



TRAME VERTE ET BLEUE DE BORDEAUX MÉTROPOLE

Identification des éléments paysagers constitutifs des trames, des sous-trames et des phytocontinuités à l'échelle parcellaire



TRAME VERTE ET BLEUE DE BORDEAUX MÉTROPOLE

IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS PAYSAGERS CONSTITUTIFS DES TRAMES, DES SOUS-TRAMES ET DES PHYTOCONTINUITÉS A L'ECHELLE PARCELLAIRE

ANALYSE ET RÉDACTION

BONTEMPS Florian, DELBOSC Pauline

INVENTAIRE DE TERRAIN

AIRD Adeline

SAISIE DES DONNÉES

PEDEMAY Maria et PONTAGNIER Cécile

GESTION DE LA BASE DE DONNÉES ET CRÉATION DES CARTES

BELAUD Aurélien, BALIA Sophie et BONTEMPS Florian

DIRECTION SCIENTIFIQUE

CAZE Grégory

RELECTURE

LORIOT Sandrine, PONTAGNIER Cécile, LE FOULER Anthony

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent :

- A Bordeaux Métropole, qui a financé ce programme, et en particulier Mathilde LEYMARIE pour son implication dans la conduite du projet ;
- à Adeline AIRD pour son travail et son implication lors du plan d'action Biodiver'Cité #1 aboutissant à une cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole largement utilisée dans cette étude ;
- à l'ensemble des relecteurs et des personnes ayant contribué d'une manière ou d'une autre à ce travail.

RÉFÉRENCIEMENT BIBLIOGRAPHIQUE

BONTEMPS F. & DELBOSC P., 2024– *Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole. Identification des éléments paysagers constitutifs des trames, des sous-trames et des phytocontinuités à l'échelle parcellaire*. Conservatoire botanique national Sud-Atlantique. 87 p. + annexes

CRÉDITS PHOTOS

Page de garde : Panorama sur Bordeaux Métropole depuis le parc de l'Ermitage © Florian BONTEMPS

Page de couverture : Roselière oligohaline des bords de la Garonne de l'*Angelico heterocarpae* - *Phragmites communis* © Adeline AIRD et Prairie humide du *Bromion-Racemosi* riche en *Oenanthe silaifolia* et *Anacamptis laxiflora* © Florian BONTEMPS

Crédits photos et illustrations dans la suite du rapport : © Florian BONTEMPS, sauf mention contraire.

PARTENAIRE FINANCIER

Ce programme a été financé par Bordeaux Métropole dans le cadre du plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026.



Partenaires financiers du Syndicat mixte du CBNSA :



SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	5
II.	DÉFINITIONS, CONCEPTS ET PRÉREQUIS	7
2.1	Notions de biodiversité	7
2.1.1	Le paradoxe du terme « biodiversité »	7
2.1.2	La biodiversité intrinsèque à Bordeaux Métropole	8
2.2	C'est quoi une trame ?	10
2.2.1	Principe d'une trame en écologie du paysage	10
2.2.2	Définition réglementaire de la Trame verte et bleue	11
2.2.3	État des connaissances sur la trame verte et bleue de Bordeaux Métropole	13
2.3	Les phytocontinuités	16
III.	MÉTHODOLOGIE	18
3.1	Zone d'étude	18
3.2	Démarche méthodologique pour la trame bleue	20
3.2.1	La sous-trame du réseau hydrographique (cours d'eau)	20
3.2.2	Les sous-trames des milieux humides	22
3.2.3	Bilan de la méthodologie trame bleue	25
3.3	Démarche méthodologique pour la trame verte	26
3.3.1	La sous-trame des milieux boisés	26
3.3.2	La sous-trame des milieux ouverts	30
3.3.3	Bilan de la méthodologie trame verte	30
3.4	Méthode d'identification des continuités phyto-écologiques	31
3.4.1	Données floristiques et phytosociologiques	31
3.4.2	Définition des séries de végétation	32
IV.	RÉSULTATS	38
4.1	La trame bleue	38
4.1.1	La sous-trame du réseau hydrographique (cours d'eau)	38
4.1.2	La sous-trame des zones humides	40
4.1.3	La sous-trame des masses d'eau libres	41
4.1.4	Bilan de la trame bleue	45
4.2	La trame verte	46
4.2.1	La sous-trame des milieux boisés	46
4.2.2	La sous-trame des milieux ouverts	52
4.2.3	Bilan de la trame verte	54
4.3	Assemblage de la trame verte et bleue : trame turquoise	56
4.4	Les continuités phyto-écologiques	57
4.4.1	Humidité édaphique	57

4.4.2	Équilibre acido-basique (pH)	58
4.4.3	Séries de végétation	59
4.4.4	Mise en relation des séries de végétation et des éléments de la TVB	61
V.	UTILISATION DE LA TVB DANS L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE	64
5.1	Comparaison avec les zonages du PLU	64
5.1.1	Situation générale.....	64
5.1.2	Trame verte	65
5.1.3	Trame bleue.....	65
5.1.4	Trame turquoise	66
5.2	Prise en compte dans les documents d'urbanisme	67
5.2.1	Modification du parcellaire.....	67
5.2.2	Mise en place d'une séquence ERC	68
5.3	Vers des projets de restauration spontanés ?	70
VI.	DIFFICULTES, LIMITES ET PERSPECTIVES	73
6.1	Précision des données	73
6.2	Avantages et inconvénients de la méthodologie	74
6.3	Apports et limites des continuités phyto-écologiques	75
6.4	Perspectives d'amélioration	75
6.4.1	Le programme CarHab	75
6.4.2	Développer les connectivités fonctionnelles des phytocontinuités	76
6.4.3	Spatialiser les principaux obstacles au déplacement de la biodiversité	76
VII.	CONCLUSION.....	77
	BIBLIOGRAPHIE / WEBOGRAPHIE	78
	ANNEXES	83

I. INTRODUCTION

Les notions de trames font leur apparition au début des années 1990 dans un **contexte de promotion des politiques de développement durable** face à l'exploitation massive des ressources naturelles constatée à l'échelle planétaire. En 1992, la Convention sur la diversité biologique ratifiée par 168 pays lors du sommet de la Terre à Rio reconnaît l'importance des réseaux écologiques dans la protection de la biodiversité. Ce traité international invite les pays signataires à les définir sur leur territoire. L'Europe propose alors, à travers la Directive Habitats-Faune-Flore (CEE, 1992) et la Stratégie paneuropéenne pour la protection de la diversité biologique et paysagère (CE, 1996), la mise en place d'un réseau écologique paneuropéen dénommé Natura 2000. Les premiers « réservoirs de biodiversité » du territoire national sont ainsi identifiés.

Conscient de l'intérêt écologique majeur des zones humides définies comme des zones à forte richesse biologique, l'État français lance ensuite le premier plan national zones humides entre 1995 et 2000 (Redaud, 1995). Les concepts de corridors biologiques, de services écosystémiques, de réservoirs de biodiversité, de zones-tampon et de trame bleue se précisent. Dans le même temps, le lien entre déclin de la faune sauvage, accroissement de l'urbanisation et développement des infrastructures routières est démontré. La prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement du territoire se renforce à la fin des années 1990 et au début des années 2000 à travers l'approbation de nouvelles lois réglementant l'urbanisation (Loi Voynet, Charte de l'Environnement, etc.) et l'élaboration des Profils Environnementaux Régionaux (PER) produits par les DIREN.



Figure 1. Passage à faune sur une autoroute française © Photothèque VINCI Autoroutes

En 2007, suite au Grenelle de l'Environnement, **ces concepts écologiques se transforment en une réelle politique publique sous le nom de Trame Verte et Bleue (TVB)**. Pour la première fois, le terme de continuité écologique est réglementé par le droit français (Loi dite Grenelle 1). L'exposé des motifs de la loi reconnaît que les avancées scientifiques en matière de biologie de la conservation démontrent les limites et les insuffisances des politiques traditionnelles de création d'espaces protégés, focalisées sur des espèces ou des habitats remarquables. Le législateur de la loi explique qu'« *il est désormais indispensable de raisonner en termes de maillage et de fonctionnalité des écosystèmes à une très large échelle spatiale, intégrant d'une part la mobilité des espèces et dans une moindre mesure des écosystèmes, mais aussi la biodiversité ordinaire* » (Sénat, 2009).

L'objectif principal assigné à la TVB est d'**enrayer la perte de biodiversité extraordinaire et ordinaire en limitant la fragmentation des milieux naturels** (Chaurand et. al, 2009). Elle doit permettre de faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces sauvages ainsi que le déplacement des « aires de répartition » des espèces sauvages et des habitats naturels, sous la contrainte du changement climatique. Parmi les 7 objectifs prioritaires listés par le comité opérationnel (COMOP), l'un d'eux concerne « *l'amélioration de la qualité et de la diversité des paysages* ». La volonté politique de conserver des espaces verts dans les villes et d'éviter la destruction du maillage bocager au sein des communes rurales est notifiée dans cet objectif.

Pour y parvenir, les collectivités et services de l'État proposent alors des outils permettant de définir un projet de territoire cohérent, dans une perspective de développement durable. La TVB est dite multi-scalaire puisqu'elle est appréhendée à plusieurs échelles :

- **Nationale**, au moyen des décrets et différentes propositions de lois définissant les enjeux écologiques pour assurer une cohérence nationale de la TVB ;

- **Régionale**, par l'intermédiaire des Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE), nouvellement regroupés dans les Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) depuis la dernière réforme territoriale ;
- **Communale**, sur la base des documents d'urbanisme (PLU, SCOT, OAP, etc.) qui doivent intégrer les enjeux de continuités écologiques propres à leur territoire ;
- **Parcellaire**, en amont de tout projet d'aménagement, les collectivités doivent prendre en compte la notion d'infrastructure écologique.

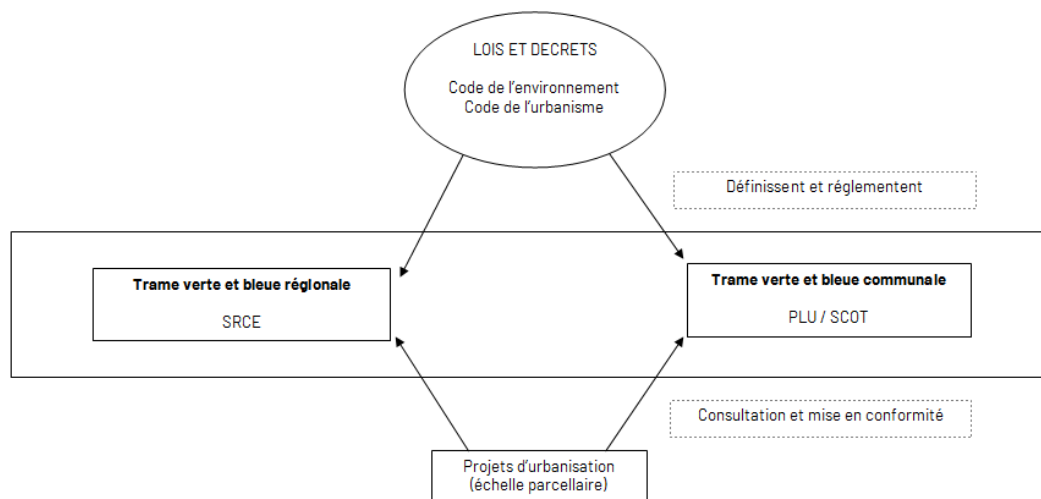


Figure 2. Organigramme des différents niveaux opérationnels de la trame verte et bleue

Suite à ces nouveaux dispositifs réglementaires, l'identification des trames se réalise, plus ou moins rapidement selon les régions. Les collectivités et services de l'État sont alors confrontés à différentes problématiques : manque de connaissance de la biodiversité du territoire, trames contradictoires selon les taxons étudiés, difficultés de superposer les enjeux locaux aux enjeux régionaux, pas de méthodologie clairement définie, nouvelles contraintes réglementaires redoutées, etc. (Liénard & Clergeau, 2011). Le manque de consensus sur les données à utiliser aboutit *in fine* à une mauvaise prise en compte des enjeux écologiques dans les projets d'aménagement du territoire (Vanpeene et al., 2018).

Ce constat est partagé sur Bordeaux Métropole. L'élaboration des trames vertes et bleues sur la métropole a d'abord été ressentie par les élus comme une dérive technocratique qui les dépossédait de leur capacité à arbitrer les enjeux d'aménagement du territoire (Touchard, 2019). Les premiers essais d'une prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement du territoire se sont avérés peu fonctionnels, la conception de la Trame verte et bleue dans le SCOT de l'Aire Métropolitaine Bordelaise et dans le diagnostic "nature" du PLU 3.1 ne tenant pas compte d'une spatialisation des enjeux à l'échelle du projet d'aménagement. Les dernières modélisations des réseaux écologiques produites sur la métropole, du fait de leur complexité, n'ont pas permis non plus une traduction de ces enjeux dans la dernière version du PLU (Sahraoui, 2019).

C'est pourquoi, le Conservatoire botanique national Sud-Atlantique (CBNSA) a été missionné par Bordeaux Métropole et a pour objectif, à travers ce rapport, de proposer et appliquer une approche méthodologique d'identification des trames, basée sur les habitats et les séries de végétations, dans une perspective d'évaluer de manière plus fiable la fonctionnalité de la Trame verte et bleue sur la métropole bordelaise à l'échelle parcellaire.

Fort d'un travail cartographique important des habitats naturels réalisé entre 2017 et 2020 lors du programme Biodiver'Cité (Aird, 2021), le CBNSA a à sa disposition de nouvelles données pour préciser la TVB métropolitaine. La démarche méthodologique repose sur la mise en application des directives du Code de l'environnement concernant les éléments de la trame verte et bleue à prendre en compte. Les données d'habitats de la métropole bordelaise recueillies dans le cadre du plan d'action Biodiver'Cité serviront à spatialiser les éléments de la TVB. Des réflexions seront exposées sur les limites de cette approche méthodologique et sur la manière dont la Trame verte et bleue peut être utilisée dans le cadre

de l'aménagement du territoire. Des propositions d'améliorations de la Trame verte et bleue seront également faites sur la base des phytocontinuités, pour tenter de définir une démarche plus cohérente sur le plan écologique.

II. DÉFINITIONS, CONCEPTS ET PRÉREQUIS

2.1 NOTIONS DE BIODIVERSITÉ

2.1.1 Le paradoxe du terme « biodiversité »

Selon plusieurs études récentes, **le mot biodiversité demeure encore mal compris** par la majorité de la population française. (Cormier et al, 2019). Un sondage réalisé en 2010 par TNS Sofres sur les citoyens français montrait que 79% des interrogés avaient déjà entendu parler de biodiversité mais seulement 23% en connaissaient la signification (TNS Sofres, 2010). Avant même d'expliquer ce que constituent les trames, il semble donc important de définir le concept de biodiversité.

La biodiversité peut être décrite comme l'**ensemble des formes de vie sur terre** (aussi bien la faune, la flore, la fonge, les micro-organismes que les taxons ordinaires ou extraordinaires) (Wilson, 1992). Ce terme apparaît à la fin des années 1980, où les hommes font face à l'extinction et au déclin de nombreuses espèces. La crise est telle, qu'elle est surnommée sixième extinction, en référence aux cinq grandes extinctions massives qui ont marqué le passé géologique de la planète (Ceballos et al. 2020). L'impact de l'homme est rapidement mis en évidence du fait de son rôle dans la destruction des habitats, la surexploitation des ressources, la pollution, l'introduction d'espèces envahissantes et le changement climatique, entre autres (Tittensor et al., 2014; Godet & Devictor, 2018). Malgré une récente prise de conscience collective, cette dynamique ne montre pas de signe de ralentissement et de nombreuses formes de vies pourraient disparaître d'ici la fin du siècle si le développement de nos sociétés ne tient pas compte de la préservation de ce bien commun.

En science, il existe deux manières de considérer la biodiversité. La première, est d'étudier la richesse spécifique d'un habitat, c'est-à-dire de dénombrer le nombre d'espèces présentes dans un milieu donné (Garnier et al., 2016). Cette approche quantitative admet qu'une prairie naturelle est plus intéressante qu'une culture pour la biodiversité puisqu'elle accueille une quantité d'espèces supérieure. Néanmoins, la seconde approche basée sur la qualité des habitats peut contredire la première. En effet, si la culture présente une espèce rare et menacée alors que la prairie naturelle est composée d'espèces communes, le milieu cultivé peut être plus intéressant à conserver pour la biodiversité qu'une prairie naturelle. **Il existe donc une certaine dualité entre l'approche qualitative et quantitative des habitats** pouvant rendre difficile l'appréciation de la biodiversité (Godet, 2017). Cependant, rappelons seulement que la présence de milieux naturels non dégradés favorise la plupart du temps le maintien d'espèces rares ou menacées.

Les réservoirs de biodiversité désignent des secteurs à forte valeur biologique. Ils correspondent à des milieux accueillant une diversité d'espèces importante ou des taxons rares et menacés (Sordello, 2018). Certains habitats sont par définition des réservoirs de biodiversité (gazons amphibies, pelouses sèches à orchidées, etc.) et peuvent être recensés au sein des habitats dits d'intérêt communautaire (Gaudillat et al., 2018 ; EEA, 2020). Leur présence peut également motiver la création d'un zonage environnemental réglementant les activités humaines sur ou aux abords de ces sites de biodiversité exceptionnelle (ZPS,

Avez-vous déjà entendu parler de biodiversité ?

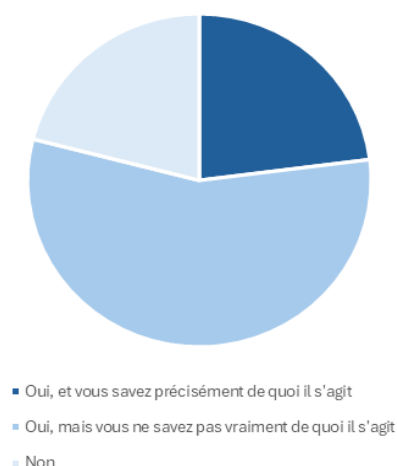


Figure 3. Résultats du sondage TNS Sofres sur la notion de biodiversité

SIC, ZNIEFF, RNN, RNR, APB, ENS, etc.). La synthèse bibliographique des zonages environnementaux d'un territoire donne généralement un premier aperçu de ses enjeux de biodiversité.



Figure 4. Exemples d'habitats d'intérêt communautaire : mégaphorbiaie à *Thalicttrum flavum* (à gauche) et pelouses calcicoles riches en orchidées (à droite)

Selon le Ministère de la Transition écologique, les zonages environnementaux représentent environ 30% de la surface du territoire national (SDES, 2022). En dehors de ces zonages, tous les milieux naturels ne sont pas pour autant composés uniquement d'habitats communs et peu intéressants pour la biodiversité. L'étude des enjeux de biodiversité identifiés sur le territoire est donc essentielle.

2.1.2 La biodiversité intrinsèque à Bordeaux Métropole

Avoir une bonne connaissance de l'identité du territoire est un prérequis indispensable pour discerner au mieux les milieux d'intérêt des milieux plus communs à ne pas intégrer à la trame verte et bleue. Les enjeux de biodiversité peuvent être appréhendés sur Bordeaux Métropole à partir des inventaires naturalistes effectués sur le territoire. Les bases de données de l'Observatoire de la biodiversité végétale de Nouvelle-Aquitaine (OBV-NA) et de l'Observatoire de la Faune Sauvage de Nouvelle Aquitaine (FAUNA) recensent respectivement les données floristiques et faunistiques connues sur la métropole. Leur consultation révèle que 83 espèces végétales protégées et 226 espèces animales protégées sont présentes sur le territoire (résultats présentés en annexe 1 et en annexe 2).



Figure 5 : Vison d'Europe et Cistude, deux espèces emblématiques des zones humides de Bordeaux Métropole

Parmi les 83 espèces végétales bénéficiant d'un statut de protection, 45 sont inféodées aux milieux humides ou aquatiques. Pour la faune, c'est le cas de 104 espèces sur 226. Ainsi, **environ 50% de la faune et de la flore protégée est présente au sein des milieux humides ou aquatiques sur Bordeaux Métropole.** La trame bleue est par conséquent un réservoir de biodiversité important puisqu'elle intègre ces deux types de milieux auxquels sont associés la moitié des espèces protégées du territoire.

Certaines d'entre elles sont particulièrement importantes pour le territoire. C'est notamment le cas du Vison d'Europe dont la population ne compte pas plus d'une centaine d'individus en France et dont l'aire de répartition est restreinte à la Nouvelle-Aquitaine selon l'IUCN (Maran et al., 2016). De par sa position géographique sur le bassin versant de la Garonne, Bordeaux Métropole porte également une forte responsabilité envers le maintien de plusieurs poissons migrateurs (esturgeon, saumon, lamproie marine, etc.) et d'une avifaune adaptée aux milieux humides et estuariens (73 espèces d'oiseaux protégées sur Bordeaux Métropole). Les amphibiens sont également particulièrement présents sur le territoire grâce aux nombreuses zones humides et lagunes (10 espèces protégées). D'autres groupes faunistiques moins importants en nombre d'espèces protégées peuvent aussi être observés au sein des milieux constitutifs de la trame bleue : reptiles, lépidoptères et odonates.

Environ 28% des taxons protégés sont associés aux zones boisées sur Bordeaux Métropole. Les oiseaux constituent le groupe faunistique le plus nombreux en termes d'espèces protégées dans ce type d'habitat (51 espèces protégées dont passereaux, pics, rapaces nocturnes, etc.). Les insectes saproxylophages, Rosalie des Alpes et Grand Capricorne notamment, fréquentent également les milieux boisés de la métropole. D'autres groupes paraphylétiques protégés sont également présents ces milieux : reptiles (5 espèces protégées dont la couleuvre Girondine) et mammifères (3 espèces protégées). **Conserver des zones boisées et des zones humides revient donc à maintenir de nombreuses espèces animales protégées.**

Les milieux ouverts, hors zones humides, sont fréquentés principalement par des oiseaux et des petits mammifères ayant une facilité d'adaptation à une modification anthropique du paysage (espèces affectionnant les grandes cultures et jardins privés notamment). Pour la flore, les prairies et pelouses sèches présentent un fort intérêt (près de 30% des taxons protégés). Des espèces comme *Allium roseum* et *Odontites jaubertianus* sont inféodées aux pelouses calcicoles et d'autres comme *Linaria pelisseriana* et *Romulea bulbocodium* sont typiques des pelouses acidiphiles.



Figure 6 : *Allium roseum* et *Ophrys passionis* deux espèces végétales protégées des coteaux calcaires

La conception de la trame verte et bleue doit donc privilégier la sélection non pas de tous les milieux ouverts mais au minimum de ceux permettant le maintien de ces enjeux floristiques sur le territoire. Par ailleurs, la préservation de ces enjeux floristiques particuliers concourra au maintien d'orthoptères et de lépidoptères rares et spécifiques à ces milieux.

