible

Continuités écologiques humides

■ Forte
■ Faible

SECTEURS ET RUPTURES DE CONTINUITÉS

Cinq secteurs distincts de fonctionnalité écologique ressortent de cette modélisation :

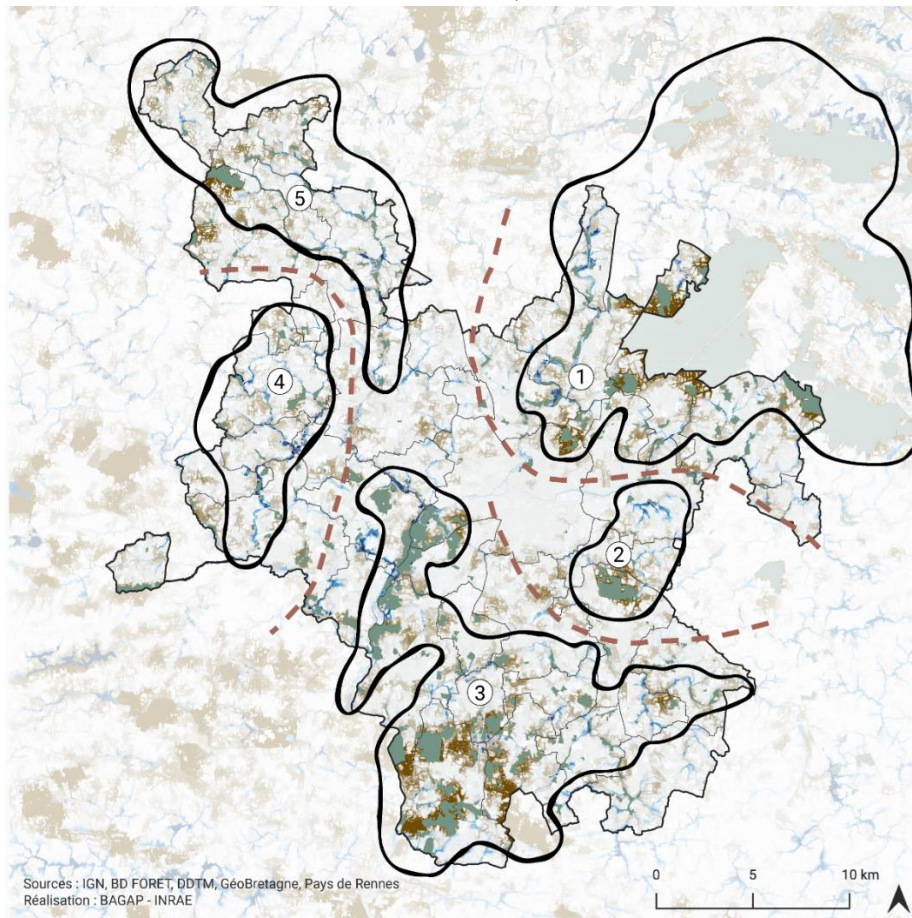
- Les boisements et espaces naturels du nord-est de Rennes (1) ;
- Le bois de Soeuvres (2) ;
- La vallée de la Vilaine aval et le complexe boisé et bocager du sud de Rennes (3) ;
- La vallée de la Vaunoise (4) ;
- La vallée de la Flume et le complexe bocager du nord-ouest de Rennes (5).

Ces secteurs sont issus d'une analyse croisée entre trames humides et boisées.⁷ Ils sont

séparés par des axes de ruptures écologiques, à l'ouest, au nord et à l'est à partir de Rennes. L'étalement des zones urbaines, les infrastructures de transport ainsi que les espaces de faible densité bocagère concourent à cette altération des continuités écologiques.

De nombreux secteurs apparaissent faiblement connectés, voire déconnectés à l'échelle locale. Il apparaît nécessaire de considérer la restauration de la fonctionnalité de ces espaces autant que celle des grands axes de rupture pour apporter des réponses adaptées au territoire.

SECTEURS ET RUPTURES DE CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES DANS RENNES MÉTROPOLE



Secteurs de continuités écologiques

- ① Boisements et espaces naturels du nord-est de Rennes
 - ② Bois de Soeuvres
 - ③ Vallée de la Vilaine aval - Complexe boisé et bocager du sud de Rennes
 - ④ Vallée de la Vaunoise
 - ⑤ Vallée de la Flume - Complexe bocager du nord-ouest de Rennes
- Ruptures écologiques

Milieux Naturels d'Intérêt Ecologique

■ Périmètres MNIE

Continuités écologiques boisées

■ Forte
■ Faible

Continuités écologiques humides

■ Forte
■ Faible

⁷ Il est à noter que ces deux trames peuvent constituer un milieu favorable pour certaines espèces, tandis que l'une ou l'autre peuvent produire un effet rupture pour

d'autres espèces. Les analyses de trames différenciées sont à retrouver en pages 8 et 9.