Enfin, parmi la flore et la faune protégées de Bordeaux Métropole, certains taxons sont inféodés à des milieux anthropisés. C'est le cas de 4 espèces végétales et de 26 espèces animales dites anthropophiles (espèces liées aux bâtiments et structures créés par l'Homme). Ces milieux sont ceux qui abritent le moins de taxons protégés sur Bordeaux Métropole, que ce soit pour la faune ou pour la flore. En plus d'avoir des enjeux de biodiversité moindres ne justifiant pas leur intégration, la Trame verte et bleue n'est, dans les faits, pas un outil permettant d'inclure des milieux artificialisés si l'on se réfère à la définition réglementaire du Code de l'environnement.

Ainsi, la conception de la Trame verte et bleue doit tenir compte des enjeux de biodiversité propres à Bordeaux Métropole. L'intégration des milieux naturels et/ou semi-naturels permettant aux espèces d'intérêt de réaliser leur cycle de vie sur le territoire doit être effectuée.

2.2 C'EST QUOI UNE TRAME ?

2.2.1 Principe d'une trame en écologie du paysage

En écologie du paysage, une trame est la somme des zones de connexion biologique et des habitats naturels (Burel et Baudry, 1999). Autrement dit, elle est constituée d'un réseau regroupant les éléments paysagers ayant un intérêt pour le déplacement de la biodiversité (Sordello et al., 2014). Une trame est composée de plusieurs sous-trame. Chaque sous-trame rassemble l'ensemble des espaces constitués par un même type de milieu (forêt, zone humide...) Par exemple, une sous-trame boisée n'est pas constituée de l'ensemble des boisements du territoire mais seulement de ceux présentant un intérêt biologique et une connexion entre eux. La fonctionnalité de la trame se mesure dans la qualité et la quantité des habitats naturels présents sur un territoire. Les habitats les plus qualitatifs ou les zones de fortes connexions sont en quelque sorte les nœuds du maillage. Ils jouent le rôle de réservoir de gènes, d'espèces et de communautés pour la biodiversité.

Cette analyse de la connectivité fonctionnelle est essentielle pour mettre en exergue des phénomènes de fragmentation paysagère et l'isolement de réservoirs de biodiversité. Les modifications de l'occupation du sol induites par l'étalement urbain, la densification des réseaux de transport et les mutations agricoles contribuent à fragmenter les habitats et peuvent conduire à remettre en question la viabilité de populations animales et végétales (Collinge, 1996 ; Vanpeene-Bruhier et al., 2014). L'intégration des questions de réseau écologique et de connectivité paysagère dans l'aménagement et la gestion du territoire est donc un enjeu crucial pour le maintien de la biodiversité. Dans ce contexte, la modélisation des réseaux écologiques est une approche intéressante pour réaliser des diagnostics sur le rôle des éléments paysagers et pour pouvoir hiérarchiser ensuite les actions à mener.

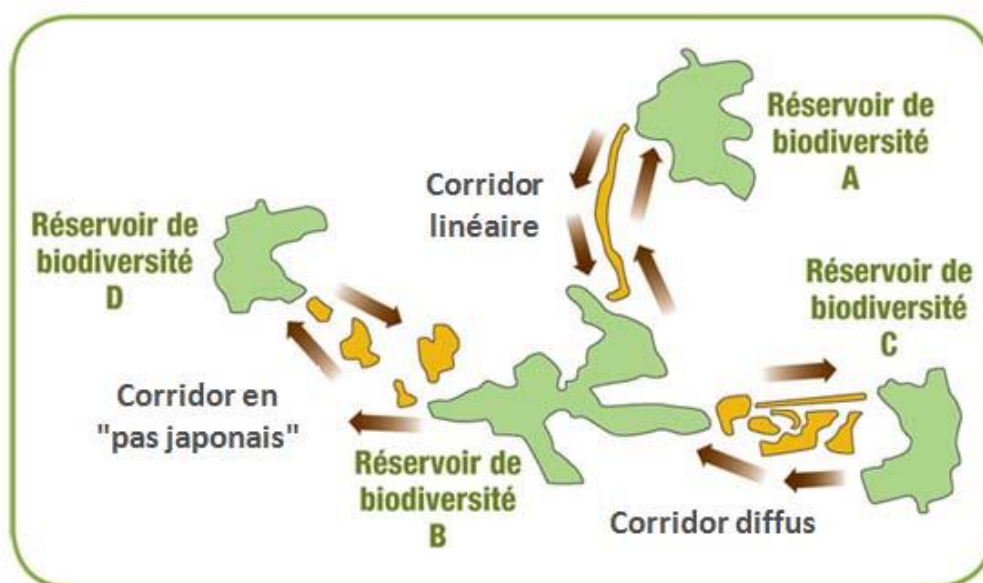


Figure 7 : Schéma conceptuel des corridors écologiques de la trame verte et bleue (© SYTEC)

Les nœuds de la trame sont reliés entre eux par des continuums biologiques ou physiques. Ils peuvent être continus ou en « pointillé ». On parle alors de structures diffuses ou en pas japonais. Ils peuvent être permanents ou non (selon les périodes de migration et/ou les périodes de l'année favorables à l'espèce). Ils peuvent aussi être « immatériels » (c'est le cas des axes migratoires des oiseaux et des poissons marins). Il existe donc différents niveaux de continuité selon la biologie et la capacité de dispersion des espèces

d'intérêt du territoire. C'est pourquoi, les stratégies de conservation d'un insecte ayant de faibles capacités locomotrices ou d'un oiseau migrateur ne peuvent pas être opérationnelles à la même échelle.

Ainsi, la trame verte et bleue définie dans le SRADDET Nouvelle-Aquitaine doit s'appliquer préférentiellement aux espèces à forte capacité de dispersion (grands mammifères, oiseaux et poissons migrateurs, etc.). Les sites importants pour la reproduction et/ou l'alimentation des espèces dites "voyageuses" sont à priori déjà connus et font, la plupart du temps, l'objet d'un site classé pour la protection du patrimoine naturel. Il est plus difficile, à l'inverse, d'appréhender le rôle des entités paysagères de plus petite taille dans la dispersion d'espèces présentes au début de la chaîne trophique. Ce sont donc les espèces ayant des capacités de dispersion plus restreintes dont il faut tenir compte pour la création d'une Trame verte et bleue à une échelle parcellaire (Amsallem & Dehouck, 2018).

L'identification des trames vise à contribuer à la réduction des effets de fragmentation des habitats. Les modifications anthropiques du paysage qui rendraient difficile voire impossible la circulation normale de la faune et de la flore sauvage sont considérées comme des obstacles (ex : les champs cultivés de façon intensive, l'urbanisation et toutes infrastructures fragmentant les continuums écopaysagers). Contrairement à certaines idées reçues, la conception d'une trame n'est pas de l'aménagement paysager au sens propre du terme. Le but premier est la protection des éléments paysagers importants du territoire garantissant la circulation et le maintien de la biodiversité.

2.2.2 Définition réglementaire de la Trame verte et bleue

Depuis 2009, les trames vertes et bleues sont définies sur le plan législatif dans le Code de l'environnement. La trame bleue comprend :

- « 1° Les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux figurant sur les listes établies en application de l'article L. 214-17 ;
- « 2° Tout ou partie des zones humides dont la préservation ou la remise en bon état contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1, et notamment les zones humides mentionnées à l'article L. 211-3 ;
- « 3° Les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importants pour la préservation de la biodiversité et non visés aux 1° ou 2° du présent III »

Le Code de l'environnement impose donc que la trame bleue intègre au moins une partie du réseau hydrographique et des zones humides du territoire. La définition précise que les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux classés sur les listes 1 et 2 au titre de la continuité écologique (article L. 214-17) doivent être obligatoirement intégrés au sein de la trame bleue. De la même manière, les zones humides fonctionnelles participant au maintien d'une bonne qualité d'eau sur un bassin versant doivent être incluses (article L. 211-3). Au vu de la définition présente, il n'est pas obligatoire d'intégrer les zones humides dégradées ne participant pas directement au bon état des masses d'eau. Enfin, au cas par cas, il peut être choisi d'adjoindre à la trame bleue, tout autre cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux et zones humides importants pour la biodiversité. Les mares et plans d'eau ayant un intérêt pour la biodiversité d'un territoire peuvent entrer dans cette catégorie.

Si les composants de la trame bleue paraissent bien définis, ceux de la trame verte sont plus sujets à interprétation. La trame verte est spécifiée dans le Code de l'environnement comme :

- « 1° Tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre I^{er} du livre IV ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ;
- « 2° Les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° ;
- « 3° Les surfaces mentionnées au I de l'article L. 211-14 »

Les surfaces mentionnées au I de l'article L.211-14 sont constituées de la ripisylve présente le long des cours d'eau et masses d'eau BAE (plans d'eau de plus de 10 ha).

La définition du Code de l'environnement, établie suite aux lois Grenelle I et Grenelle II, laisse volontairement une certaine liberté dans les éléments de la trame verte à prendre en compte. Il peut être choisi d'intégrer « **tout ou une partie des espaces protégés** » du territoire. Elle doit également prendre en compte les « **espaces naturels importants pour la biodiversité** » sans citer lesquels ils sont précisément. Ce manque de précision dans la définition laisse la possibilité de choisir quels éléments doivent intégrer la trame verte selon les enjeux locaux.

En fonction des enjeux de biodiversité propres au territoire, il est possible d'inclure plusieurs sous-trames dans la trame verte et bleue. L'article R371-27 du Code de l'environnement précise que les réservoirs de biodiversité et les corridors biologiques doivent être nécessairement rattachés à l'une des sous-trames suivantes : les milieux boisés, les milieux ouverts, les milieux humides, les milieux littoraux ou les cours d'eau. En quelque sorte, les sous-trames des milieux humides et des cours d'eau constituent la trame bleue et les sous-trames des milieux ouverts, des milieux boisés et des milieux littoraux représentent la trame verte.

Cette déclinaison des sous-trames soulève un problème de cohérence typologique des unités puisqu'elle se réfère à la fois à de l'écologie (milieux humides, littoraux et cours d'eau) et à de la physionomie (milieux boisés/milieux ouverts). Certaines entités peuvent donc être redondantes pour plusieurs trames. Par exemple, les ripisylves constituent des milieux pouvant se retrouver à la fois dans la sous-trame des milieux boisés et la sous-trame des milieux humides. Toutefois, si l'on se réfère l'article R371-27 du Code de l'environnement, la sous-trame des milieux humides inclut les zones humides et les masses d'eau libre du territoire alors que les milieux semi-ouverts de type landes et fourrés sont rattachés à la sous-trame des milieux ouverts.

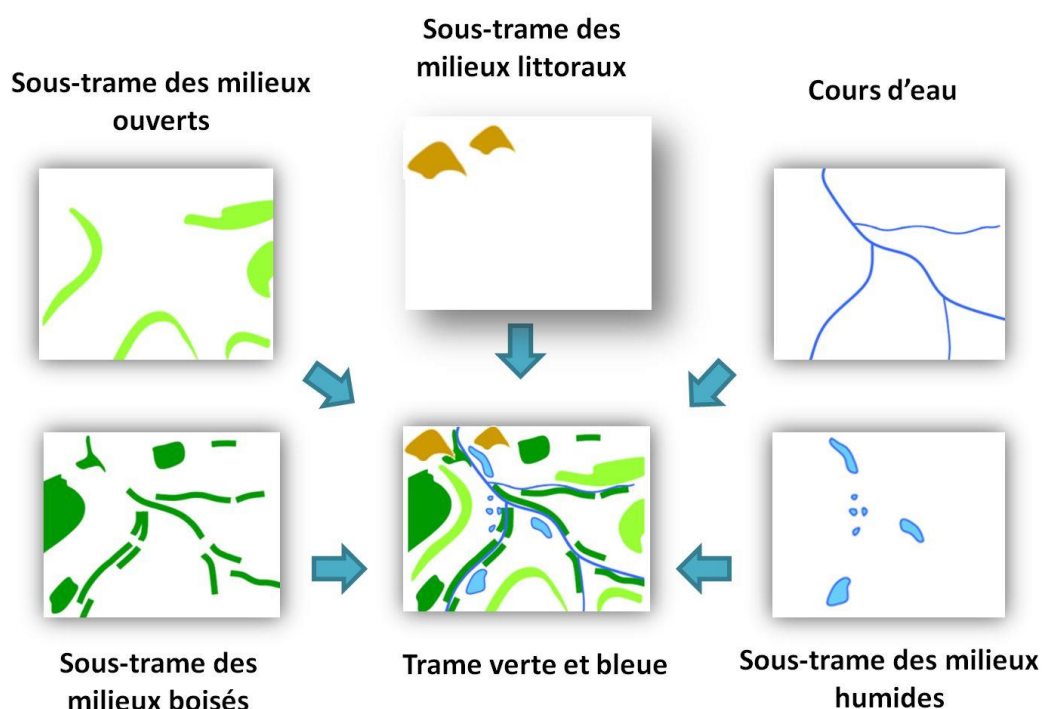


Figure 8 : Les 5 sous-trames nationales (© UMS PatriNat)

Sur Bordeaux Métropole, la sous-trame des milieux littoraux n'est pas présente : il s'agit plutôt de marais subhalophiles qui sont inclus dans la sous-trame des milieux humides. La trame verte doit par contre inclure *a minima* une sous-trame des milieux boisés et une sous-trame des milieux ouverts. Le choix des habitats à intégrer dans chaque sous-trame est libre à partir du moment où son intérêt pour la biodiversité est justifié. Toutefois, il faut faire attention à ne pas prendre en compte l'ensemble des milieux ouverts et boisés du territoire au sein de la trame verte puisque cela reviendrait à estimer que tous les habitats sont

importants pour la biodiversité et donc à ne pas savoir lesquels conserver en priorité, dans une perspective d'aménagement du territoire (ce qui est bien l'objectif principal des trames vertes et bleues).

Le Code de l'environnement précise dans la deuxième section de la définition de la trame verte que les corridors écologiques doivent être constitués d'espaces naturels ou semi-naturels. À ce titre, les milieux anthropiques (cultures, bâtiments, etc.) ne peuvent donc pas être intégrés à la trame verte. La législation demande également à ce que la ripisylve des cours d'eau classés au titre des BCAE (Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales) soit incluse dans la trame verte. Elle reconnaît ainsi le rôle de ces espaces boisés dans le maintien de la biodiversité à la fois terrestre et aquatique grâce à leur rôle dans la régulation des transferts de polluants des eaux de ruissellement vers le réseau hydrographique.

2.2.3 État des connaissances sur la trame verte et bleue de Bordeaux Métropole

Il n'existe pas, à ce jour, de consensus sur la méthodologie à adopter pour définir une trame verte et bleue. De nombreuses conceptions existent selon les territoires, l'échelle, les données mises à disposition et les organismes qui travaillent sur cette thématique (Amsellem, 2018).

Les SRCE (Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique), nouvellement nommés SRADDET (Schémas Régionaux d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires), identifient la trame verte et bleue à l'échelle régionale. La cartographie de la trame verte et bleue réalisée dans le SRCE Aquitain en 2015 mobilisait une base de données d'occupation du sol (Corine Land Cover), complémentée à partir des paramètres écologiques de détermination du Potentiel de Réservoir de Biodiversité et de déplacements préférentiels des espèces. Sa création a mis en évidence des lacunes de connaissances à la fois sur la définition des milieux naturels et sur les continuités écologiques retenues (Touchard, 2018). Son utilisation à l'échelle de Bordeaux Métropole n'est pas envisageable.

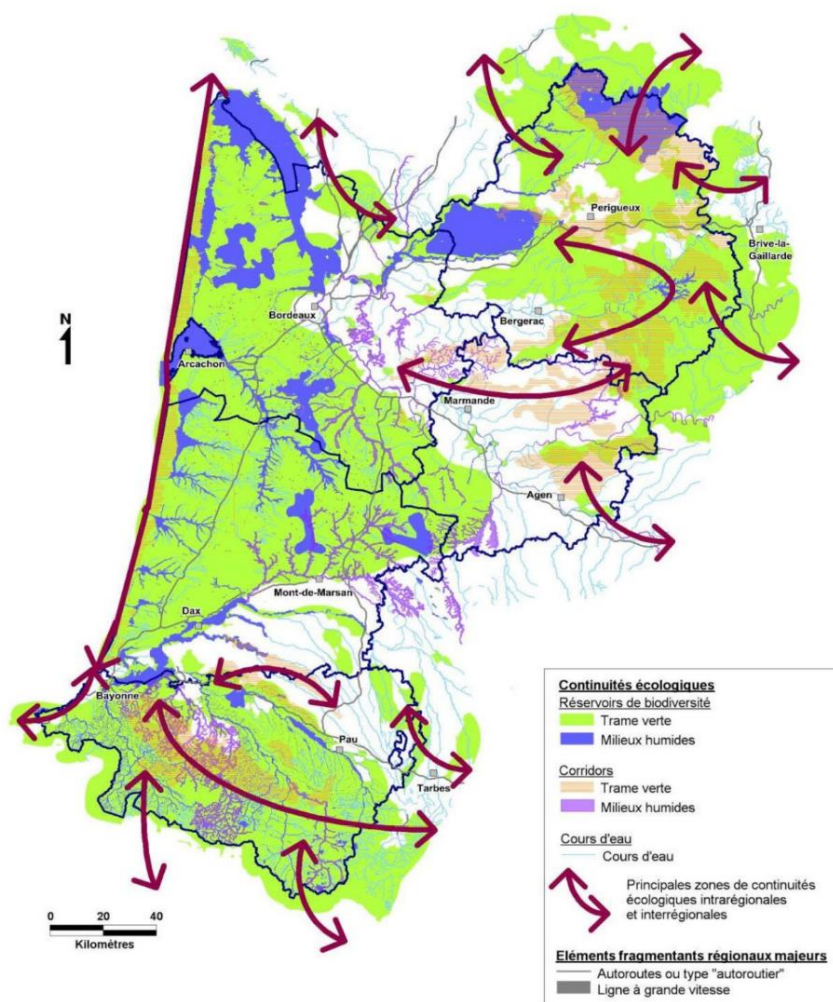


Figure 9 : Carte schématique de la trame verte et bleue du SRCE Aquitain

La première conception de la trame verte et bleue à l'échelle métropolitaine est exposée dans le diagnostic "Nature" du PLU 3.1 de Bordeaux Métropole en 2016. Plusieurs cartes renseignent les continuités écologiques de la trame verte et bleue selon les espaces de nature répertoriés. Une carte qualifiée de Trame verte et bleue est insérée dans la partie « des paysages naturels emblématiques » (carte ci-dessous). Paradoxalement, le réseau hydrographique, décrit comme étant au cœur de la trame verte et bleue, n'est pas spatialisé précisément et ne comporte pas de carte désignée comme trame bleue. Deux « cartes » difficiles à appréhender présentent en introduction « le réseau hydrographique principal et ses

émissaires », ainsi qu'un état des lieux des données existantes sur les zones humides, sans toutefois signifier de lien avec la trame verte et bleue métropolitaine (Touchard, 2018). Ainsi, les continuités écologiques définies dans le PLU 3.1 sont abordées grossièrement à l'échelle du territoire. Ce manque d'exhaustivité ne fait que conforter le savoir existant sans pouvoir identifier concrètement les éléments paysagers du territoire importants pour la biodiversité. Par conséquent, la traduction réglementaire de ces enjeux est difficilement applicable aux projets d'aménagement du territoire.

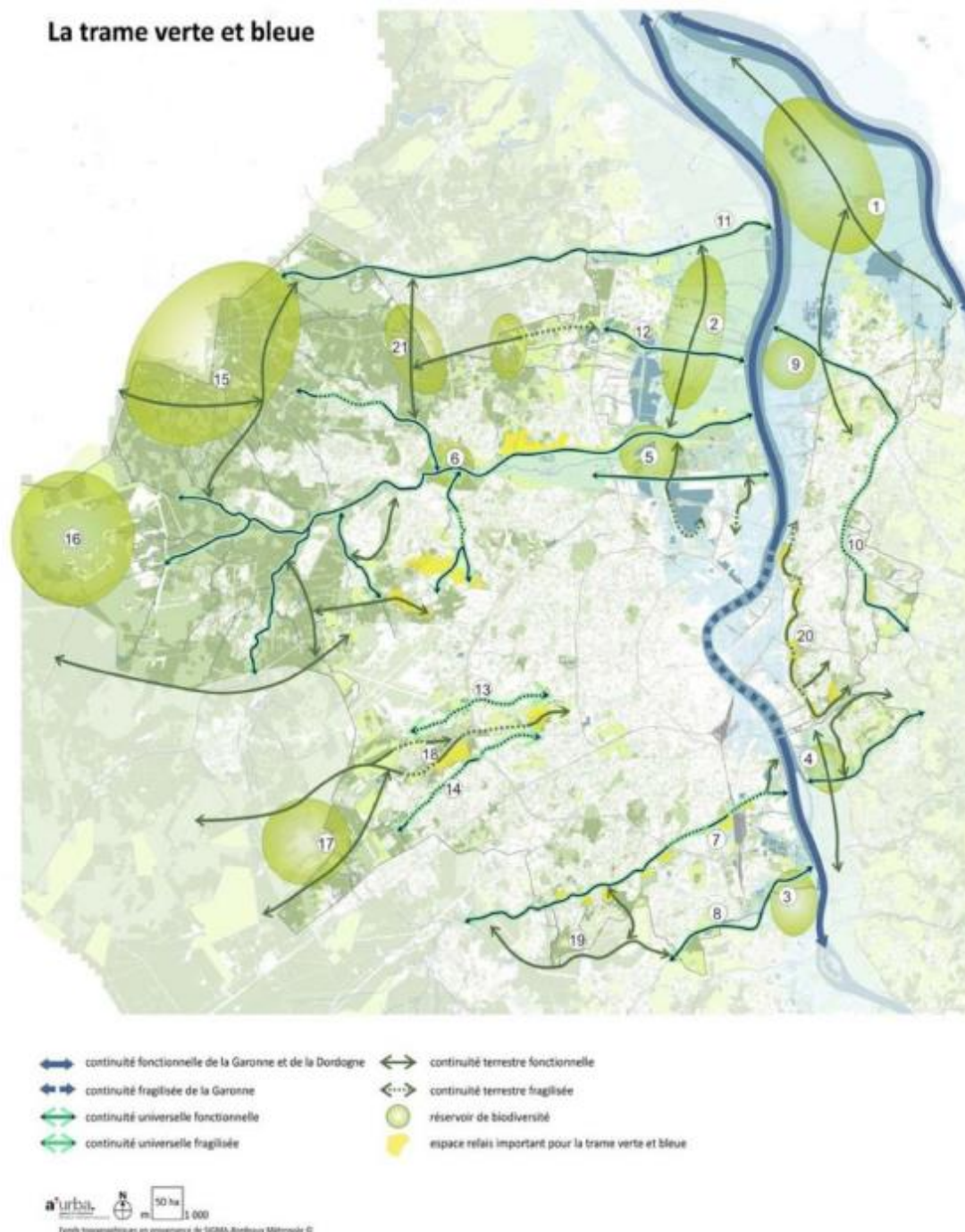


Figure 10 : La trame verte et bleue des grands espaces naturels majeurs du PLU 3.1 de Bordeaux Métropole (Source : PLU 3.1 de Bordeaux Métropole)

Dans le cadre du plan d'action Biodiver'Cité 2017-2020, Bordeaux Métropole exprime sa volonté d'améliorer les connaissances sur la trame verte et bleue. Un consortium d'acteurs scientifiques (Université de Bordeaux, IRSTEA, INRA, Observatoire Aquitain de la Faune Sauvage, etc.) prend alors en charge ce travail sur la modélisation des réseaux écologiques métropolitains (Sarhaoui, 2019). Il en découle une élaboration

de la Trame verte et bleue via une approche multi-espèces (16 espèces virtuelles définies en fonction de leur écologie). Si les résultats ont pour avantage la modélisation de réseaux écologiques complexes suivant différents groupes d'espèces, ils ont pour inconvénient une démultiplication des continuités à prendre en compte. Or, la réalisation d'une trame verte et bleue doit avoir pour objectif final l'intégration des éléments paysagers dans les documents d'urbanisme pour pouvoir préserver les milieux naturels les plus importants pour la biodiversité.

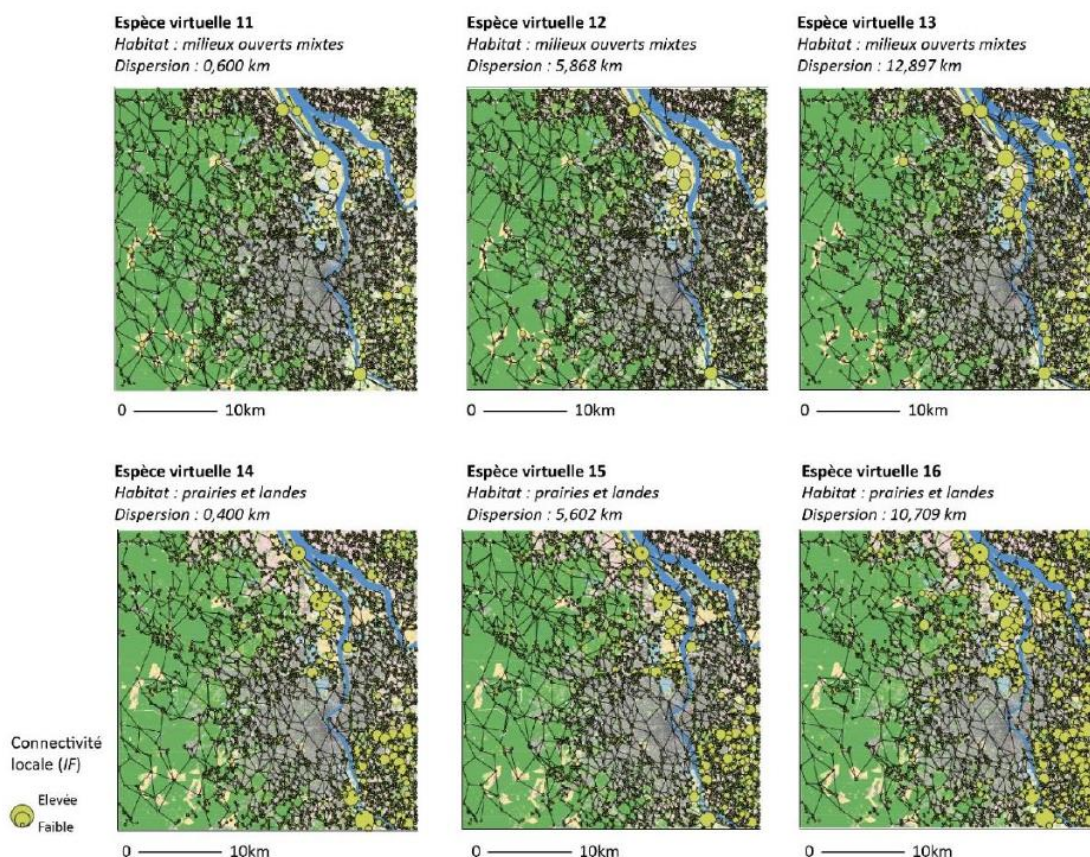


Figure 11 : Modélisation des réseaux écologiques des espèces virtuelles des milieux ouverts (Sarhaoui, 2019)

De plus, une contrainte majeure relevée lors de la modélisation des réseaux écologiques métropolitains était le manque de données précises concernant l'occupation du sol. À l'issue du plan d'action Biodiver'Cité 2017-2020, le CBNSA a réalisé un travail cartographique important des habitats naturels de Bordeaux Métropole en se basant sur des relevés de terrain et un travail de photo-interprétation (Aird, 2021). En conséquence, de nouvelles données plus précises peuvent maintenant être exploitées pour enrichir les travaux sur la Trame verte et bleue.

À travers ce rapport, les nouveaux objectifs visés sont l'élaboration d'une trame verte et bleue utilisable à l'échelle parcellaire. Sa conception suivra la définition réglementaire établie lors du Grenelle de l'environnement. Les éléments à intégrer sont ceux cités dans chacun des items de l'article L371-1 du Code de l'environnement. Si la législation impose la prise en compte de certains éléments (cours d'eau classés au titre de la continuité écologique, ripisylve des cours d'eau BCAE, etc.), elle laisse le choix concernant les autres éléments à intégrer (zones humides fonctionnelles, milieux naturels et semi-naturels de la trame verte, etc.). Les milieux naturels non imposés par le Code de l'environnement mais devant être inclus au sein de la trame verte et bleue doivent donc justifier d'un intérêt pour la biodiversité.

2.3 LES PHYTOCONTINUITES

Pour aller plus loin dans l'analyse des trames et sous trames, les caractéristiques écologiques des éléments paysagers de la Trame verte et bleue ont été étudiés à travers le prisme des phytocontinuités. Les termes phytocontinuités ou continuités phyto-écologiques utilisés dans ce rapport se réfèrent aux **éléments de la trame verte et bleue ayant des caractéristiques écologiques propices au développement de communautés végétales similaires**.

L'identification des phyto-continuités s'appuie sur les séries de végétation, c'est-à-dire les tesselas, qui correspondent à des territoires écologiquement homogènes (Rivas-Martínez, 2005). Une série de végétation est un ensemble d'associations végétales se succédant dynamiquement les unes aux autres.

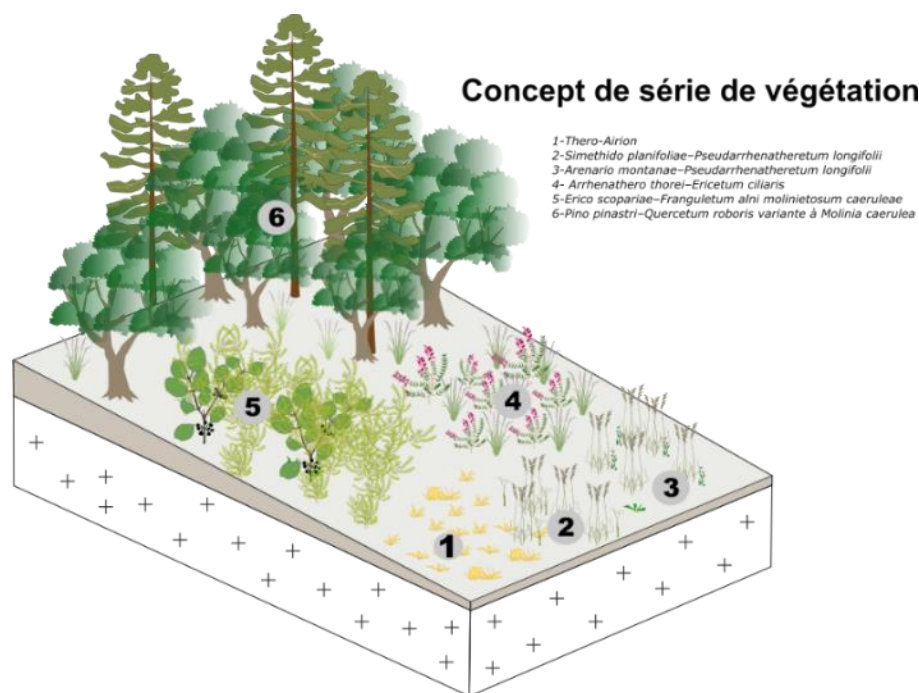


Figure 12 : Illustration schématisant le concept de série de végétation - exemple de la série du pin maritime et du chêne pédonculé (©Base de données graphiques © CBNSA - P. Delbosc)

Ce sont les facteurs écologiques qui définissent la série de végétation d'un habitat. Ils sont principalement liés aux caractéristiques climatiques (ensoleillement, température, continentalité, etc.) et aux caractéristiques pédologiques (degré de trophie, hygrométrie, équilibre acido-basique, texture, etc.). Ces paramètres déterminent la dynamique antérieure, actuelle et potentielle des végétations et donc prédisent l'évolution des communautés végétales en un lieu donné. Les continuités phyto-écologiques peuvent s'apparenter à des continuités écologiques spatio-temporelles puisqu'elles traduisent la dynamique des végétations sur un territoire (favorisant également le flux d'espèces inféodées aux différents stades successifs de végétations).

Cette approche a pour objectif de mettre en avant les continuités écologiques et diffère ainsi des approches classiquement utilisées. Elle se veut être une démarche complémentaire à l'élaboration de la trame verte et bleue à partir de la définition législative, en s'appuyant sur les communautés végétales et les facteurs écologiques. Elle nuance l'approche plus généraliste qui considère que la biodiversité peut coloniser de la même façon l'ensemble des milieux naturels. En effet, certains taxons nécessitent des conditions écologiques particulières (type de sol, humidité édaphique, ensoleillement, degré de trophie, etc.) pour se développer. L'étude des trames vertes et bleues grâce aux séries de végétation permet de rendre compte plus précisément des niches écologiques disponibles sur un territoire. Dans une optique de gestion des espaces naturels, cette méthode est particulièrement intéressante pour déterminer le rôle

des éléments de la trame verte et bleue pour la biodiversité et pour conserver les espèces rares nécessitant des conditions écologiques particulières pour se développer.

Ainsi, la définition des unités paysagères selon une approche physionomique et écologique intégrant les potentialités végétales (Géhu, 1988a, 1988b) s'avère particulièrement pertinente. Cette approche, transposée de la phytosociologie paysagère (ou symphytosociologie) présente un intérêt pour la définition des éléments constitutifs du paysage végétal, en lien avec l'histoire géographique et écologique des terroirs et leurs usages (Cristea et al. 2015). Grâce aux phyto-continuités, il est possible de mieux appréhender les trajectoires dynamiques des végétations, de mieux cerner la fonctionnalité des milieux (capacité de résilience notamment) et la nature des facteurs anthropiques qui leur sont associés (l'expression des stades dynamiques variant spatialement et structurellement au sein d'une série de végétation).

L'approche phytosociologique paysagère, appliquée en France dans le cadre du programme CarHab (Delbosc 2015, Demartini, 2016), apporte des éclairages sur les systèmes de végétation (biogéographique, écologique et dynamique des végétations). Les réflexions de cette seconde partie du rapport s'inscrivent dans la continuité de ces travaux pour mieux caractériser les unités paysagères fonctionnelles de la trame verte et bleue. Les notions suivantes ont été définies dans ce tableau récapitulatif (Géhu, 2006).

Tableau 1 : Principales notions de phytosociologie paysagère

Notions	Définitions
Communauté végétale	Ensemble plus ou moins homogène et structuré de plantes appartenant à une aire et un milieu déterminés
Biotope	Correspond à une portion du territoire écologiquement homogène (conditions édaphiques et climatiques identiques) possédant une communauté végétale stable (potentialité végétale) ainsi que des communautés de substitutions (stades dynamiques)
Physionomie des végétations	Elles constituent les principaux stades de la dynamique temporelle d'une série de végétation donnée
Série de végétation	Ensemble des groupements végétaux allant vers un climax par évolution progressive ou s'en éloignant par évolution régressive

III. MÉTHODOLOGIE

3.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est centrée sur Bordeaux Métropole. L'agglomération bordelaise regroupe un total de 28 communes et représente une surface totale d'environ 57 000 ha. Elle est composée de trois grandes unités biogéographiques :

- Le plateau Landais, à l'ouest, composé majoritairement de sables acides hygrophiles à xérophiles et s'étendant sur des terrasses moyennes à hautes ;
- La vallée alluviale de la Garonne, au centre, caractérisée par des terrasses basses, une humidité édaphique élevée et un pH proche de la neutralité ;
- Les coteaux calcaires, à l'est, présentant des sols aux tendances basiques et secs sur des versants abrupts à presque plats.

Entités biogéographiques sur Bordeaux Métropole

Cartographie des habitats naturels et spatialisation des enjeux de biodiversité sur Bordeaux Métropole - Avril 2017 - Avril 2020

- Limite de Bordeaux Métropole
- Entités biogéographiques - surface / Pourcentage
- Coteaux calcaires - 3707 ha / 6%
- Plateau landais - 16 700 ha / 29%
- Agglomération sur socle du plateau landais - 8132 ha / 14%
- Vallée alluviale de la Garonne - 14939 ha / 26%
- Agglomération sur socle alluvial - 14210 ha / 26%

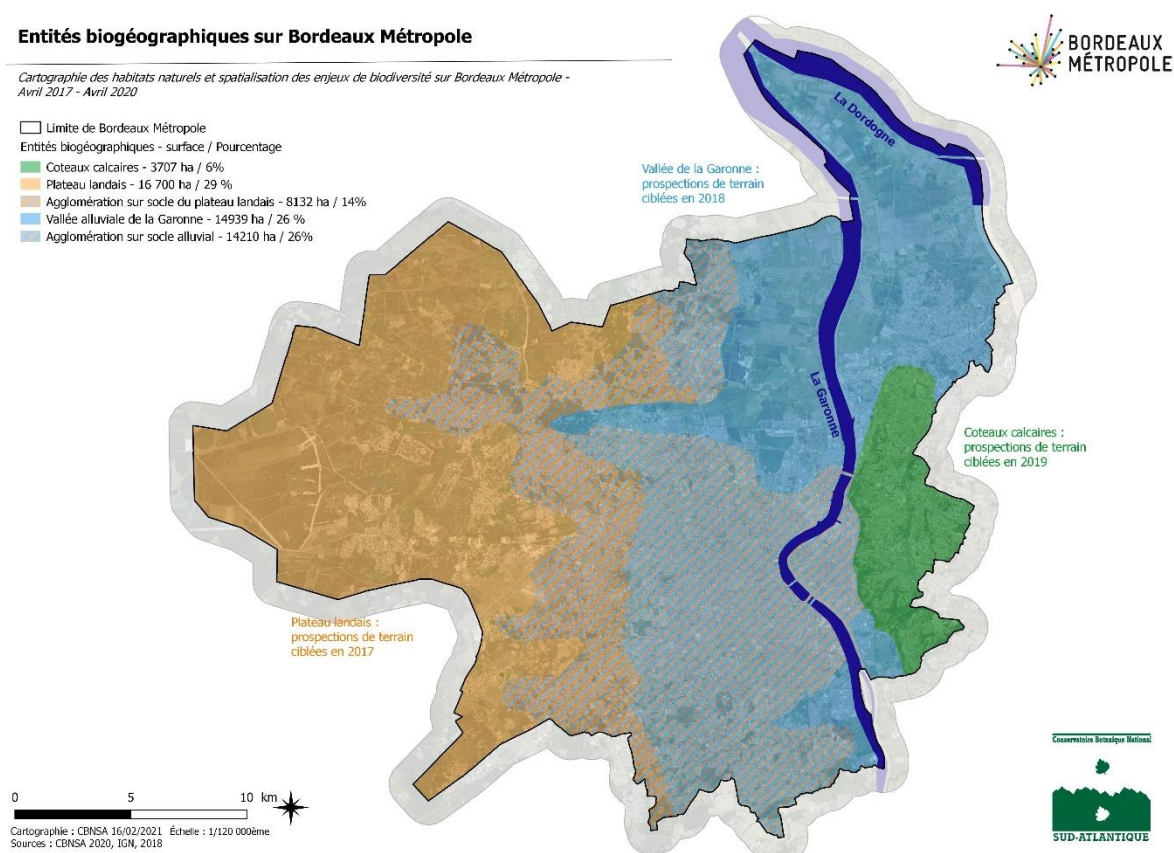


Figure 13. Présentation des entités biogéographiques de Bordeaux Métropole (Aird A., 2021)

Pendant longtemps, les seules données d'occupation du sol utilisables sur le territoire étaient fournies par le référentiel européen Corine Land Cover (Büttner, 2004). Cette base de données cartographiques recense les unités homogènes d'occupation des sols d'une surface minimale de 25 ha. 5 catégories d'occupation du sol sont comprises dans ces données : territoires artificialisés, territoires agricoles, forêts et milieux semi-naturels, zones humides et surface en eau. Étant donné le manque de précision à la fois de la description des milieux et de la résolution, les limites d'utilisation à une échelle locale sont rapidement atteintes.

Récemment, de nouvelles cartographies des habitats ont été produites à une échelle plus fine. Dans le cadre du premier plan d'action Biodiver'Cité, le CBNSA, en partenariat avec Bordeaux métropole, a réalisé, entre 2017 et 2020, des prospections visant à inventorier les habitats naturels et les enjeux de biodiversité végétale sur la métropole bordelaise. La cartographie produite en 2021 à l'issue de ce programme

d'inventaire représente la cartographie la plus récente et la plus complète dont nous disposons actuellement (Aird, 2021). En parallèle, les habitats naturels potentiellement présents sur le territoire ont été modélisés à l'échelle de la Gironde dans le cadre du programme national de modélisation cartographique des habitats naturels et semi-naturels de France appelé CarHab (Aussel et al., 2023 ; Delbosc, 2023).

Physionomie des végétations de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

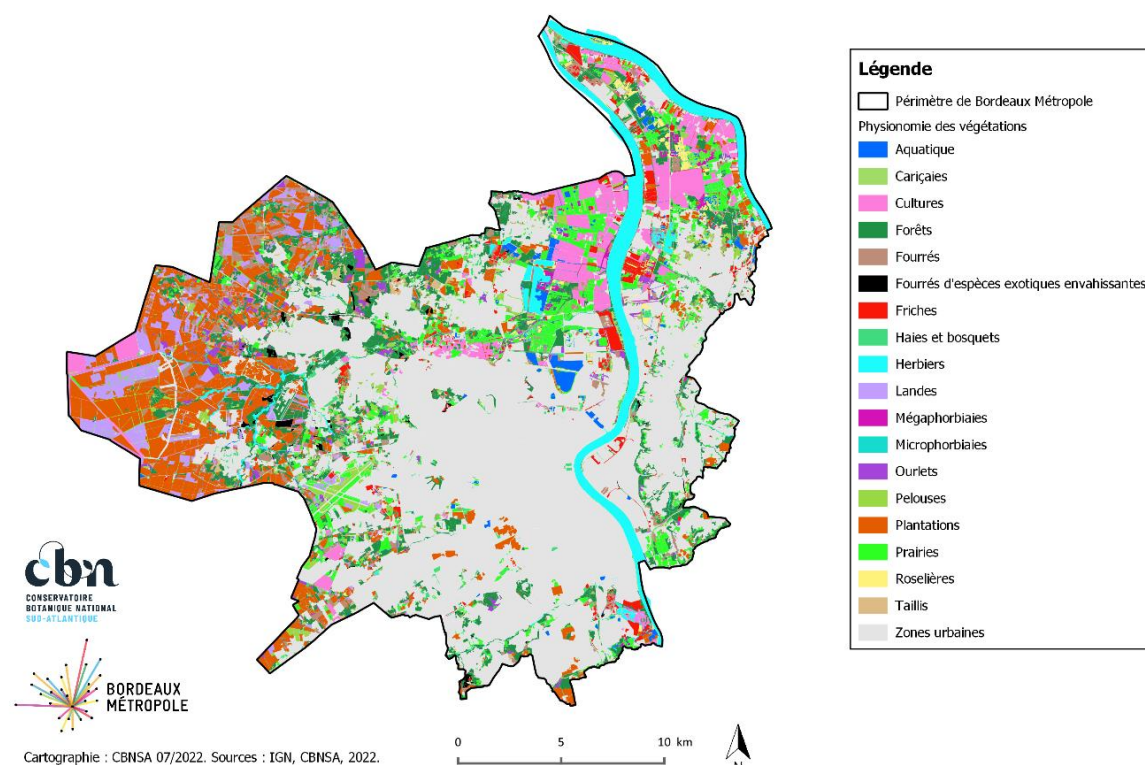


Figure 14. Physionomie des végétations de Bordeaux Métropole (Aird, 2021)

Du fait d'une méthodologie qui diffère entre les productions de ces deux jeux de données et de l'absence de données aussi précises en dehors du territoire métropolitain, la construction de la Trame verte et bleue proposée dans cette étude fait le choix de s'appuyer uniquement sur les éléments paysagers identifiés par la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021). Attention toutefois, les milieux naturels situés en périphérie du site d'étude peuvent en réalité participer aux connexions biologiques intra-métropolitaines. A l'avenir, un travail de précision de ces habitats sera intéressant à réaliser pour améliorer la conception de la TVB proposée dans cette étude.

Selon les secteurs, les habitats renseignés dans les données cartographiques ont été définis à partir d'observations de terrain (parfois même appuyé d'un relevé phytosociologique) ou par photo-interprétation (zones non accessibles en particulier pour les secteurs péri-urbains et urbains). Les données utilisées peuvent donc de niveaux de précision et d'exactitude variables en fonction des secteurs. Les milieux naturels ont été décrits au moyen de la phytosociologie (identification des syntaxons) et du rattachement aux typologies Corine Biotoques, EUNIS et Natura 2000 ainsi qu'à un critère physiognomique (Figure 14). Ce sont ces informations qui ont permis ensuite de définir les éléments constitutifs de la trame verte et bleue sur Bordeaux Métropole.

3.2 DEMARCHE METHODOLOGIQUE POUR LA TRAME BLEUE

3.2.1 La sous-trame du réseau hydrographique (cours d'eau)

Données utilisées

Conformément à la définition du Code de l'environnement, le réseau hydrographique forme une sous-trame de la trame bleue. Les plus grands d'entre eux ont pu être digitalisés dans la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021). Néanmoins, les cours d'eau de taille plus modeste sont difficilement cartographiables et ne sont pas présents dans ces données cartographiques. Des données complémentaires ont donc été recueillies pour compléter les informations sur le réseau hydrographique de Bordeaux Métropole.

La base de données BD Carthage (Cartographie Thématique des Agences de l'eau et du Ministère chargé de l'environnement) a été consultée dans un premier temps. Créée en 2013, cette base de données constituait le référentiel géographique national des réseaux hydrographiques et des masses d'eau libres. Parmi les six types d'objets qu'elle comprend, c'est l'objet « cours d'eau » qui a été étudié pour l'élaboration de cette sous-trame. Toutefois, cette base de données est aujourd'hui obsolète puisqu'elle n'a pas été mise à jour depuis plus de 8 ans.