La modélisation au service de l'aménagement du territoire

UN OUTIL COMPLÉMENTAIRE À LA TRAME VERTE ET BLEUE DU SCOT ET DU PLUI

La comparaison des continuités écologiques ici modélisées et de la trame verte et bleue du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Pays de Rennes montre un recoupement très large entre les deux données. Il en est de même pour le PLUi de Rennes Métropole.

Les continuités écologiques modélisées recouvrent 26% du territoire de Rennes Métropole, tandis que le SCoT identifie 28% du territoire, soit 20 260 ha, comme « fonds de vallées et grandes liaisons naturelles à conforter ». De manière générale, les continuités écologiques sont donc déjà bien identifiées et inscrites dans les documents de planification.

Parallèlement, le SCoT identifie par grandes masses les espaces de « perméabilité biologique à encourager ». Ils représentent 16% de la métropole, soit 11 270 ha. La modélisation permet, elle, d'identifier finement le niveau d'importance de ces continuités et les prolongements en dehors de la trame réglementaire. Les tracés, beaucoup plus fins, représentent le chevelu naturel qui prolonge les grands axes écologiques (cours d'eau, fonds de vallée, boisements...). Ils peuvent ainsi, grâce à la modélisation, être appréhendés de manière beaucoup plus précise dans une perspective d'action locale.



L'INSERTION DES MNIE DANS LA MATRICE ÉCOLOGIQUE

L'analyse a également permis de qualifier le degré d'insertion des MNIE à caractère boisé ou humide dans la matrice des continuités écologiques du territoire (cf. cartes ci-après).

Les MNIE dont le degré d'insertion est élevé sont implantés dans un contexte qui permet un déplacement important des espèces associées. Cela induit un maintien et une préservation des corridors écologiques attenants.

À l'inverse, les MNIE apparaissant comme faiblement insérés dans la matrice écologique interpellent, indiquant des milieux isolés ou en passe de le devenir. Ces situations d'isolement peuvent mettre en péril la biodiversité de ces milieux. Une reconquête des continuités écologiques est à considérer dans l'environnement de ces secteurs pour garantir leur maintien. Il s'agit là d'assurer leur fonctionnalité écologique sur le moyen terme, en permettant le déplacement des espèces, condition essentielle à l'accomplissement de leur cycle de vie et au brassage génétique des individus.

Le regard de la recherche

« Le travail de modélisation a consisté à exprimer la somme des possibilités de déplacements en chaque point de l'espace pour deux groupes taxonomiques, les espèces inféodées aux milieux boisés d'une part et les espèces inféodées aux milieux humides d'autre part. Ces nouvelles formes de caractérisations de continuités écologiques ont la spécificité de considérer les habitats a posteriori de l'analyse, répondant ainsi à la question, à quel point les habitats sont connectés au reste de la matrice paysagère ? Y'a-t-il de nouvelles zones d'intérêts à découvrir ? »

Travailler ces modes de représentation et les interpréter avec les acteurs du territoire est une plus-value pour chacun permettant ainsi des allers-retours directs entre les concepts de l'écologie du paysage et le terrain. »

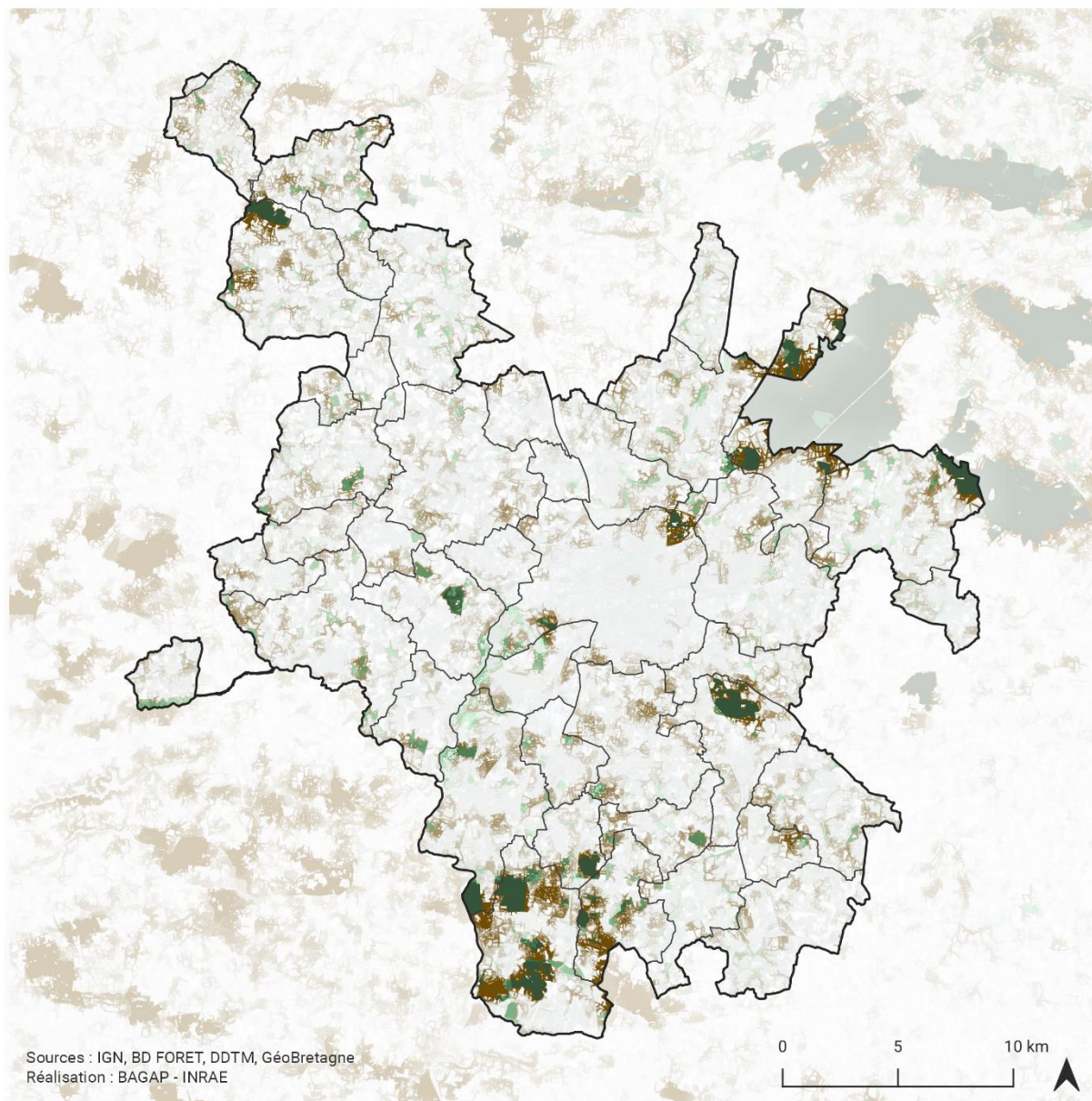
Hugues Boussard, INRAE



Forêt de Rennes © Arnaud Loubry / Rennes Métropole

MATRICE ECOLOGIQUE BOISEE ET BOCAGÈRE : CONTINUITES ECOLOGIQUES ET INSERTION DES MNIE
Analyse de l'insertion des MNIE dans les continuités boisées calculées par l'indice de déplacement à 250m