Réseaux hydrographiques de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

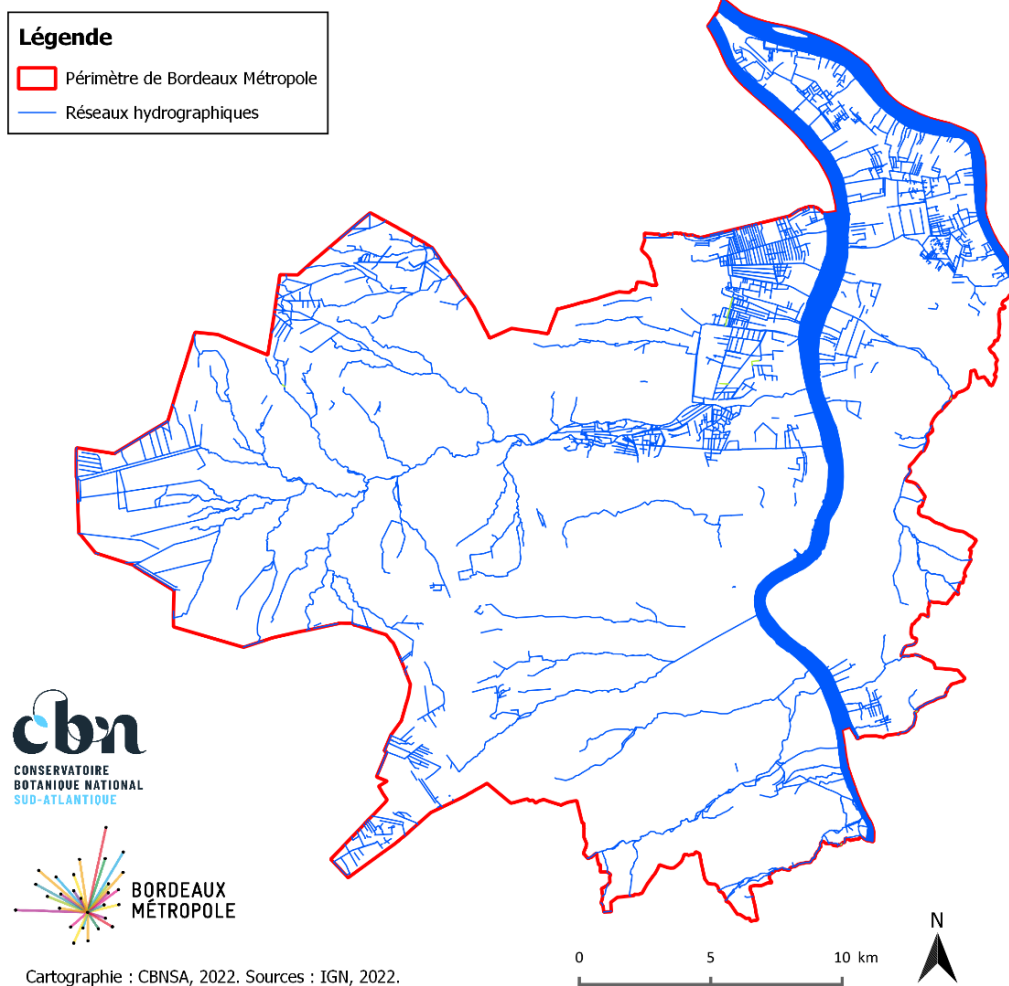


Figure 15. Réseaux hydrographiques de Bordeaux Métropole (BD Carthage, IGN, 2022)

Des données plus récentes concernant le réseau hydrographique sont disponibles dans la version 3 de la base de données BD TOPO® (IGN, 2022). La BD TOPO® est une description vectorielle des éléments du territoire et de ses infrastructures, dont les éléments paysagers ayant trait à l'eau (compartiment « hydrographie »). Depuis 2019, une nouvelle mise à jour est publiée chaque trimestre et constitue actuellement la source de données la plus fiable pour appréhender les principaux cours d'eau d'un territoire.

L'Open Data de Bordeaux Métropole a également permis d'identifier le tracé de certains réseaux hydrographiques grâce au jeu de données sous Licence ouverte nommé « Surface d'eau » (Bordeaux Métropole, 2022). Ce jeu de données est mis à jour en continu par les agents de Bordeaux Métropole à partir de remontées d'information des services de Bordeaux Métropole, des orthophotos successives et de constats faits sur le terrain. Il comprend un grand nombre d'entités : 17 290 objets au total. Les nombreuses données présentes dans L'Open Data de Bordeaux Métropole comprennent des fossés et des réseaux hydrographiques artificiels peu fonctionnels pour la biodiversité rendant difficile le discernement des entités intéressantes à prendre en compte de celles à ignorer pour la conception de la TVB. Ces données ont surtout été utilisées pour préciser le tracé des réseaux hydrographiques mentionnés dans la BD TOPO®.

Quels réseaux hydrographiques intégrer à la trame bleue ?

Afin de répondre à la première partie de la définition de la trame bleue par le Code de l'environnement, les cours d'eau classés au titre de la continuité écologique (article L 214-17 du Code de l'environnement) doivent obligatoirement être intégrés à la trame bleue. Les cours d'eau classés au titre de la continuité écologique sont répartis en deux listes. La liste 1 regroupe les cours d'eau en très bon état dont la continuité écologique n'est pas dégradée. La liste 2 concerne les cours d'eau ou tronçons de cours d'eau nécessitant des actions de restauration de la continuité écologique pour permettre le transport des sédiments et la libre-circulation des poissons. L'ensemble des cours d'eau métropolitains concernés par les listes 1 et 2 ont été ajoutés à la trame bleue.



Figure 16. La Jalle de Blanquefort à Saint-Médard-en-Jalles

La troisième partie de la définition du Code de l'environnement mentionne que tous les autres « cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux importants pour la préservation de la biodiversité » peuvent être intégrés à la trame bleue. Sans passage sur le terrain et connaissances approfondies des différents réseaux hydrographiques, il est difficile de distinguer quels réseaux hydrographiques participent à la biodiversité du territoire.

Dans un premier temps, pour distinguer les cours d'eau métropolitains importants pour la biodiversité, la TVB s'est assurée de tenir compte des cours d'eau du département de la Gironde définis au sens de la police de l'eau (DDTM33, 2022). Selon l'article L215-7-1 du Code de l'environnement : « Constitue un cours d'eau, un écoulement d'eaux courantes dans un lit naturel à l'origine, alimenté par une source et présentant un débit suffisant la majeure partie de l'année ». La continuité du régime hydrologique favorisant l'expression de la biodiversité, l'ajout des cours d'eau au sens de la police de l'eau au sein de la trame bleue est pertinent.

La méthode retenue ensuite pour distinguer les autres réseaux hydrographiques importants du territoire est l'étude de la connexion entre les zones humides métropolitaines et le réseau hydrographique. Les zones humides permettant l'alimentation en eau des cours d'eau et garantissant le développement d'une biodiversité associée aux milieux humides et aquatiques le long des tronçons hydrographiques auxquels elles sont connectées, tous les réseaux hydrographiques en lien avec une zone humide fonctionnelle ont été intégrés dans la trame bleue.

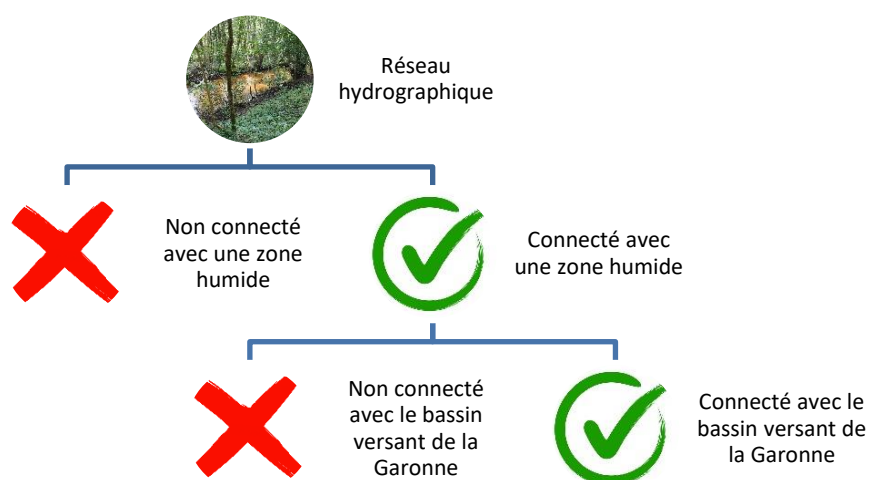


Figure 17. Processus de sélection des réseaux hydrographiques à ajouter à la trame bleue

Les réseaux hydrographiques connectés à des zones humides en amont mais déconnectés de leur bassin versant en aval n'ont cependant pas été pris en compte dans cette analyse. C'est le cas notamment de fossés en bordure de cultures dont les écoulements stagnent et rejoignent les nappes d'eau souterraines, sans transiter par le réseau hydrographique ou de cours d'eau busés dans le centre-urbain de Bordeaux Métropole. Tous les réseaux hydrographiques busés sur plus d'un kilomètre de longueur ont été considérés comme faisant l'objet d'une rupture de continuité et n'ont donc pas été intégrés au sein de la trame bleue, sauf pour le bassin versant du Peugue pour lequel un plan pluriannuel de gestion (PPG) est en cours d'élaboration. Malgré le busage de ce cours d'eau sur sa partie aval, sa prise en compte semblait importante du fait d'une stratégie de gestion visant à préserver les ruisseaux et leurs zones humides sur sa partie amont.

3.2.2 Les sous-trames des milieux humides

Données utilisées

La construction de la trame bleue requiert également une sous-trame correspondant aux milieux humides. Dans les milieux humides peuvent être intégrées les zones humides et les masses d'eau libre du territoire. En ce qui concerne les zones humides, il n'existe pas, à ce jour, d'inventaire exhaustif sur le territoire métropolitain selon les critères botaniques et pédologiques de l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié. De ce fait, il n'est pas possible d'intégrer avec précision l'ensemble des zones humides du territoire.

Des données concernant les zones humides ont toutefois été renseignées dans la cartographie des habitats de Bordeaux Métropole (Aird, 2021). Les zones humides issues de ces données ont été identifiées uniquement à partir du critère habitat (pas d'utilisation du critère pédologique). Les zones humides situées sur des milieux artificialisés (cultures), semi-artificialisés (prairies ensemencées, plantations, jachères, etc.) ou sur des végétations ne traduisant pas le caractère humide du sol ne sont donc pas prises en compte dans cette approche. Bien que les données utilisées soient partielles et ne reflètent pas les surfaces de zones humides réellement présentes sur Bordeaux Métropole, elles ont pour avantage la prise en compte de zones humides fonctionnelles.

Dans les données cartographiques des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021), à chaque typologie d'habitat a été associée une catégorie :

- « OUI » : habitat caractéristique de zone humide ;
- « OUI ? » : habitat potentiellement caractéristique de zone humide mais lors du passage du botaniste la végétation humide ne représentait pas plus de 50% de recouvrement ;
- « Pro parte » : habitat pouvant être humide ou non humide ;
- « NON ? » : habitat non caractéristique de zone humide mais le critère sol pourrait potentiellement contredire ce diagnostic ;
- « NON » : habitat non caractéristique de zone humide.

Ces catégories se réfèrent à l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides. Les habitats classés en tant que *pro parte* constituent des milieux sur lesquels les communautés végétales ne permettent pas, à elles seules, de conclure sur la nature humide du sol. En l'absence de sondage pédologique, il n'est pas possible de statuer sur le caractère humide du sol au niveau de ces entités. Seuls les habitats renseignés en tant que zones humides « OUI » ont été utilisés dans la construction de la sous-trame des zones humides.



Figure 18. Illustration d'une zone humide identifiable à partir du critère habitat

Pour les masses d'eau libre, les données cartographiques des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021) ont également été utilisées. Elles sont identifiables grâce aux codes Corine Biotopes « 22.1 - Eaux douces » et Eunis « C1 - Eaux dormantes de surface ».

Comme pour le réseau hydrographique, les données de la BD TOPO® ont servi à compléter les informations sur les mares et plans d'eau du territoire. Les objets « Plans d'eau » et « Surface hydrographique » ont été étudiés. Outre ces données, une couche SIG rassemblant la localisation des lagunes sur le plateau landais a été exploitée (Kuntzburger et al., 2024). Cette couche agglomère des travaux de différents partenaires travaillant sur les lagunes (Conseil départemental des Landes, PNR du Médoc, Syndicat d'aménagement du Bassin Versant du Ciron, SMIDDEST et CBNSA)

Quels milieux humides intégrer à la trame bleue ?

Suivant la deuxième partie de la définition réglementaire de la trame bleue, "tout ou une partie" des zones humides peuvent y figurer. L'intégration des zones humides ayant un rôle pour la régulation de l'eau et/ou pour la biodiversité est demandée. Il est possible d'exclure, à l'inverse, les zones humides ayant un intérêt hydraulique ou biologique faible. A partir des données cartographiques utilisées, toutes les zones humides peuvent être considérées comme d'intérêt pour la biodiversité et pour la régulation de l'eau car elles ont été identifiées à partir du critère habitat et ont donc théoriquement un peuplement végétal typique de zone

humide. De plus, les zones humides fonctionnelles sont des milieux qui, par définition, sont des réservoirs de biodiversité. Par conséquent, l'ensemble des zones humides inventorié dans la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole sera intégré à la trame bleue.

Les masses d'eau libre présentent de forts enjeux de biodiversité et il est nécessaire de les prendre en compte. Sur le territoire métropolitain, deux types de masses d'eau libre sont considérés comme d'intérêt pour la biodiversité. Le premier concerne les lagunes. On entend ici par le terme « lagune », une mare naturelle généralement de faible profondeur formée par un affaissement des horizons sous-jacents aux podzols du plateau landais. Ces masses d'eau libre ont, sans conteste, un rôle important pour la biodiversité puisqu'elles accueillent des espèces végétales et animales rares, dépendantes des communautés végétales présentes dans ces milieux. Les conditions édaphiques à la fois acides, oligotrophes et humides à aquatiques des lagunes permettent le développement de végétations amphibies particulières. Ces milieux d'intérêts font d'ailleurs l'objet d'une ZNIEFF de type 1 sur la métropole (ZNIEFF n° 720030128 - Lagunes et mares du nord-ouest bordelais). Il est donc essentiel de les intégrer à la trame bleue.



Figure 19. Lagune et son herbier à *Potamogeton polygonifolius*

Le second type de masses d'eau libre à fort enjeu pour la biodiversité est formé par les grands plans d'eau supérieurs à 10 ha. La forte valeur écologique de ces milieux est justifiée par le fait qu'ils accueillent une avifaune spécialisée et rare à l'échelle nationale (*Anatidae*, *Laridae* et *Podicipedidae* notamment). L'intérêt biologique de ces masses d'eau libres est d'ailleurs mentionné dans la législation BCAE qui impose une zone de non-traitement aux abords des plans d'eau supérieurs à 10 ha. Ce chiffre constitue la surface minimale retenue pour qu'un plan d'eau soit considéré en tant que grand plan d'eau et donc pour l'inclure au sein de la trame bleue.

Enfin, pour les autres mares et plans d'eau du territoire (hors lagunes et plans d'eau supérieurs à 10 ha), il est plus difficile d'appréhender leur intérêt biologique. Certains d'entre eux peuvent avoir un intérêt néfaste pour la biodiversité (cas des plans d'eau sur cours augmentant la température de l'eau et perturbant la continuité écologique des cours d'eau) alors que d'autres, à l'inverse, sont sources de biodiversité en fournissant des zones de reproduction à des espèces rares et menacées. C'est notamment le cas pour les amphibiens, les odonates et les reptiles comme la Cistude d'Europe. Pour les odonates et les reptiles, la littérature fait état d'une capacité de dispersion autour de leur zone de reproduction généralement supérieure à 1 km (Sordello 2013 ; Deville, 2015). Les amphibiens ont, quant à eux, des capacités de déplacement variables. Les moins mobiles d'entre eux ne peuvent cependant se déplacer que d'une centaine de mètres pour rejoindre leur zone de reproduction (Baker & al, 2011 ; SHNVSL, 2015). Il s'agit du groupe faunistique à priori le plus exigeant par rapport à la fragmentation des milieux humides et dont les populations peuvent être directement menacées par leur destruction.

Par conséquent, la méthode retenue pour discriminer les mares et plans d'eau ayant un intérêt pour la biodiversité s'appuie sur l'utilisation d'une bande tampon appliquée aux milieux humides dont la valeur est estimée à partir des capacités de dispersion des amphibiens. Dans cette étude, la valeur de la bande tampon choisie est de 150 m. Elle correspond à un déplacement maximal de 300 m entre deux entités humides. Cette valeur concorde avec les recommandations de l'Amphibian Habitat Management Handbook qui indique que les créations de mares doivent être prévues à une distance maximale de 300 m pour que cela soit bénéfique pour les espèces d'amphibiens les moins mobiles (Baker & al, 2011). Ainsi, lorsque deux bandes tampons de 150 m se recoupent, les masses d'eau libre sont considérées comme connectées entre elles. Les masses d'eau libre connectées à moins de 300 m avec d'autres milieux humides sont intégrées dans la trame bleue. À l'inverse, lorsqu'un tampon ne recoupe aucune entité, les masses d'eau libre sont considérées comme non connectées et ne sont pas prises en compte.



Figure 20. Visualisation des masses d'eau libre connectées entre elles à partir d'une bande tampon de 150 m

3.2.3 Bilan de la méthodologie trame bleue

En résumé, la trame bleue est constituée de trois sous-trames : la sous-trame du réseau hydrographique (cours d'eau), la sous-trame des mares et plans d'eau et la sous trame des zones humides. Au sein de la sous-trame des cours d'eau sont intégrés tous les réseaux hydrographiques ayant un rôle pour la biodiversité métropolitaine (ceux classés au titre de la continuité écologique et ceux connectés aux zones humides). La sous-trame des milieux humides comprend, quant à elle, l'ensemble des zones humides fonctionnelles (identifiées à partir du critère habitat) ainsi que les masses d'eau libre à forte valeur écologique.

Tableau 2 : Bilan des données utilisées pour définir les milieux naturels de la trame bleue

Sous-trame concernée	Données utilisées
Sous-trame du réseau hydrographique (cours d'eau)	BD Topo (IGN, 2022) « Surface d'eau » (Bordeaux Métropole, 2022) Réseaux hydrographiques classés au titre de la continuité écologique (DREAL, 2016) Réseaux hydrographiques classés en tant que cours d'eau au sens de la police de l'eau (DDTM33, 2022)
Sous-trame des mares et plans d'eau	BD Topo (IGN, 2022) Inventaire des lagunes (Kuntzburger et al., 2024 + Aird; 2021) Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021)
Sous-trame des zones humides	Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021)

3.3 DEMARCHE METHODOLOGIQUE POUR LA TRAME VERTE

3.3.1 La sous-trame des milieux boisés

Données utilisées

D'après le Code de l'environnement, la trame verte se divise au minimum en deux sous-trames : la sous-trame des milieux boisés et la sous-trame des milieux ouverts. Les milieux boisés sont identifiables à partir de la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021).

Quels milieux boisés intégrer à la trame verte ?

Deux options sont envisageables : 1) Considérer l'ensemble des boisements (plantations et boisements naturels) au sein de la trame verte en considérant qu'ils ont tous une valeur écologique importante pour le territoire ; 2) Considérer seulement les boisements naturels car leur valeur écologique est supérieure aux plantations.

Sur Bordeaux Métropole, les plantations identifiées dans la cartographie des habitats naturels sont majoritairement composées de plantations de résineux. Elles comprennent également d'autres types de plantations : peupleraies, autres plantations de feuillus caducifoliés, vergers et vignes. Les plantations sont pour la plupart situées sur le plateau landais à l'ouest de la métropole (Figure 21). Elles forment un grand ensemble cohérent dans lequel sont imbriqués quelques boisements naturels. Elles peuvent donc, au même titre que les boisements naturels, avoir un rôle en tant que corridors biologiques pour les espèces peu exigeantes sur le plan écologique.

Physionomie des boisements de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

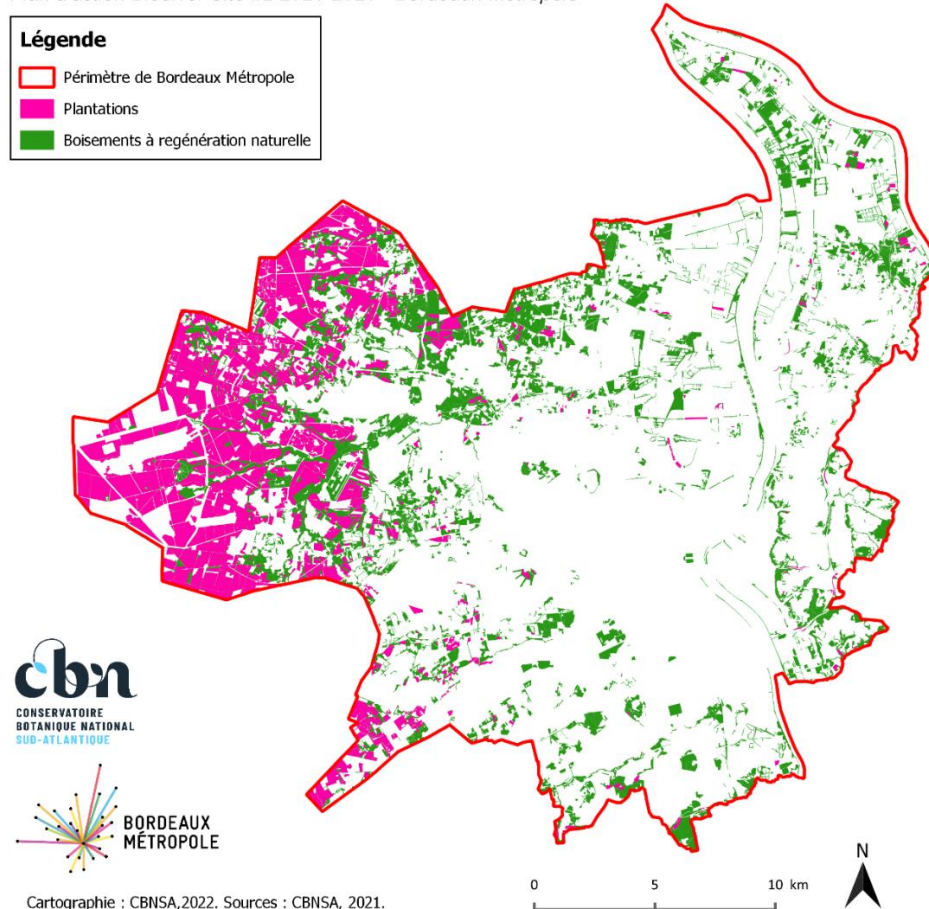


Figure 21. Physionomie des boisements de Bordeaux Métropole

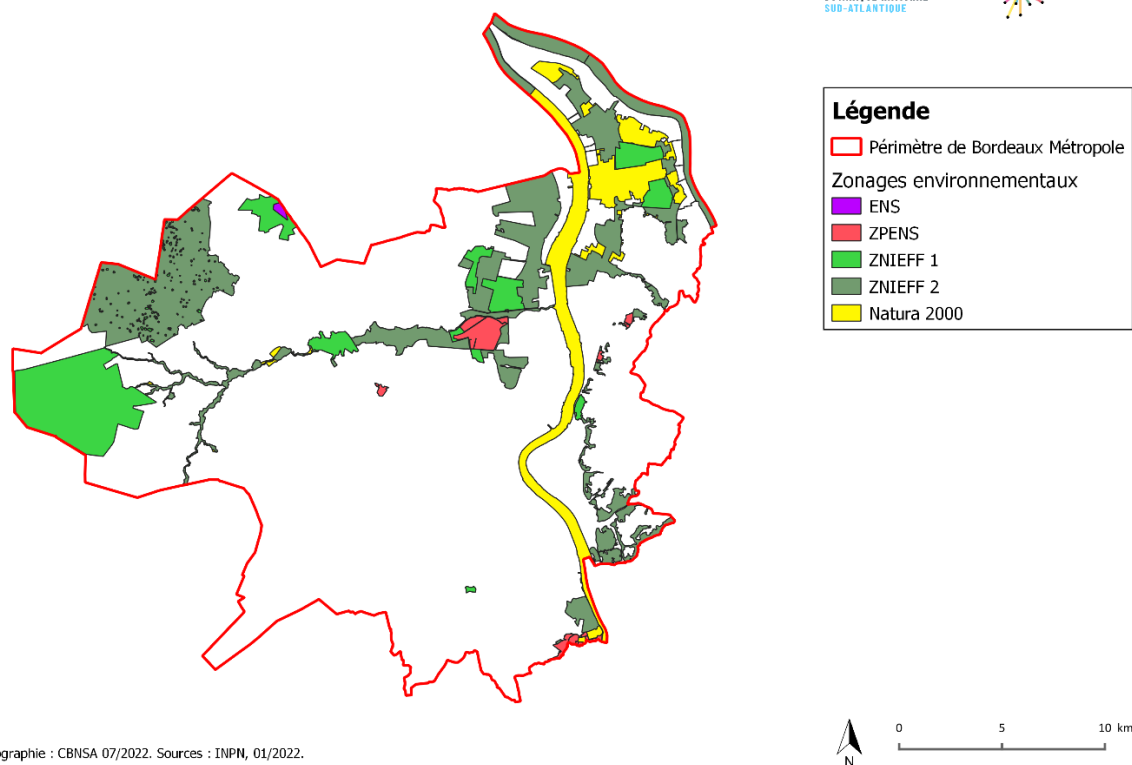
Pour autant, l'intérêt biologique des plantations est discutable. Il conviendrait d'étudier au cas par cas chacune d'elle pour déterminer si la présence d'une strate herbacée, arbustive ou arborée d'intérêt est présente au niveau de ces habitats (cas des peupleraies en association avec des mégaphorbiaies, des pinèdes en association avec des landes humides ou encore des plantations anciennes à l'abandon en association avec une chênaie). Ces données, à l'heure actuelle, ne sont pas suffisamment précises pour l'ensemble des plantations. La gestion anthropique de ces milieux pouvant fortement conditionner les communautés végétales, des compléments de terrain pourront être réalisés pour identifier les plantations les plus intéressantes pour la biodiversité. L'intégration de ces milieux dans la trame verte pourra alors être effectuée.