MNIE À CARACTÈRE BOISÉ



**Insertion des MNIE dans la matrice
des continuités boisées**

■ Forte
■ Faible

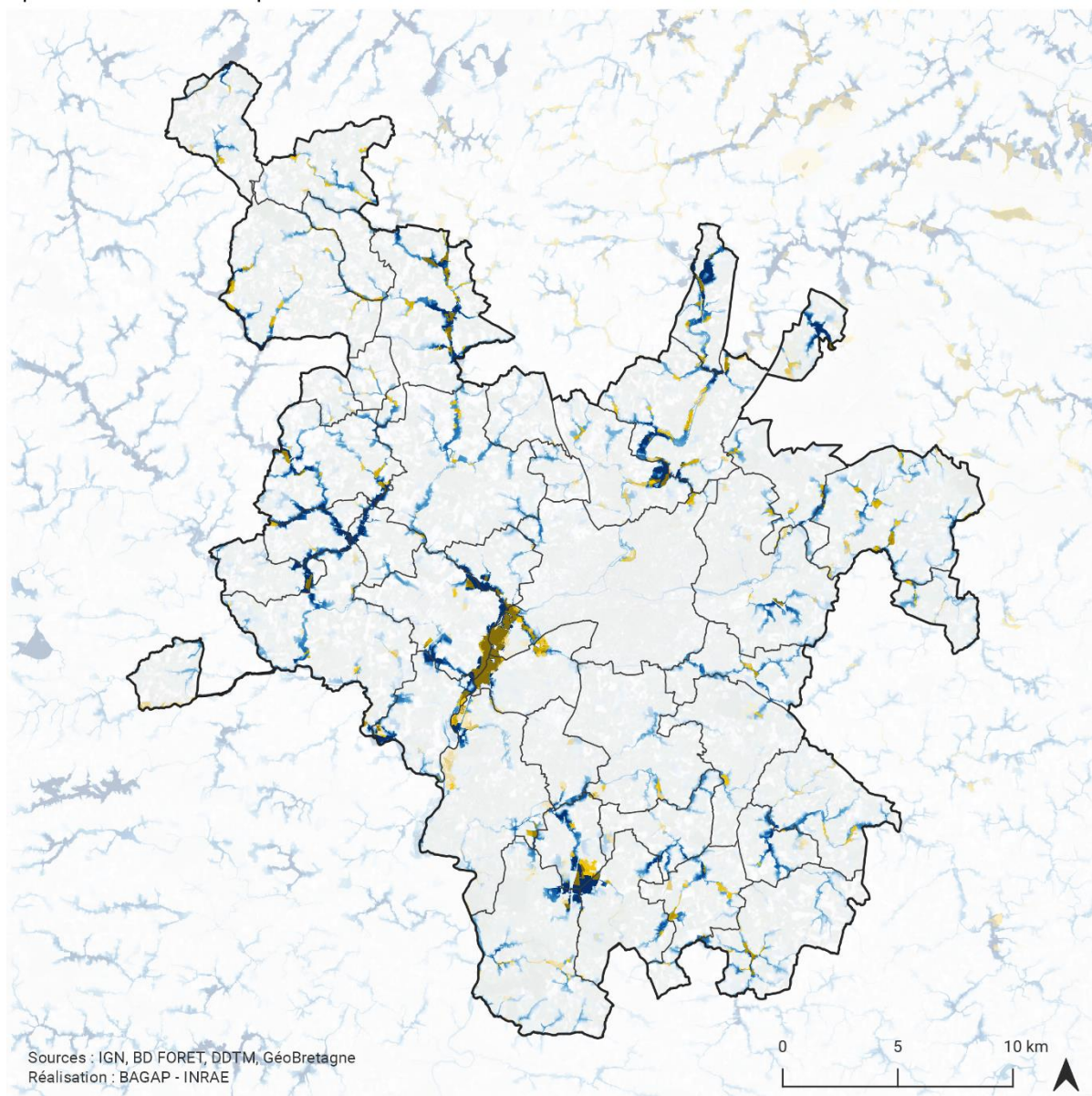
Continuités écologiques boisées

■ Forte
■ Faible

INSERTION DES MNIE DANS LA MATRICE DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Analyse de l'insertion dans les continuités humides calculées par l'indice de déplacement à 250m

MNIE À CARACTÈRE HUMIDE



Insertion des MNIE dans la matrice des continuités humides



Continuités écologiques humides





Méthodologie

L'analyse des continuités écologiques se base sur un calcul de l'indice de capacité de déplacement sur une distance donnée. Cette méthodologie consiste à calculer le volume de déplacements en tout point d'un espace, sur une fenêtre fonctionnelle de 250 m de déplacement maximal, en y associant une carte de perméabilité du milieu⁸.

Des frictions fortes correspondent à des milieux difficilement traversables par les espèces choisies. Une friction égale à 100 qualifie donc un espace infranchissable, tandis qu'une friction inférieure à 1 modélise une forme de corridor plus ou moins fonctionnel.

Ces indices de frictions sont calculés à partir de l'occupation du sol, qui va déterminer la perméabilité du milieu. À chaque type d'espace est associé un coefficient qualifiant le niveau de friction, selon qu'il s'agit des continuités boisées ou humides. Les valeurs des niveaux de frictions sont détaillées dans la nomenclature ci-contre.