En l'absence de ces données, **la conception de la trame verte dans cette étude fait le choix de ne retenir que les boisements naturels**. Cette décision est justifiée par le fait que les plantations ne sont pas menacées de disparaître à court terme et que le but de la trame verte et bleue est de protéger les éléments paysagers les plus importants du territoire. Ainsi, seules les physionomies "Forêts" et "Haies et bosquets" de la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole ont été utilisées pour identifier les boisements naturels constitutifs de la Trame verte et bleue (Aird, 2021).

La première partie de la définition de la trame verte du Code de l'environnement demande à ce que les espaces protégés soient pris en compte. Sur Bordeaux Métropole, 5 types de zonages environnementaux sont présents : ENS, ZPENS, ZNIEFF 1, ZNIEFF 2 et sites Natura 2000. Chaque zonage relève des secteurs à fort enjeux pour la biodiversité. Certains d'entre eux réglementent les activités humaines au sein du périmètre identifié (Natura 2000 et ENS) alors que d'autres ont une visée plus informative (ZNIEFF de type 1 et de type 2 et ZPENS). Dans cette étude, l'élaboration de la trame verte considère l'ensemble des zonages environnementaux quelle que soit leur visée (informative ou réglementaire).

Zonages environnementaux de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole



Cartographie : CBNSA 07/2022. Sources : INPN, 01/2022.

Figure 22 Zonages environnementaux de Bordeaux Métropole

Un zonage environnemental est composé d'un assemblage de plusieurs milieux naturels, semi-naturels ou anthropiques. L'ensemble des habitats compris dans le périmètre des zonages environnementaux ne peut pas être repris tel quel dans la trame verte pour plusieurs raisons :

- La trame verte est censée regrouper uniquement des habitats terrestres, les milieux strictement aquatiques font partie de la trame bleue et non de la trame verte (cas des masses d'eau Garonne et Dordogne par exemple) ;
- Dans l'enveloppe surfacique des zonages réglementaires, des milieux anthropisés tels que des zones bâties ou des cultures sont présents (cas par exemple de la ZNIEFF de type 2 - Marais du Médoc de Blanquefort à Macau). Or, la définition du Code de l'environnement précise que la trame verte doit intégrer uniquement des milieux naturels ou semi-naturels (milieux artificialisés exclus) ;
- La trame verte se divise au minimum en une sous-trame boisée et une sous-trame ouverte. Ces deux grands types d'habitats doivent donc être discriminés au sein des zonages environnementaux.

Par conséquent, au sein des zonages environnementaux, seuls les habitats boisés et ouverts ont été sélectionnés pour intégrer la trame verte. Les milieux boisés issus des zonages environnementaux constituent ainsi une première partie de la sous-trame boisée.

Le Code de l'environnement mentionne également que « les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité » et que les corridors écologiques reliant ces espaces entre eux doivent être pris en compte dans la trame verte. À ce titre, les grands ensembles boisés du territoire peuvent être considérés comme des espaces naturels importants à préserver. En effet, comme vu précédemment, les boisements constituent le second réservoir de biodiversité le plus important pour la faune de Bordeaux Métropole après les zones humides.

L'approche retenue pour distinguer les zones boisées ayant un rôle de corridors biologiques, des boisements à intérêt plus faible est l'utilisation d'une bande tampon associée à une surface minimale. Recourir à une surface minimale permet de ne pas discriminer les boisements qui ne seraient connectés à aucun autre mais dont la taille importante permet à elle seule de garantir un intérêt pour la biodiversité. Le choix de la valeur de la surface minimale est à considérer en fonction du contexte géographique du territoire étudié. Les modélisations de la trame verte en contexte rural et à l'échelle régionale ou départementale retiennent généralement la valeur de 4 ha. Cette valeur est issue du Code Forestier qui réglemente la coupe des boisements supérieurs à 4 ha via l'obtention d'une autorisation de défrichement. Néanmoins, en contexte urbain de plus petite taille, les surfaces boisées sont moins importantes et cette valeur est souvent abaissée à 1 ha voire à 0,5 ha, comme c'est le cas dans la construction de la trame verte en Ile-de-France (DRIAAF Ile-de-France, 2019).



Figure 23. Utilisation d'une bande tampon pour distinguer les boisements ayant un rôle de corridors biologiques

La surface minimale peut être définie à partir de la surface d'un boisement pris indépendamment ou de la surface de l'ensemble des boisements connectés entre eux. Par exemple, deux boisements de 2,5 ha distants de moins 100 m peuvent être appréciés comme une seule et même surface de 5 ha puisqu'il y a un échange théorique de population entre ces deux entités. Dans les zones urbaines, où les boisements sont fragmentés et où la dispersion de la biodiversité s'effectue en saut de puces, cette seconde approche est à privilégier. Ainsi, étant donné le contexte urbain de Bordeaux Métropole, une surface minimale cumulée de 1 ha a été utilisée pour cerner les enjeux de biodiversité du territoire.

Pour la valeur de la bande tampon, elle est déterminée à partir du groupe faunistique ayant les capacités de déplacement les plus faibles au niveau des milieux boisés. Comme vu dans la partie "Biodiversité intrinsèque à Bordeaux Métropole", 4 groupes faunistiques protégés fréquentent les boisements métropolitains : les oiseaux, les insectes saproxylophages, les reptiles et les mammifères. La littérature fait état de capacités de déplacement supérieures à 1 km pour les insectes saproxylophages, les reptiles et la plupart des mammifères (Sordello, 2013).

À l'inverse, plusieurs études scientifiques ont démontré que la fragmentation des milieux boisés de l'ordre de quelques centaines de mètres pouvait induire de fortes difficultés d'échanges de populations pour la petite avifaune des milieux boisés (Marzluff & Ewing, 2001 ; Neuschulz & al., 2012). L'étude de Van Dorp et Opdam en 1987 montre notamment que l'augmentation de la densité de boisements dans un paysage favorise une plus grande richesse spécifique au niveau de l'avifaune (Van Dorp & Opdam, 1987). Même si, la plupart du temps, les oiseaux inféodés aux milieux boisés n'ont pas de difficultés pour se déplacer, il est reconnu que, durant la période de nidification, les parents ne s'éloignent généralement pas à des distances inférieures à quelques centaines de mètres du nid (Barbaro & al, 2008 ; Denac & al, 2019). De plus, les espèces métropolitaines tels que le Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*) ou la Sittelle torchepot (*Sitta europaea*) ont tous deux de faibles capacités de déplacements. La littérature fait état d'une distance de vol maximale de ces oiseaux d'environ 50 m (Matthysen, 1995 ; Gianpasquale, 2017).



Figure 24. Sittelle torchepot européenne à ventre roux © Dominique Huyghe

C'est pourquoi, la valeur de la bande tampon utilisée dans le cadre de cette étude pour discriminer les boisements est de 25 m. Cette distance correspond plus ou moins aux capacités de déplacement des espèces les plus exigeantes s'épanouissant sur les milieux boisés métropolitains. La valeur de la bande tampon choisie sera également profitable aux petits mammifères et invertébrés terrestres qui ont également des capacités de déplacement limitées (Verboom & Van Apeldoorn, 1990 ; Niemela, 2001). Dans cette conception de la trame verte, les entités boisées connectées entre elles à moins de 50 mètres et dont la surface minimale est supérieure à 1 ha seront donc intégrées à la trame verte.

Enfin, la dernière partie de la définition du Code de l'environnement demandant que la trame verte intègre la ripisylve des cours d'eau BCAE et des plans d'eau de plus de 10 ha, les éléments boisés situés aux abords de ces masses d'eau libre seront donc nécessairement ajoutés à la trame verte, sans considération de taille minimale ou de connexion avec d'autres entités.

3.3.2 La sous-trame des milieux ouverts

Données utilisées



La sous-trame des milieux ouverts compose la seconde sous-trame de la trame verte. Comme pour les milieux boisés, les données de la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021) ont été utilisées pour spatialiser les milieux ouverts sur le territoire. Les habitats renseignés par des codes Corine 8 correspondant aux "Terres agricoles et paysages artificiels" ont été supprimés des données utilisées pour les milieux ouverts. En effet, les cultures intensives ou les prairies ensemencées monospécifiques sont des milieux anthropisés qui ne doivent pas être intégrés à la trame verte selon la définition du Code de l'environnement. De même, les milieux ouverts en mosaïque avec d'autres types de milieux n'ont pas été pris en compte s'ils ne représentaient pas l'habitat dominant (ex: plantation de pins avec une strate herbacée renseignée).

Quels milieux ouverts intégrer à la trame verte ?

Comme pour la sous-trame des milieux boisés, les milieux ouverts issus des zonages réglementaires sont extraits pour être intégrés à la trame verte et ce, quelle que soit leur physionomie (landes, prairies, mégaphorbiaies, etc.). En effet, la création de certains zonages découle d'enjeux faunistiques ou floristiques liés aux milieux ouverts qu'il convient de prendre en compte dans la trame verte. Bien qu'un seul type d'habitat puisse parfois être déterminant dans les fiches descriptives des zonages, l'ensemble des habitats naturels permettant aux espèces à enjeu de se déplacer et d'accomplir leur cycle de vie est important à prendre en compte.

Pour les milieux ouverts localisés en dehors des zonages réglementaires, leur intégration dans la trame verte peut être réalisée s'ils présentent un intérêt pour la biodiversité et notamment pour la flore puisque, comme vu précédemment, les milieux ouverts regroupent plus de 30% des espèces végétales protégées sur la métropole. L'étude des milieux ouverts à fort enjeu de conservation doit être appréhendée à partir des habitats d'intérêts communautaires renseignés dans la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021).

L'ajout de ces milieux dans la trame verte est justifié par le fait que :

-  Les habitats d'intérêt communautaire ont, par définition, de forts enjeux floristiques et faunistiques (le bon état de conservation des habitats ouverts permet le développement d'une végétation riche et diversifiée favorisant notamment la présence d'insectes pollinisateurs ; Porcher & Colin, 2019) ;
-  En dehors des zonages environnementaux, les habitats d'intérêt communautaire représentent une faible surface sur Bordeaux Métropole et ont tendance à se raréfier.

Tous les milieux ouverts d'intérêt communautaire seront ajoutés à la trame verte. Aucune distinction entre les entités connectées ou non connectées est réalisée puisque les habitats d'intérêt communautaire, tout comme les zones humides, présentent une biodiversité intrinsèquement riche.

3.3.3 Bilan de la méthodologie trame verte

En conclusion, la trame verte de Bordeaux Métropole se compose de deux sous-trames : une sous-trame pour les milieux boisés et une sous-trame pour les milieux ouverts. Cette conception de la trame verte permet de prendre en compte des enjeux de biodiversité exceptionnels compris dans les zonages environnementaux du territoire mais aussi d'autres enjeux plus ordinaires, en proposant d'intégrer les milieux boisés ayant un rôle de corridors pour la faune ainsi que les milieux ouverts importants pour la flore.

Tableau 3 : Bilan des données utilisées pour définir les milieux naturels de la trame verte

Sous-trame concernée	Éléments paysagers	Données utilisées
Sous-trame des milieux boisés	Entités boisées issues des zonages réglementaires	Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021) Zonages environnementaux (INPN, 2022)
	Entités boisées ayant un rôle en tant que corridors biologiques	Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021)
	Entités boisées correspondant aux ripisylves des masses d'eau BCAE	Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021) Cours d'eau BCAE et plan d'eau de plus de 10 ha (DDTM, 2017)
Sous-trame des milieux ouverts	Milieux ouverts issus des zonages réglementaires	Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021) Zonages environnementaux (INPN, 2022)
	Milieux ouverts d'intérêt communautaire	Cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021) Code_eur "1410", "6210", "6230", "6410", "6430", "6510", "7150", "7230"

3.4 METHODE D'IDENTIFICATION DES CONTINUITES PHYTO-ÉCOLOGIQUES

3.4.1 Données floristiques et phytosociologiques

Afin de déterminer les caractéristiques écologiques des habitats, l'étude des relevés phytosociologiques est indispensable. Un relevé phytosociologique repose sur un inventaire floristique (Braun-Blanquet et al., 1932) associé à des coefficients semi-quantitatifs et qualitatifs (abondance-dominance, sociabilité) et de notations écologiques (topographie, climat, pédologie, menaces...)(Dengler, 2016). Il représente donc à la fois une étape analytique et descriptive de la communauté (Géhu, 2006). Ces données constituent des informations importantes puisque c'est à partir de l'analyse des relevés de végétation qu'il est possible de déterminer le nom de la végétation (association végétale), sa physionomie mais également le biotope sur lequel elle se développe.

Le nombre et la qualité des relevés phytosociologiques effectués sur un territoire influent sur la caractérisation des séries de végétation et par conséquent sur l'interprétation que l'on attribue ensuite aux résultats. L'ensemble des relevés de végétation disponible sur Bordeaux Métropole a été extrait de la base de données de l'OBV-NA. Au total, l'analyse a porté sur 633 relevés de végétation.

Données floristiques et phytosociologiques sur Bordeaux Métropole

Cartographie des habitats naturels et spatialisation des enjeux de biodiversité sur Bordeaux Métropole -
Avril 2017 - Avril 2020

Etat des connaissances sur le périmètre de Bordeaux Métropole et un tampon d'1 km

□ Limite de Bordeaux Métropole

● Relevés phytosociologiques : 786

● Données floristiques (préexistantes et réalisées entre 2017 et 2019) : 46506 données ponctuelles - 4244 linéaires - 13577 surfaciques

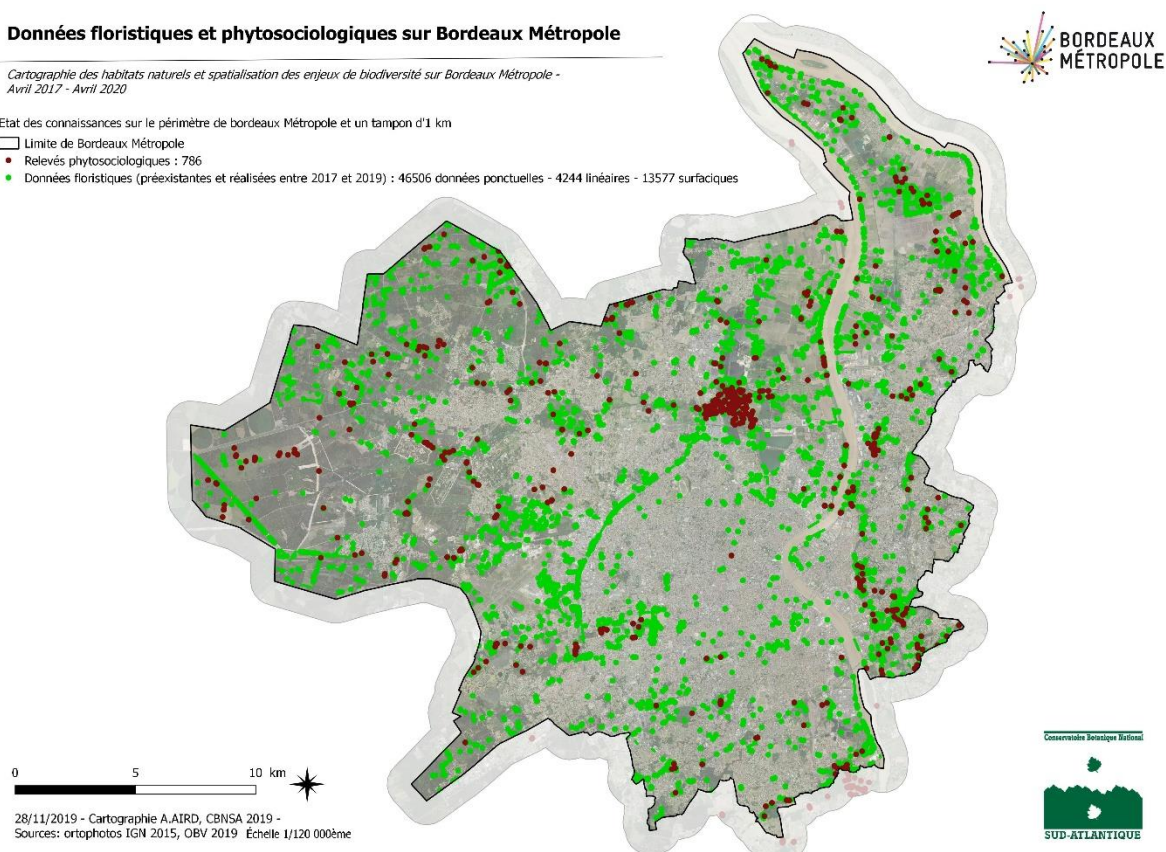


Figure 25. Carte de répartition des relevés phytosociologiques utilisés pour définir les continuités phyto-écologiques

3.4.2 Définition des séries de végétation

À l'échelle de Bordeaux Métropole, les facteurs climatiques (ensoleillement, pluviométrie, continentalité) sont considérés comme égaux et non structurants pour les communautés végétales. Les deux principaux facteurs qui régissent la répartition et la dynamique des séries de végétation sont l'humidité et l'acidité du sol (Aird, 2021). Grâce aux relevés phytosociologiques déjà effectués sur le territoire, chaque communauté végétale a pu être rattachée à un niveau d'acidité et d'humidité du sol.

Humidité édaphique

La distinction entre les trois classes d'humidité édaphique choisies s'appuie sur l'indice d'Ellenberg d'humidité édaphique. Cet indice est évalué à partir du référentiel Ellenberg (Ellenberg, 1988, première édition en 1974) où chaque espèce végétale est associée à une valeur variant de 1 à 12 (Tab. 4).

Ces indices sont attribués à chaque espèce végétale et des moyennes sont générées pour chaque relevé phytosociologique. Ainsi, après avoir assigné les relevés de végétation à un nom d'association végétale et d'habitat, il est possible de les rattacher à un coefficient d'Ellenberg. Pour chacune des trames et sous-trames, les associations végétales qui les composent sont ensuite associées à une classe d'humidité du sol (Tab. 5).






Tableau 4. Déclinaison numérique de l'indice d'humidité édaphique d'Ellenberg.

1	Indicateur de sécheresse extrême, réservé aux sols souvent à sec pendant un certain temps
2	Indicateur intermédiaire
3	Indicateur de sites secs, plus souvent trouvé sur la terre ferme que dans les endroits humides
4	Indicateur intermédiaire
5	Indicateur de site humide, principalement sur les sols frais d'humidité moyenne
6	Indicateur intermédiaire
7	Indicateur d'humidité, principalement ou constamment sur sol humide ou peu mouillé mais pas sur sol très humide
8	Indicateur intermédiaire
9	Indicateur de site humide, souvent dans des eaux saturées et des sols mal aérés
10	Indicateur de sites en eaux peu profondes qui peuvent ne pas être en eau stagnante pendant de longues périodes
11	Plante à racine sous-marine, mais avec une partie aérienne ou plante flottante à la surface
12	Plante submergée, en permanence ou presque constamment sous l'eau

Tableau 5. Exemple de classification de communautés végétales en fonction de l'hygrométrie des biotopes

Exemples de syntaxons	Hygrométrie des biotopes	Exemples d'habitat associé	Coefficient d'Ellenberg
<i>Lemnetum trisulcae</i>	Aquatique	Mare, étang, lagune	10-12
<i>Helosciadetum nodiflori</i>	Aquatique	Rivière, ruisseau, estuaire	10-12
<i>Bidentium tripartitae</i>	Hygrophile	Pré salé, Cladiaie, Caricaie	8-9
<i>Oenanthion fistulosae</i>	Hygrophile	Estuaire	8-9
<i>Caro verticillati-Molinietum caeruleae</i>	Hygrophile	Prairie et lande tourbeuse à paratourbeuse	7
<i>Junco acutiflori-Cynosuretum cristati</i>	Hygrophile	Aulnaie-frênaie rivulaire	7
<i>Erico scopariae-Molinietum caeruleae</i>	Mésophile	Landes	6
<i>Plantagini majoris-Lolietum perennis</i>	Mésophile	Prairie fauchée	5
<i>Ulici europaei-Cytisetum scoparii</i>	Mésoxérophile	Fourré à Ajonc d'Europe	4
Non présent sur BM	Xérophile	Dune	3
Non présent sur BM	Xérophile	Dune	2

Les classes ont été définies comme suit :

-  Classe aquatique : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est supérieur ou égal à 10 ;
-  Classe hygrophile/hydrophile : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est compris entre 7 et 9 ;
-  Classe mésohygrophile : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est égal à 6 ;
-  Classe mésophile : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est égal à 5 ;
-  Classe mésoxérophile : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est inférieur ou égal à 4.