Au-delà de la qualification des corridors écologiques, cette méthodologie présente un double-avantage complémentaire :

- d'une part, chaque MNIE du territoire a pu être évalué suivant son insertion au sein de la matrice de continuités, boisées ou humides. Leur qualification permet d'identifier les enjeux prioritaires pour chacun, pour la préservation ou la restauration des habitats (voir partie « Insertion des MNIE dans les trames écologiques ») ;
- d'autre part, cette méthodologie permet de repérer des zones d'intérêt écologique non identifiées comme MNIE ou dans les trames vertes et bleues des documents d'urbanisme, mais qui pourraient potentiellement en faire l'objet.

Ces cartographies expriment des potentiels d'accueil pour les espèces vivant dans les deux types de trames observées, boisée et humide, à partir d'une caractérisation du paysage. Ce potentiel connaît néanmoins deux limites pour qu'il s'exprime effectivement sur le territoire :

- Le délai de colonisation, soit le temps que met la biodiversité avant de coloniser une zone favorable à son implantation ;
- La dette d'extinction, soit le temps que met la biodiversité avant de disparaître d'une zone déconnectée du reste de la matrice connectivité.

Moyennant ces limitations, la biodiversité devrait répondre favorablement à ces nouvelles caractérisations spatiales de continuités écologiques. Afin de valider ces hypothèses, des études de terrains sont nécessaires pour identifier des réponses des groupes taxonomiques visés.

VALEURS DE FRICTIONS UTILISÉES POUR LE CALCUL DES CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Nom	Milieux à caractère boisé	Milieux à caractère humide
Bâti	100	100
Surface minérale, sable	10	10
Voies fréquentées	100	100
Voies peu fréquentées	10	10
Culture	5	5
Prairie	2	1
Verger	1	5
Vignes	1	5
Boisement	0,1	10
Haie	0,1	10
Lande	1	1
Peupleraie	1	10
Eau	100	0,1

Source : INRAE

⁸ La carte d'occupation des sols associée à ce travail est produite à partir de l'OSO Théia 2021, la BD TOPO

2021 et le Modèle Numérique Hauteur de Canopée (IGN) 2020.

UNE APPROCHE ANALYTIQUE AU SERVICE DE LA PRÉSER- VATION DE LA BIODIVERSITÉ

Les continuités écologiques observées reflètent l'état de ce qui est connu sur le territoire, au vu des expertises locales. Outre cet apport de connaissance, les analyses produites ici offrent un outil d'aide à la décision pour les acteurs du territoire. Il est possible d'identifier les zones fragiles, où la reconquête des continuités écologiques apparaît comme prioritaire, et celles où la conservation et la préservation des corridors en place sont à rechercher. Ces éléments pourront aussi être croisés et amendés en prenant en compte les éléments fins du territoire, tels que la fréquence de passages des axes routiers, l'existence de passages à faune ou la mise à jour des éléments bocagers et cours d'eau...

Dans une approche prospective, l'utilisation des outils de modélisation peut également permettre de tester l'effet d'actions de restauration écologique sur les continuités naturelles. Elle constitue une aide à la localisation et à la définition d'actions ou de dispositifs, en testant leur effet sur la fonctionnalité écologique des corridors.

L'ensemble des outils et éléments de connaissance du territoire permettent de mettre en place des stratégies de scénarisation d'aménagement locales. Ils aident également à définir les secteurs où il est important d'assurer des suivis naturalistes, pour renseigner l'évolution de la diversité et de l'abondance des espèces.



Crapauduc
© Didier Gouray / Rennes Métropole



Prairies Saint-Martin
© Christophe Le Dévéhat / Rennes Métropole

PARTENAIRES

INRAE



Hugues Boussard et Paul Meurice
(INRAE – BAGAP Rennes)

RENNES
MÉTROPOLE

Contact : Alexis Pacaud et Laureen Metais
(Cellule biodiversité – Rennes Métropole)

POUR EN SAVOIR +

Fonctionnalité et fragmentation du bocage, juin 2024, AUDIAR.

Modélisation des trames vertes et bleues – Pays de Rennes, novembre 2020, AUDIAR.



Agence d'urbanisme de Rennes
3 rue Geneviève de Gaulle-Anthonioz
CS 40716 – 35207 RENNES Cedex 2
02 99 01 01 86 40 – www.audiar.org
communication@audiar.org

RÉDACTION

Marine LITOU
Emmanuel BOURIAU

DIRECTION DE LA PUBLICATION
Alain BÉNESTEAU

2024-1301-EXT-100