En appliquant cette déclinaison hygrométrique à l'ensemble des végétations de la cartographie produite par Aird (2021), on obtient les cartes d'hygrométrie des végétations.

Equilibre acido-basique (pH)

La distinction entre les trois classes d'acidité édaphique choisies s'appuie sur l'indice d'acidité édaphique d'Ellenberg. Cet indice est évalué à partir du référentiel Ellenberg (Ellenberg, 1988, première édition en 1974) où chaque espèce végétale est associée à une valeur variant de 1 à 9 (Tab. 6).

Ces indices sont attribués à chaque espèce végétale et des moyennes sont générées pour chaque relevé phytosociologique. Ainsi, après avoir assigné les relevés de végétation à un nom d'association végétale et d'habitat, il est possible de les rattacher à un coefficient d'acidité d'Ellenberg. Pour chacune des trames et

sous-trames, les associations végétales qui les composent sont ensuite associées à une classe d'acidité du sol (Tab. 7).

Tableau 6. Déclinaison numérique de l'indice d'acidité édaphique d'Ellenberg.

1	Indicateur d'acidité extrême, jamais trouvé sur les sols faiblement acides ou basiques (<i>Ulex minor</i>)
2	Indicateur intermédiaire entre 1 et 3 (<i>Agrostis curtisii</i> , <i>Calluna vulgaris</i>)
3	Indicateur d'acidité, principalement sur les sols acides, mais aussi mais aussi exceptionnellement sur des sols presque neutres (<i>Agrostis vinealis</i> , <i>Dactylorhiza maculata</i> , <i>Galium saxatile</i> , <i>Pteridium aquilinum</i>)
4	Indicateur intermédiaire entre 3 et 5 (<i>Agrostis capillaris</i> , <i>Carex panicea</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Teucrium scorodonia</i>)
5	Indicateur de sols modérément acides, seulement occasionnellement sur des sols très acides ou sur des sols neutres à basiques (<i>Cardamine pratensis</i> , <i>Cirsium palustre</i> , <i>Ulex europaeus</i>)
6	Indicateur intermédiaire entre 5 et 7 (<i>Carex sylvatica</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Ficaria verna</i>)
7	Indicateur de conditions faiblement acides à faiblement basiques faiblement acides à faiblement basiques ; ne se trouve jamais sur les sols très acides (<i>Agrimonia eupatoria</i> , <i>Phleum pratense</i>)
8	Indicateur intermédiaire entre 7 et 9 (<i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Iris foetidissima</i>)
9	Indicateur de réaction basique, se trouve toujours sur calcaire ou sur d'autres sols à pH élevé (<i>Ophrys apifera</i> , <i>Bromopsis erecta</i>)

Tableau 7. Exemple de classification de communautés végétales en fonction de l'acidité édaphique des biotopes.

Exemples de communautés végétales	Acidité des biotopes	Coefficient d'Ellenberg
<i>Ulicion minoris</i>	Acidiphile	1-3
<i>Quercion roboris</i>	Acidicline	4-5
<i>Carpino betuli</i> - <i>Fagion sylvaticae</i>	Neutrocline	6-7
<i>Mesobromenion erecti</i>	Basiphile	8-9

Les classes ont été définies comme suivant :

- Classe acidiphile : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est compris entre 1 et 3 ;
- Classe acidicline : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est compris entre 4 et 5 ;
- Classe neutrocline : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est compris entre 6 et 7 ;
- Classe basiphile : syntaxons dont le coefficient d'Ellenberg est compris entre 8 et 9.

● Enveloppes écologiques et séries de végétation

Les communautés évoluant dans les mêmes conditions écologiques sont liées dynamiquement les unes avec les autres. Elles constituent alors des séries de végétation. Selon les classes d'humidité et d'acidité du sol choisies, les séries de végétation mises en avant peuvent être plus ou moins nombreuses. 6 classes d'humidité édaphique et 4 classes d'acidité du sol ont été sélectionnées pour modéliser 23 séries de végétation dans cette étude dont les principales sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8. Séries de végétation définies à partir du pH et de l'humidité du sol.

Séries de végétation	Espèces typiques	pH	Humidité
Complexe de végétations permanentes des eaux stagnantes ou circulantes acidiphiles (<i>Elodo palustris-Sparganium</i>)	<i>Isolepis fluitans</i> , <i>Hypericum elodes</i> , <i>Potamogeton polygonifolius</i> , <i>Pilularia globulifera</i> , <i>Helosciadium inundatum</i> , <i>Ludwigia palustris</i> , <i>Luronium natans</i> , <i>Ranunculus ololeucos</i> , <i>Antinoria agrostidea</i> , <i>Carex viridula</i>	Acidiphile	Aquatique
Série de végétation à <i>Molinia caerulea</i> et <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Molinia caerulea</i> subsp. <i>caerulea</i> , <i>Sphagnum</i> div. Sp, <i>Populus tremula</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Lonicera periclymenum</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Dryopteris carthusiana</i>	Acidiphile	Hygrophile
Série de végétation à <i>Pinus pinaster</i> , <i>Quercus robur</i> variante à <i>Molinia caerulea</i>	<i>Molinia caerulea</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Quercus pyrenaica</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Erica scoparia</i> , <i>Arenaria montana</i> , <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> , <i>Ruscus aculeatus</i>	Acidiphile	Mésohygrophile
Série de végétation à <i>Pinus pinaster</i> et <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus pyrenaica</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Erica scoparia</i> , <i>Arenaria montana</i> , <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> , <i>Ruscus aculeatus</i>	Acidiphile	Mésophile
Série de végétation à <i>Arbutus unedo</i> et <i>Quercus petraea</i>	<i>Quercus petraea</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Ulex europaeus</i> , <i>Viburnum tinus</i> , <i>Phillyrea media</i> , <i>Cytisus scoparius</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Rosa sempervirens</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Brachypodium rupestre</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Erica cinerea</i> , <i>Hypericum pulchrum</i> , <i>Laurus nobilis</i> , <i>Lonicera periclymenum</i> , <i>Melampyrum pratense</i> , <i>Potentilla montana</i> , <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> , <i>Pulmonaria longifolia</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Succisa pratensis</i>	Acidiphile	Méso-xérophile
Complexe de végétations permanentes des eaux stagnantes ou circulantes acidiclinales (ex : <i>Lycopodo europaei</i> - <i>Phalaridetum arundinaceae</i>)	<i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Juncus acutiflorus</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Scutellaria galericulata</i>	Acidicline	Aquatique
Série de végétation à <i>Osmunda regalis</i> et <i>Alnus glutinosa</i>	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix atrocinerea</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Osmunda regalis</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Carex paniculata</i> , <i>Carex elata</i>	Acidicline	Hygrophile
Série de végétation à <i>Viburnum opulus</i> et <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus x andegavensis</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Ajuga reptans</i> , <i>Viola riviniana</i> , <i>Lonicera periclymenum</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Festuca cf. nigrescens</i>	Acidicline	Mésohygrophile
Série de végétation à <i>Lonicera periclymenum</i> et <i>Quercus petraea</i>	<i>Quercus petraea</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Sorbus domestica</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Lonicera periclymenum</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Hypericum pulchrum</i> , <i>Dioscorea communis</i> , <i>Teucrium scorodonia</i> , <i>Pulmonaria longifolia</i> , <i>Luzula forsteri</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Melampyrum pratense</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> , <i>Rosa x pervirens</i>	Acidicline	Mésophile
Tête de série non connue sur BM mais dont série dont la végétation est caractérisée par des végétations du Thero-Airion	<i>Ornithopus perpusillus</i> , <i>Aira caryophyllea</i> , <i>Aphanes australis</i> , <i>Vulpia bromoides</i> , <i>Micropyrum tenellum</i> , <i>Sedum rubens</i>	Acidicline	Méso-xérophile
Complexe de végétations permanentes des eaux stagnantes ou circulantes neutroclinales (<i>Glycerietum fluitantis</i> , <i>Helosciadetum nodiflori</i> , etc.)	<i>Helosciadium nodiflorum</i> , <i>Glyceria fluitans</i>	Neutrocline	Aquatique
Série de végétation à <i>Ulmus laevis</i> et <i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Viburnum opulus</i> , <i>Carex remota</i> , <i>Rubus caesius</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Geum urbanum</i>	Neutrocline	Hygrophile

Séries de végétation	Espèces typiques	pH	Humidité
Série de végétation à <i>Ruscus aculeatus</i> et <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Dioscorea communis</i> , <i>Primula vulgaris</i> , <i>Arum maculatum</i> , <i>Arum italicum</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Hyacinthoides non-scripta</i> , <i>Stellaria holostea</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Loncomelos pyrenaicus</i> , <i>Festuca heterophylla</i> , <i>Luzula forsteri</i> , <i>Potentilla sterilis</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Rosa arvensis</i> , <i>Viola riviniana</i> , <i>Lamium galeobdolon</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Ligustrum vulgare</i>	Neutrocline	Mésohygrophile
Série de végétation à <i>Pulmonaria longifolia</i> et <i>Carpinetum betulus</i>	<i>Carpinus betulus</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Pulmonaria longifolia</i> , <i>Luzula forsteri</i> , <i>Dioscorea communis</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Hedera helix</i> , <i>Lonicera periclymenum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Ranunculus tuberosus</i>	Neutrocline	Mésophile
Série de végétation à <i>Carpinetum betulus</i> (<i>Carpinion betuli</i>)	<i>Carpinus betulus</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Ajuga reptans</i> , <i>Carex sylvatica</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Geranium robertianum</i> , <i>Luzula forsteri</i> , <i>Vinca minor</i> , <i>Athyrium filix-femina</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Holcus mollis</i> , <i>Lamium galeobdolon</i> , <i>Luzula pilosa</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Rosa arvensis</i> , <i>Stellaria holostea</i> , <i>Viburnum opulus</i>	Neutrocline	Xérophile
Complexe de végétations permanentes des eaux stagnantes ou circulantes basiphiles (<i>Potametum coloratus</i> , <i>Groenlandietum densae</i> , etc.)	<i>Potamogeton coloratus</i> , <i>Chara vulgaris</i> , <i>Groenlandia densa</i> , <i>Callitriche platycarpa</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i> subsp. <i>trichophyllus</i>	Basiphile	Aquatique
Série de végétation à <i>Equisetum telmateia</i> et <i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Equisetum telmateia</i> , <i>Paris quadrifolia</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Carex remota</i>	Basiphile	Hygrophile
Série de végétation à <i>Pulmonaria affinis</i> et <i>Quercus robur</i>	<i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Lonicera xylosteum</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Pulmonaria affinis</i> , <i>Pulmonaria longifolia</i> , <i>Arum italicum</i> , <i>Lathraea clandestina</i> , <i>Iris foetidissima</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Dryopteris affinis</i> , <i>Symphytum tuberosum</i>	Basiphile	Mésohygrophile
Série de végétation à <i>Viburnum lantana</i> et <i>Quercus petraea</i>	<i>Carpinus betulus</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Quercus pubescens</i> , <i>Pulmonaria longifolia</i> , <i>Viburnum lantana</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Arum italicum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Dioscorea communis</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Lathyrus latifolius</i> , <i>Luzula forsteri</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Orobancha hederæ</i> , <i>Platanthera chlorantha</i> , <i>Conopodium majus</i> , <i>Ranunculus tuberosus</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Vicia sepium</i> , <i>Viola hirta</i>	Basiphile	Mésophile
Série de végétation à <i>Rhamnus alaternus</i> et <i>Quercus pubescens</i>	<i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus x streimeri</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Rhamnus alaternus</i> , <i>Hippocrepis emerus</i> , <i>Phillyrea media</i> , <i>Viburnum tinus</i> , <i>Viburnum lantana</i> , <i>Cervaria rivini</i> , <i>Iris foetidissima</i> , <i>Lathyrus latifolius</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Primula veris</i> , <i>Rhamnus cathartica</i> , <i>Rosa micrantha</i> , <i>Rubia peregrina</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Teucrium chamaedrys</i> , <i>Viola hirta</i>	Basiphile	Méso-xérophile



Figure 27. Photographies de différentes séries de végétation. **a** : *Elodo palustris* – *Sparganium* Groupement à *Ranunculus ololeucos* et *Eleocharis multicaulis* (Complexe de végétations permanentes des eaux stagnantes ou circulantes acidiphiles) **b** : Série de végétation à *Molinia caerulea* et *Quercus robur* ; **c** : Série de végétation à *Pinus pinaster* et *Quercus robur* ; **d** : Série de végétation à *Ulmus minor* et *Fraxinus angustifolia* ; **e** : Série de végétation à *Rhamnus alaternus* et *Quercus pubescens* ; **f** : Série de végétation à *Osmunda regalis* et *Alnus glutinosa*. © A. AIRD – CBNSA.

IV. RÉSULTATS

4.1 LA TRAME BLEUE

4.1.1 La sous-trame du réseau hydrographique (cours d'eau)

Le réseau hydrographique classé au titre de la continuité écologique

Conformément à la première partie de la définition du Code de l'environnement, la trame bleue est composée des cours d'eau inscrits sur les listes 1 et 2 au titre de la continuité écologique (article L. 214-17 du Code de l'environnement).

Cours d'eau classés au titre de la continuité écologique

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

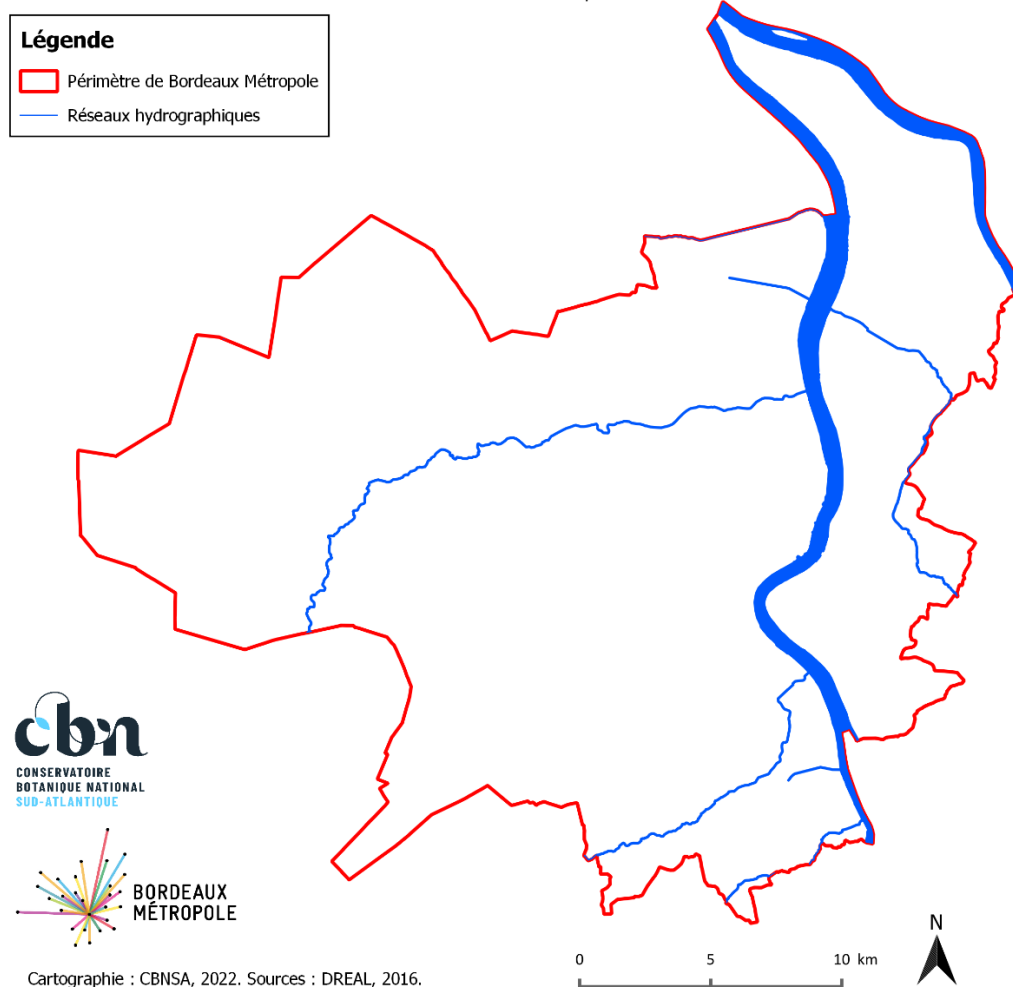





Figure 26. Réseaux hydrographiques classés au titre de la continuité écologique (DREAL, 2016)

Selon les données de la DREAL Nouvelle-Aquitaine (DREAL, 2016), 9 réseaux hydrographiques sont concernés par ce classement :

-  La Garonne, fleuve emblématique de Bordeaux Métropole, découpant le territoire en deux et s'écoulant du sud vers le nord ;
-  La Dordogne, rejoignant la Garonne au nord-ouest de la métropole, au niveau du bec d'Ambès ;
-  Le Canal du Despartin, affluent en rive gauche de la Garonne et réalisant en partie la limite nord de la métropole ;

- La Jalle d'Olive, canal drainant une partie de l'eau des marais d'Olives dans la vallée de la Garonne ;
- La Jalle qui traverse le territoire d'ouest en est, de Saint-Médard-en-Jalle jusqu'à rejoindre la Garonne au niveau de Bordeaux-Lac ;
- Le Gua, seul affluent en rive droite de la Garonne inscrit sur cette liste ;
- L'Eau Bourde, cours d'eau qui s'écoule d'ouest en est de la commune de Gradignan jusqu'à Bègles où il rejoint la Garonne ;
- L'Eau Blanche, cours d'eau départageant en partie Bordeaux Métropole de la Communauté de Communes de Montesquieu ;
- L'Estey de Tartifume, canal dans les marais de la Garonne à Villenave-d'Ornon.

Ces masses d'eau doivent être nécessairement incluses au sein de la trame bleue.

Autres réseaux hydrographiques importants pour la biodiversité

Sur Bordeaux Métropole, le nombre de cours d'eau classés par rapport à la continuité écologique est faible alors que certains, non mentionnés dans cette liste, peuvent jouer un rôle écologique important. C'est notamment le cas de plusieurs affluents de la Jalle qui ont un intérêt non négligeable dans l'alimentation en eau et le maintien d'une biodiversité sur ce bassin versant ou encore des canaux dans les marais d'Ambès abritant des espèces rares et menacées (*Angelica heterocarpa* notamment). L'eau étant le vecteur de propagation des espèces animales et végétales dans ces milieux, la méthode retenue pour caractériser les continuités écologiques aquatiques de la métropole est l'étude de la connexion entre le réseau hydrographique et les zones humides.

Connexion entre le réseau hydrographique et les zones humides

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

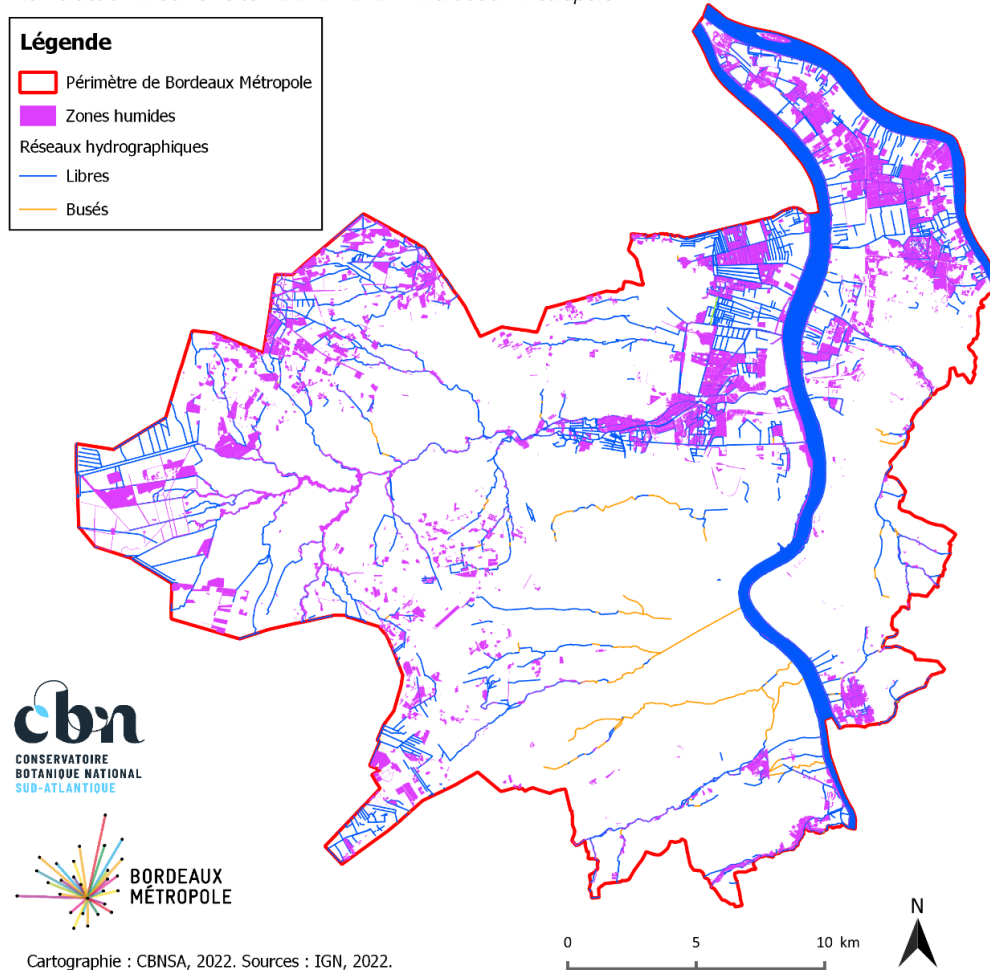


Figure 27. Étude de la connexion entre les réseaux hydrographiques et les zones humides métropolitaines.

Comme le montre la Figure 27, un nombre important de cours d'eau et fossés sont connectés à la fois aux zones humides et au bassin versant de la Garonne. Parmi les affluents de la Garonne, la Jalle de Blanquefort est celui qui détient le plus grand bassin versant sur la métropole bordelaise. La plus forte concentration de réseaux hydrographiques se retrouve sur le nord du territoire, au niveau de la plaine alluviale de la Garonne et sur la partie amont du bassin versant des Jalles, conformément aux nombreuses zones humides situées sur ces secteurs. À l'inverse, au sud et à proximité du centre urbain, l'artificialisation du sol réduit les connexions entre les zones humides et les réseaux hydrographiques métropolitains.

Plusieurs cours d'eau busés au niveau du cœur urbain de Bordeaux Métropole traduisent une rupture de continuité pour la biodiversité (cours d'eau du Peugue, ruisseau des Ontines, ruisseau du Serpent, etc.). Conformément aux indications fournies dans la partie méthodologie, seul le cours d'eau du Peugue sera intégré dans la trame bleue puisqu'il est encore alimenté par de nombreuses zones humides sur sa partie amont et qu'un plan de gestion est en cours d'élaboration pour préserver sa fonctionnalité hydrologique et biologique. Dans une optique de restauration des continuités et de prise en compte lors des projets d'aménagements, une hiérarchisation des connexions (opérationnelle, fragilisée, à restaurer) pourra être effectuée à l'avenir en récupérant davantage de données sur les busages et les obstacles à l'écoulement des réseaux hydrographiques métropolitains.

4.1.2 La sous-trame des zones humides

Les données concernant les zones humides sont fournies par la cartographie des habitats naturels de Bordeaux Métropole (Aird, 2021). Comme précisé dans la partie méthodologie, les zones humides présentes dans ces données ont toutes été identifiées à partir du critère « habitat ». Par conséquent, elles ont un peuplement végétal proche de l'état naturel et caractéristique de zone humide. Elles sont dites fonctionnelles puisqu'elles accomplissent leurs 3 grandes fonctions : régulation de l'eau, épuration de l'eau et réservoirs de biodiversité. La conception de la trame bleue inclut l'ensemble des zones humides fonctionnelles issues de ces données.

Les zones humides de Bordeaux Métropole sont présentes majoritairement au nord du territoire, avec de fortes concentrations dans la vallée alluviale de la Garonne au nord-est et sur le plateau landais au nord-ouest. Elles forment également de grandes entités continues dans les vallées de plusieurs affluents de la Garonne : cours d'eau de la Jalle, de l'Eau Bourde et de l'Eau Blanche. Les communautés amphibies le long des fleuves Garonne et Dordogne jouent également un rôle de continuité écologique important.

D'autres zones humides situées à l'intérieur du tissu urbain forment de petites entités relictuelles. Leur intérêt en tant que corridor biologique est plus faible. Elles participent moins à la régulation de l'eau que les zones humides de plaine alluviale ou de bordure de cours d'eau puisque leurs alimentations et restitutions d'eau ont été perturbées suite à l'aménagement du territoire. Cependant, elles peuvent parfois conserver des enjeux pour la biodiversité si les habitats naturels sont en bon état de conservation.

Zones humides fonctionnelles de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

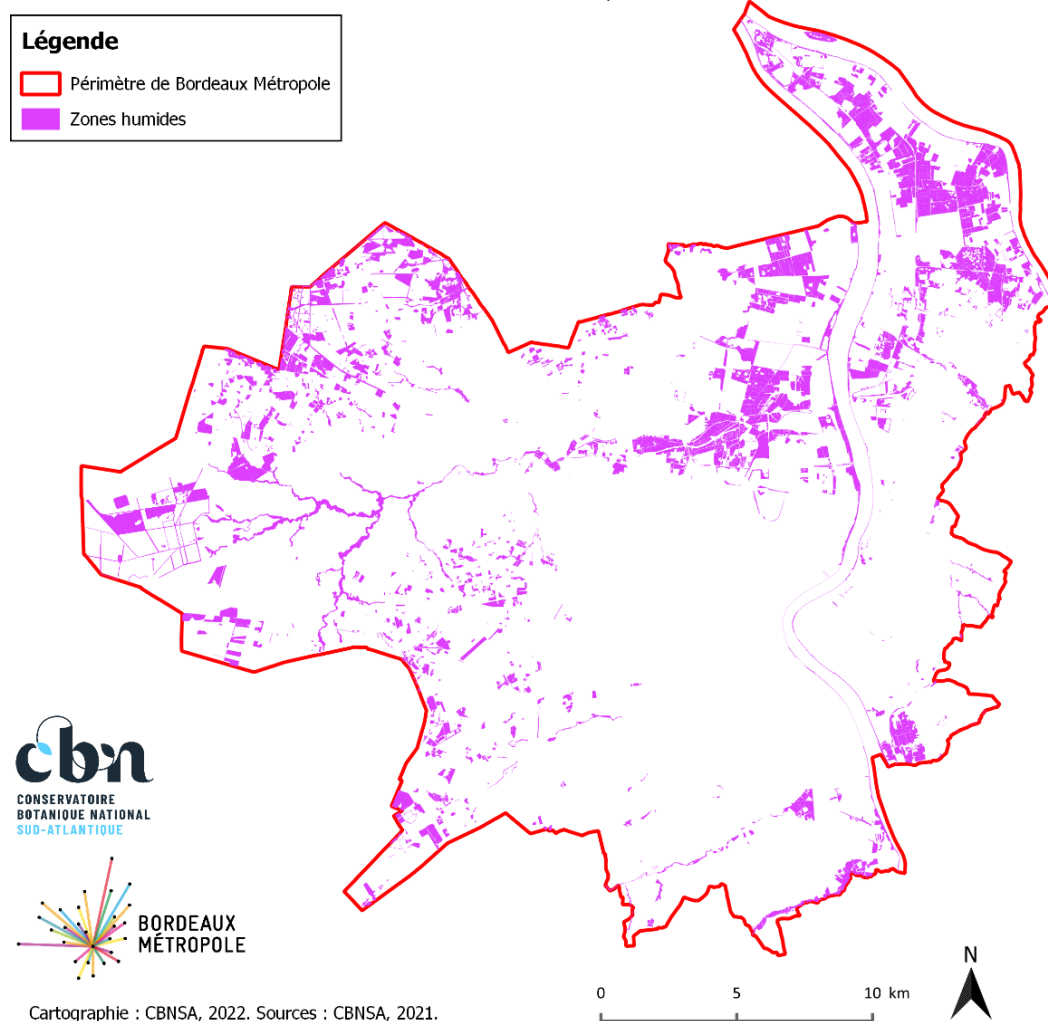


Figure 28. Cartographie des zones humides identifiées à partir du critère habitat (Aird, 2021)

4.1.3 La sous-trame des masses d'eau libres

Comme présenté dans la partie méthodologie, les lagunes et les plans d'eau de plus de 10 ha sont directement intégrés dans la trame bleue du fait de leur forte valeur écologique. Sur Bordeaux Métropole, un total de 755 lagunes et de 21 plans d'eau de plus de 10 ha sont présents. Les lagunes sont uniquement localisées à l'ouest du territoire, au niveau de l'entité biogéographique du plateau landais. Les plans d'eau de plus de 10 ha sont tous situés dans la vallée de la Garonne, la plupart d'entre eux ayant été formés suite à la création de gravières.

Grands plans d'eau et lagunes de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

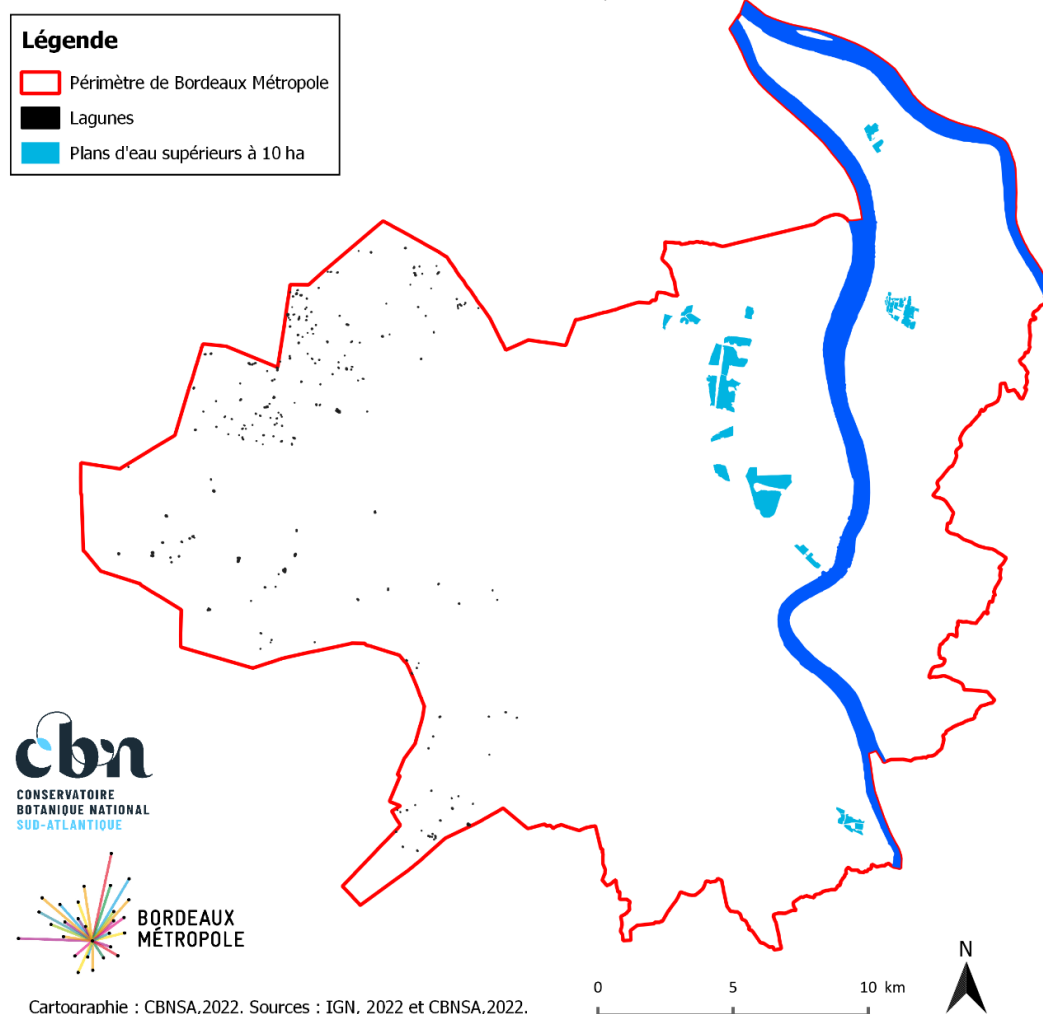


Figure 29. Grands plans d'eau et lagunes de Bordeaux Métropole

Les mares et plans d'eau, qui ne sont ni des lagunes, ni des plans d'eau de plus de 10 ha, ont été considérés comme des milieux d'intérêt pour la biodiversité s'ils ont un rôle pour la reproduction pour les amphibiens. L'utilisation d'une bande tampon de 150 m a permis d'évaluer la capacité de colonisation des amphibiens à partir des zones humides ou des autres masses d'eau libre situées à proximité.

Sur les 489 autres mares et plans d'eau référencés sur le territoire, 28 sont distants de plus de 300 m de toute autre entité. Il s'agit donc de mares et plans d'eau isolés ayant un faible intérêt pour la reproduction des amphibiens. Parmi les 444 plans d'eau et mares restants, bien qu'ils soient situés à moins de 300 m les uns des autres, les zones urbaines situées autour des masses d'eau libre peuvent en réalité être un frein voire un obstacle total au déplacement des amphibiens, du fait de la présence de bâtiments et d'infrastructures non franchissables.

Sur la cartographie suivante (Figure 30), les surfaces de zones urbaines ont été retirées des bandes tampons de 150 m. De cette manière, les espaces naturels réellement utilisables par les amphibiens lors de leur déplacement ont pu être appréhendés. Cette analyse montre une disparité des connexions entre les mares et plans d'eau du territoire métropolitain. En effet, sur certains secteurs, les corridors biologiques apparaissent fortement fragmentés par les zones urbaines (cœur urbain de Bordeaux Métropole et nord de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac par exemple). A l'inverse, les landes au nord-ouest de la métropole et les marais alluviaux de la Garonne semblent être les zones les plus favorables aux

déplacements de la faune inféodée aux masses d'eau libres sur la métropole (plus de 30 mares connectées entre elles).

Étude de la connexion des masses d'eau libres

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

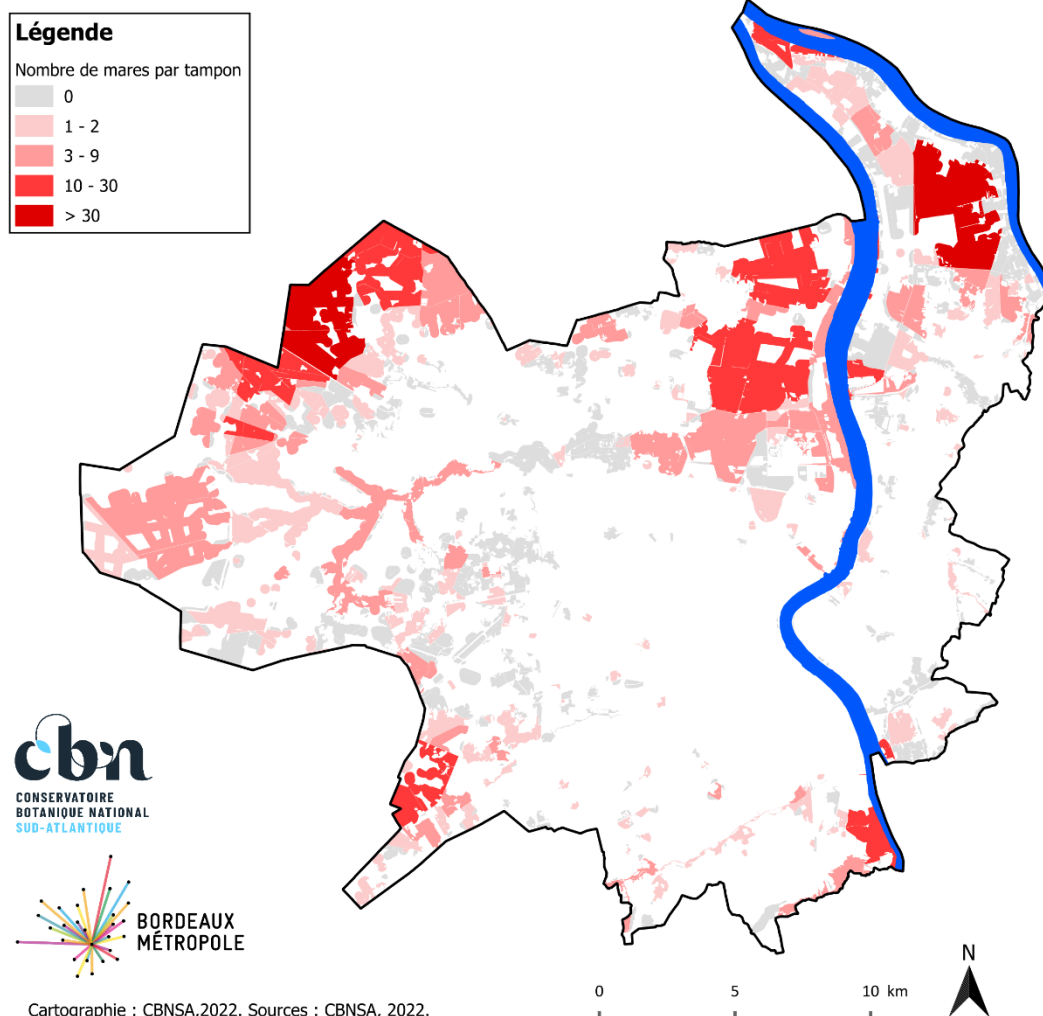


Figure 30. Modélisation des corridors écologiques des amphibiens

Plus le nombre de mares est élevé au sein des corridors écologiques, plus il existe des échanges théoriques de gènes dans la population. Pour les corridors écologiques connectant seulement deux mares ou plans d'eau, leur rôle dans le maintien des populations d'amphibiens peut être considéré comme faible. Dans cette étude, nous faisons le choix de considérer un corridor écologique comme fonctionnel à partir du moment où au moins 3 masses d'eau libre sont connectées entre elles. Sur Bordeaux Métropole, au total 333 plans d'eau et mares ont été retenues pour intégrer la sous-trame des masses d'eau libre de la trame bleue.

Grâce à la modélisation des corridors écologiques effectuée sur Bordeaux Métropole, il devient plus facile d'évaluer à quel emplacement il faudrait recréer une mare pour que cela soit bénéfique aux amphibiens. La création d'une mare au sein de l'enveloppe des corridors biologiques fonctionnels sera d'office considérée comme connectée à d'autres masses d'eau libre. Si celle-ci est créée en bordure d'un corridor biologique, elle pourra potentiellement augmenter la surface utile aux déplacements des amphibiens.

Intérêt des mares et plans d'eau pour les amphibiens

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

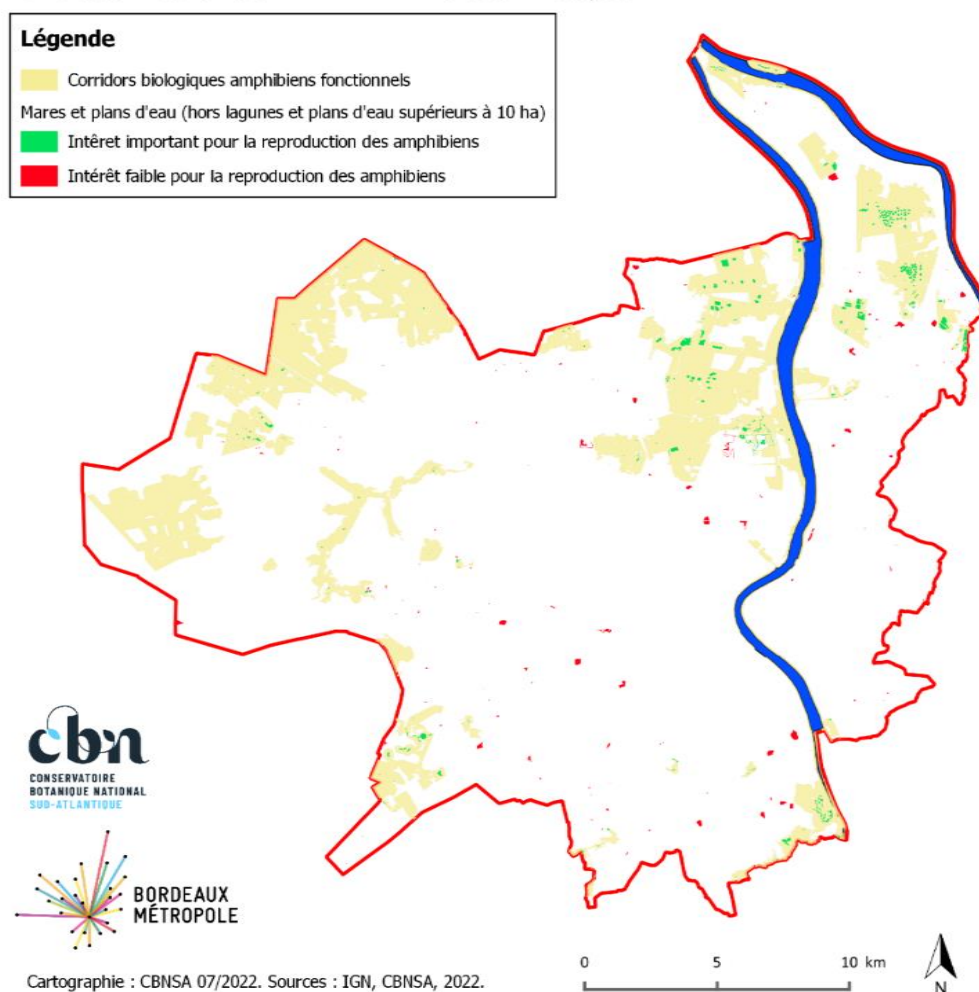


Figure 31. Sélection des masses d'eau libre interconnectées

Pour nuancer l'interprétation de ces résultats, il convient de rappeler que :

- Toutes les masses d'eau libre ne se valent pas en termes de biodiversité, certaines ont une eau de meilleure qualité et/ou une végétation conférant des capacités d'accueil plus importantes que d'autres (mettre en confrontation ces analyses cartographiques avec un passage sur le terrain pour décrire les caractéristiques physiques des mares et plans d'eau et pour estimer les populations en place serait pertinent)(Baker & al., 2011) ;
- Toutes les infrastructures urbaines n'ont pas le même niveau de franchissabilité, le modèle considère que toutes les routes sont infranchissables alors que certaines le sont plus que d'autres (routes surélevées versus routes à hauteur du sol, routes en milieu urbain versus routes entourées de milieux naturels, routes avec présence d'un passage à faune, etc.)(Vos & Chardon, 1998) ;
- La modélisation des corridors biologiques estime que les amphibiens peuvent se déplacer de la même manière quelle que soit l'occupation du sol (en dehors des surfaces urbanisées). Or, la littérature montre qu'ils se déplacent préférentiellement le long des milieux boisés plutôt qu'à travers des milieux ouverts du fait d'une prédation moindre et de conditions atmosphériques plus favorables (Todd, 2009 ; Rothermel, 2004 ; Marsh & Trenham, 2001).

4.1.4 Bilan de la trame bleue

En superposant l'ensemble des éléments identifiés précédemment, on obtient ainsi la cartographie de la trame bleue.

Trame bleue de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

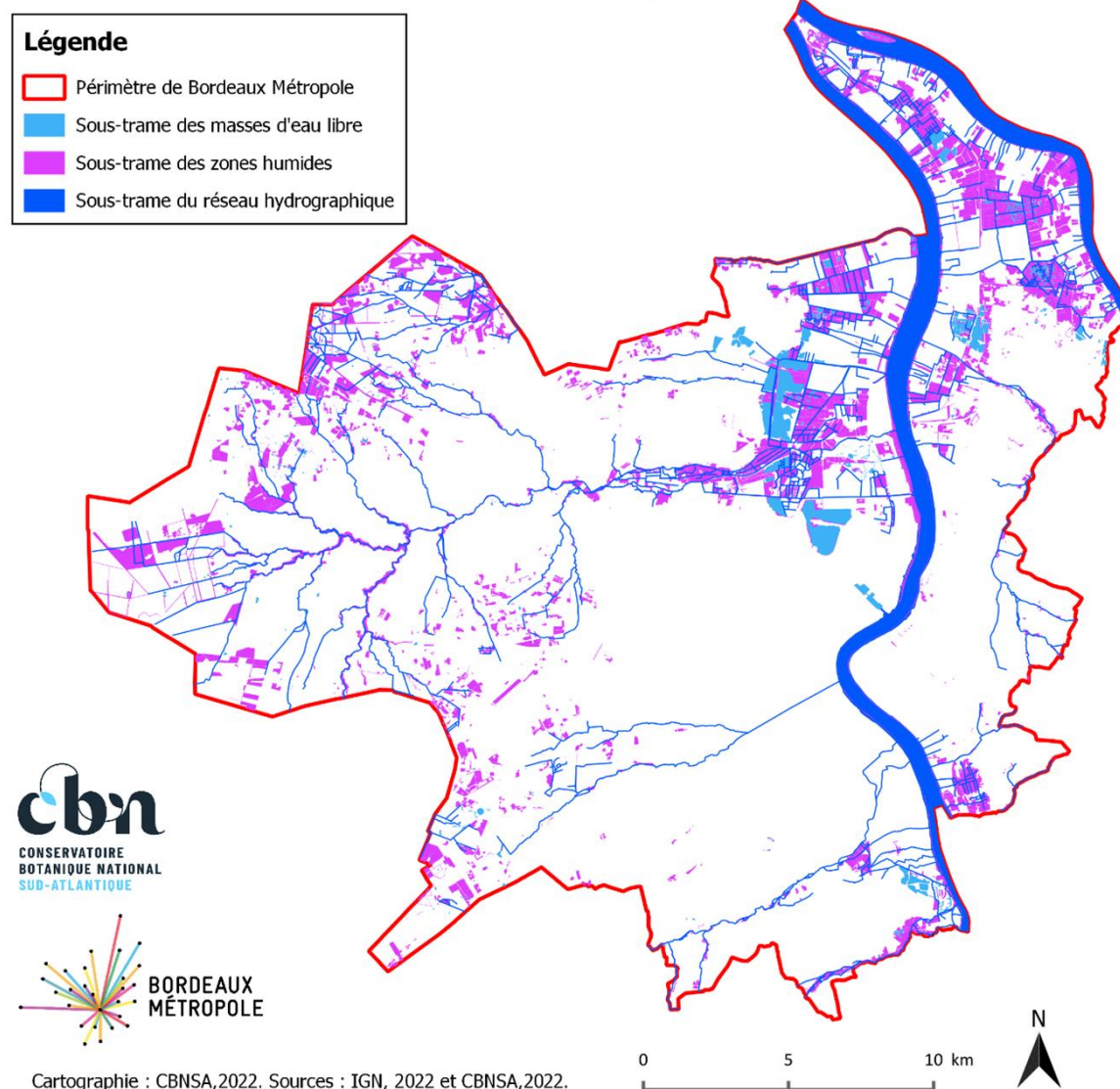


Figure 32. Trame bleue proposée sur Bordeaux Métropole.

Cette conception de la trame bleue prend en compte :

- Les réseaux hydrographiques classés au titre de la continuité écologique (article L. 214-17) ;
- Les réseaux hydrographiques connectés à la fois aux zones humides et au bassin versant de la Garonne ;
- Les zones humides dites "fonctionnelles" (zones humides ayant un peuplement végétal caractéristique de zones humides) ;
- Les lagunes (mare naturelle à forts enjeux écologiques) ;
- Les plans d'eau de plus de 10 ha ;
- Les autres masses d'eau libre importantes pour la biodiversité sur le territoire (appréhendées à partir de leur rôle pour le maintien des amphibiens sur le territoire).

L'intégration de ces milieux naturels permet de cibler les principaux enjeux faunistiques et floristiques liés aux zones humides et aquatiques du territoire :

- Les enjeux piscicoles à travers la protection des réseaux hydrographiques classés au titre de la continuité écologique ;
- Les enjeux avifaune à travers la protection des grands plans d'eau et des zones humides du territoire métropolitain ;
- Les enjeux amphibiens à travers la protection des zones humides et des masses d'eau libre ;
- Les enjeux invertébrés (odonates et lépidoptères) à travers les zones humides, lagunes et autres masses d'eau libre ;
- Les enjeux floristiques à travers la protection des réseaux hydrographiques, des zones humides et lagunes.

Les cartographies d'habitats réalisées dans le cadre de la stratégie Biodiver'Cité ont permis de fournir de nouvelles pistes par rapport à l'élaboration de la trame bleue sur Bordeaux Métropole. Les productions cartographiques réalisées montrent qu'il existe plusieurs possibilités pour construire une trame bleue. Sa conception est dépendante en grande partie des enjeux faunistiques et floristiques visés ainsi que des données disponibles. Un des inconvénients relevé lors de ce travail est la non-exhaustivité des données concernant les zones humides et le manque de données sur l'état de conservation des cours d'eau et des masses d'eau libre sur et en périphérie de Bordeaux Métropole. La bonne prise en compte des enjeux passe tout d'abord par un état des lieux précis du territoire. Le modèle présenté ci-dessus pourra être amélioré à l'avenir lorsque davantage de données sur la fonctionnalité du réseau hydrographique, des masses d'eau libre et des zones humides auront été recueillies sur le terrain.

4.2 LA TRAME VERTE

4.2.1 La sous-trame des milieux boisés

■ Les milieux boisés issus des zonages environnementaux

La première partie de la définition du Code de l'environnement de la trame verte évoque la prise en compte des espaces protégés du territoire. Dans l'enveloppe surfacique des zonages réglementaires, différents types de milieux sont présents dont certains peuvent être artificiels (zones bâties et cultures). Les milieux boisés et les milieux ouverts naturels compris dans les périmètres des zonages réglementaires ont été répartis respectivement dans la sous-trame des milieux boisés et dans la sous-trame des milieux ouverts de la trame verte.

Milieux boisés des zonages environnementaux

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

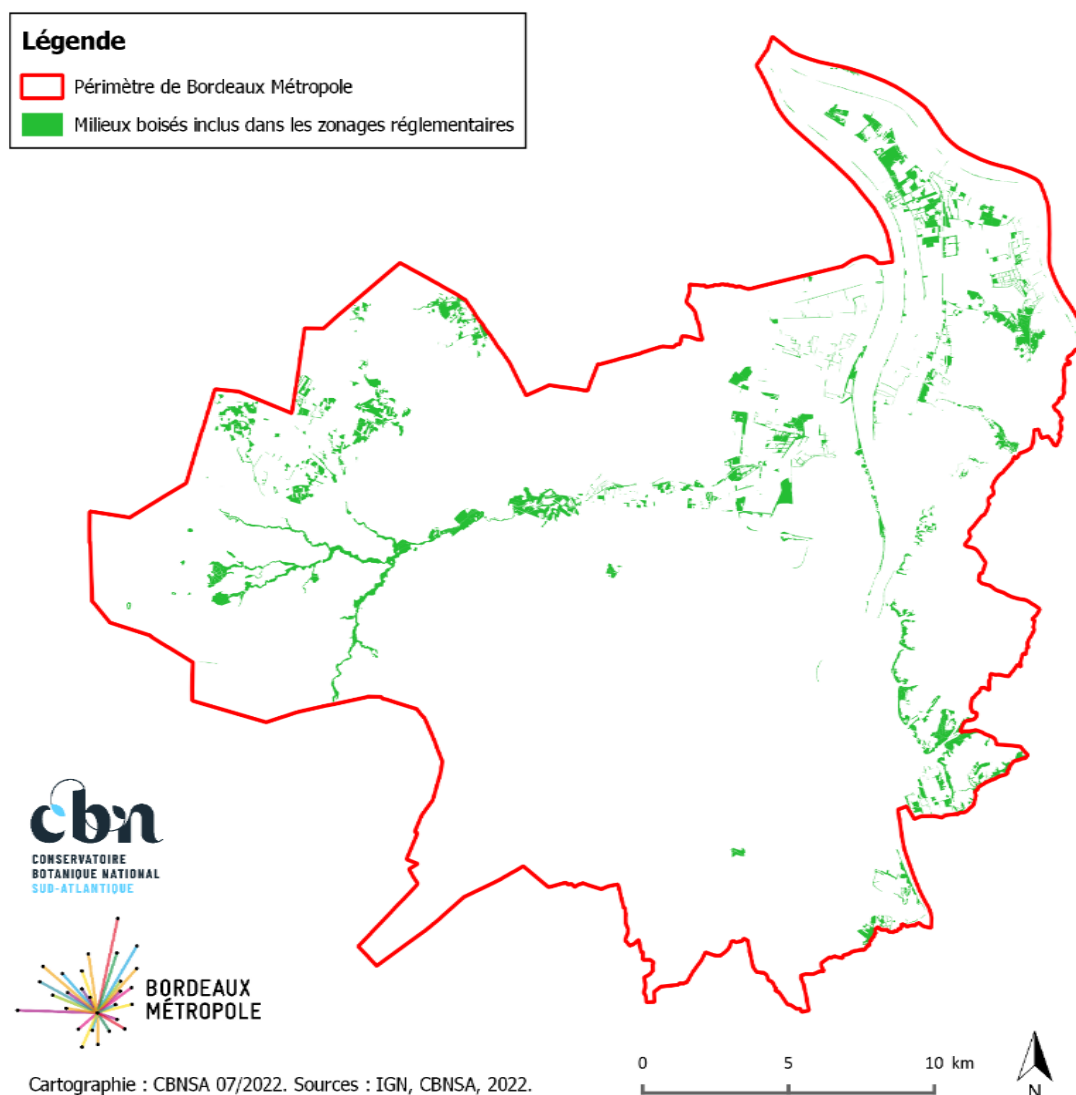


Figure 33. Milieux boisés issus des zonages réglementaires.

De fortes continuités arborées sont présentes au sein des ZNIEFF « Réseau hydrographique de la Jalle, du Camp de Souge à la Garonne et Marais de Bruges » et « Coteaux de l'agglomération bordelaise : rive droite de la Garonne ». Des concentrations également importantes en milieux boisés mais semblant plus fragmentées sont localisées au niveau du bec d'Ambès et sur la partie ouest de la ZNIEFF « Landes, lagunes et mares du nord-ouest bordelais ».

Les milieux boisés issus des ripisylves des masses d'eau BCAA

Le troisième item de la définition de la trame verte par le Code de l'environnement propose que la ripisylve des cours d'eau BCAA ou des plans d'eau de plus de 10 ha soit intégrée dans cette sous-trame. L'ajout de ces données dans la trame verte permet la prise en compte de l'ensemble des boisements le long des cours d'eau et ce, même pour les plus petits d'entre eux. À terme, cela encouragera la conservation et la restauration d'une continuité arborée le long des cours d'eau. Les masses d'eau concernées par les BCAA sur la métropole bordelaise sont les suivantes (Figure 34).

Milieux boisés des masses d'eau BCAE

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

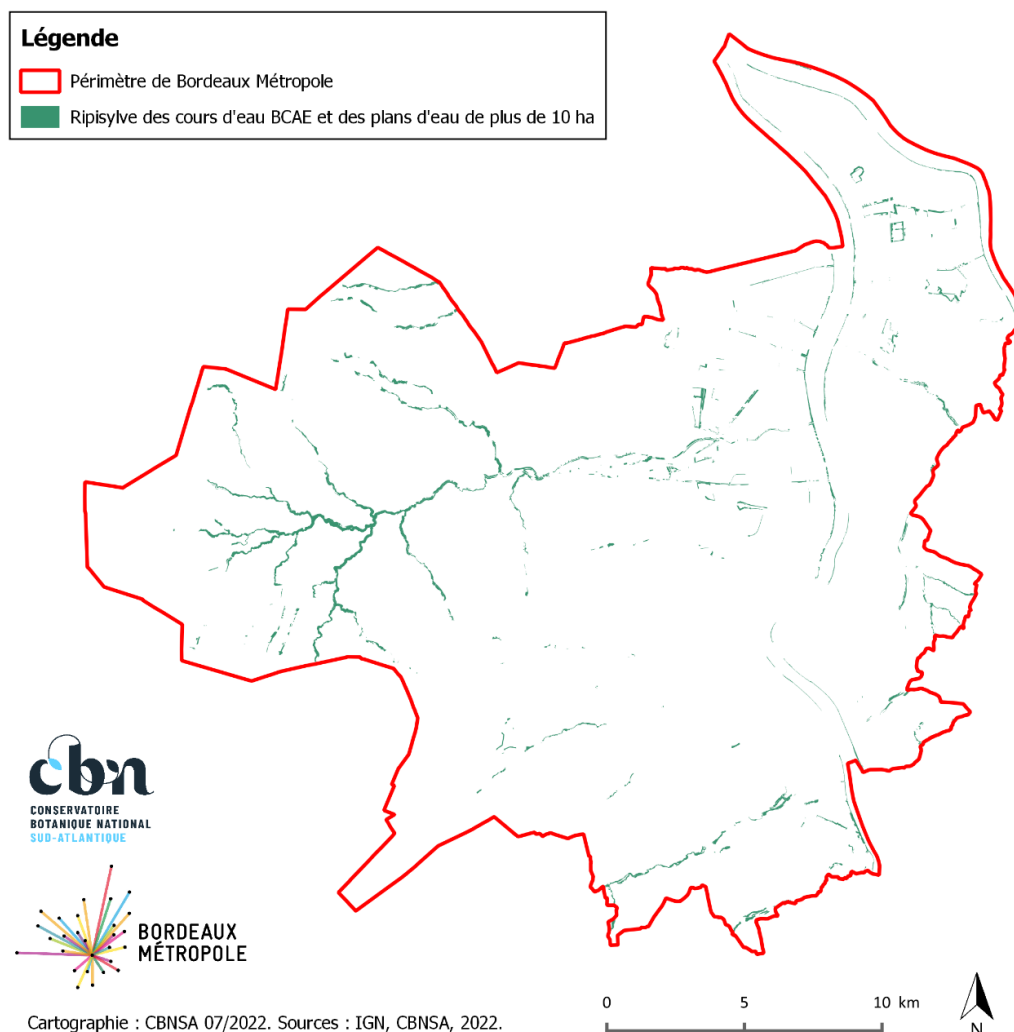


Figure 34. Zones boisées aux abords des cours d'eau BCAE et des plans d'eau de plus de 10 ha.

La ripisylve sur la partie amont du réseau hydrographique des Jalles est la plus dense et la plus continue des cours d'eau métropolitains. Elle est donc dans un bon état de conservation et joue un rôle important aussi bien pour la biodiversité que pour la régulation de l'eau sur ces têtes de bassin versant. À l'inverse, elle est plus discontinue sur sa partie aval tout comme la partie médiane de la Garonne. L'urbanisation et l'artificialisation des milieux adjacents aux réseaux hydrographiques a engendré une destruction de la ripisylve sur ces secteurs. En cas de nouveaux projets d'urbanisation le long des cours d'eau et masses d'eau BCAE, il est conseillé de conserver une continuité arborée pour maintenir le déplacement de la biodiversité et limiter l'intrant de polluants.

Dans les zones urbaines et péri-urbaines, les données cartographiques mériteraient d'être complétées par un passage sur le terrain pour vérifier la présence d'un réseau bocager le long des cours d'eau. En effet, certaines haies clairsemées (avec quelques arbres épars) ne sont pas forcément digitalisées dans ces données du fait de leur surface de taille réduite et non cartographiable ou de la présence d'une strate arborée en mosaïque avec d'autres végétations.

La définition de la trame verte fournie par le Code de l'environnement demande d'identifier les "espaces naturels importants pour la protection de la biodiversité". Les ensembles boisés de la métropole ayant un rôle stratégique pour le déplacement de la faune peuvent, à ce titre, être considérés comme des espaces naturels importants pour la biodiversité. Comme énoncé dans la partie méthodologie, l'approche retenue pour distinguer les boisements ayant un rôle de corridors biologiques, des boisements non connectés est l'utilisation d'une bande tampon associée à une surface minimale. La valeur de la bande tampon retenue est de 25 m et la valeur de la surface minimale est de 1 ha.

Discrimination des boisements d'intérêt

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

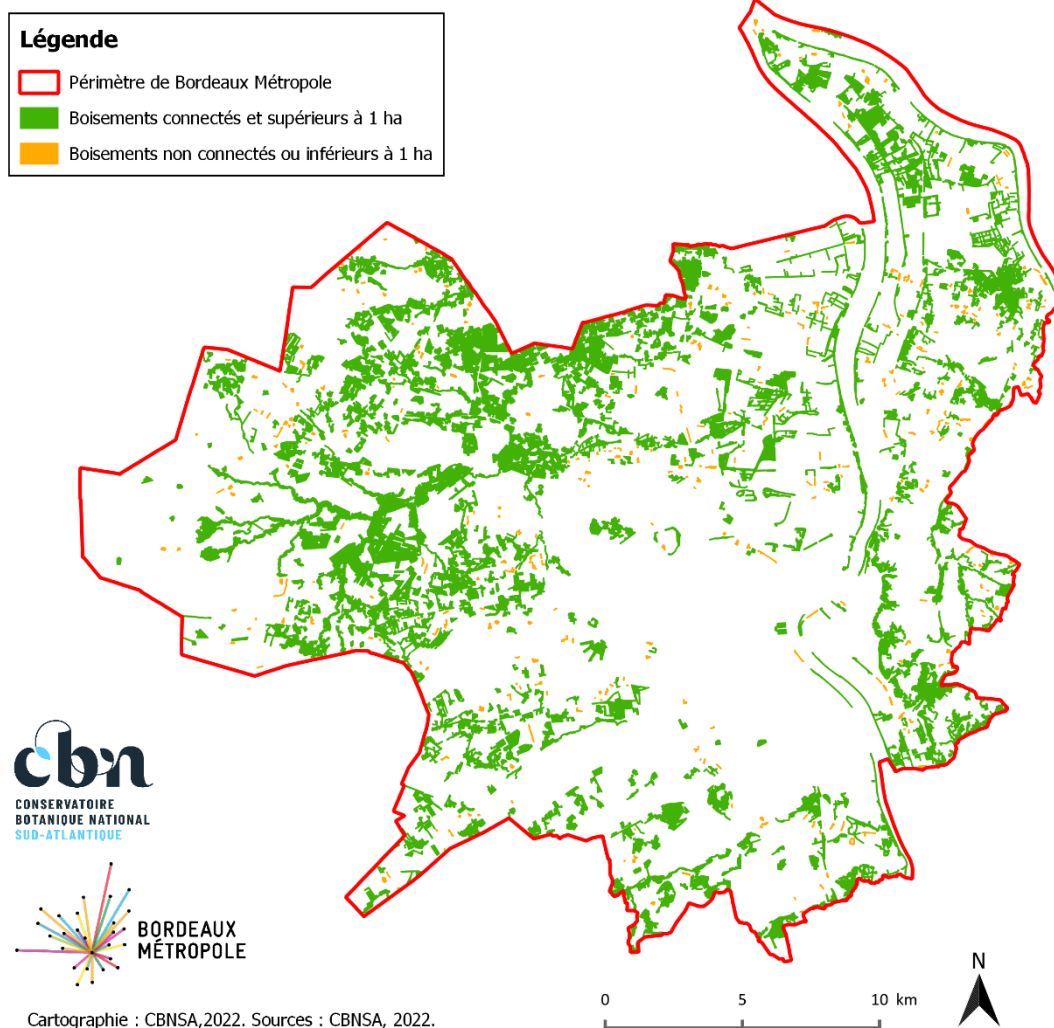


Figure 35. Discrimination des boisements à prendre en compte dans la trame verte

Contrairement à la méthode d'identification des masses d'eau libre d'intérêt du territoire réalisée également à partir d'une méthode par bande tampon, l'identification des zones boisées d'intérêt ne tient pas compte des zones urbaines séparant deux entités boisées. En effet, cette trame étant réfléchie principalement pour des enjeux liés à la petite avifaune et aux insectes saproxylophages, leur mode de locomotion leur confère des capacités moins limitantes que les espèces terrestres.

Les résultats de la modélisation indiquent que 425 boisements ont une surface inférieure à 1 ha et ne sont pas connectés à moins de 50 m de tout autre boisement. Ces entités boisées seront exclues de la trame verte du fait de leur faible intérêt en tant que corridors biologiques. Logiquement, le centre urbain de

Bordeaux Métropole contient peu de zones boisées servant de corridors biologiques. Certaines subsistent toutefois au niveau des grands parcs métropolitains (bois du Parc du Château, bois du Burck, bois de Thouars, etc.). Bien que ces entités boisées soient isolées, leur surface importante permet à elle seule de les inclure dans la trame verte.

Afin de distinguer quels ensembles boisés contribuent le plus aux corridors écologiques sur le territoire, il est possible de hiérarchiser les boisements selon 3 niveaux d'importance estimés à partir de la surface minimale :

- Inférieure à 5 ha : la connectivité des boisements est considérée comme modérée ;
- Entre 5 et 20 ha : la connectivité des boisements est considérée comme forte ;
- Supérieure à 20 ha : la connectivité des boisements est considérée comme majeure.

Niveau de connectivité des boisements

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

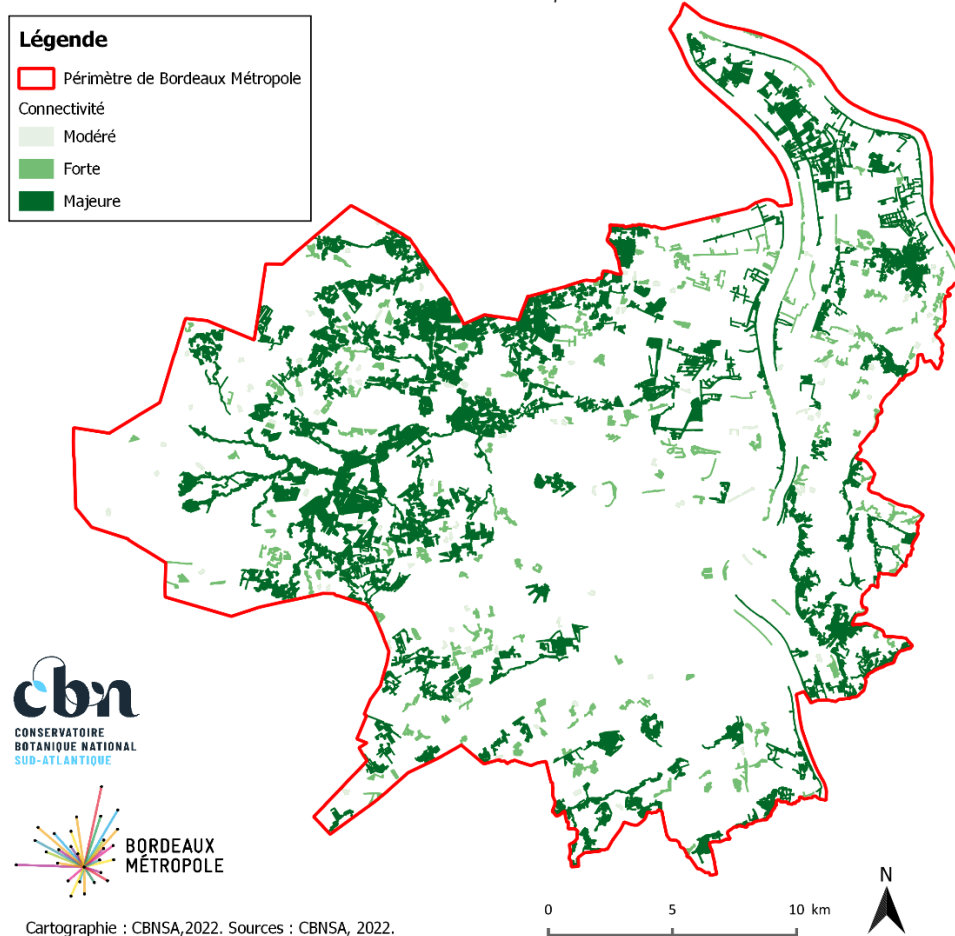


Figure 36. Étude de la connectivité des boisements métropolitains.

Cette analyse permet de faire ressortir les zones boisées les plus importantes de la métropole. Elles sont composées des entités situées :

- entre les landes de Lesqueblanque et l'aéroport de Bordeaux-Mérignac ;
- au sud de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac ;
- sur la partie amont de la vallée de l'Eau Bourde ;
- sur la partie amont du cours d'eau du Gua ;
- au niveau des marais de la vallée de la Garonne (bocage humide de Cadaujac au sud, marais de Bruges et boisement en rive gauche au nord de la Garonne) ;
- au niveau des marais de la pointe d'Ambès à Ambarès-et-Lagrave ;
- au niveau des coteaux calcaires de Lormont.

Ces continuités arborées sont à préserver en priorité.

Bilan de la sous-trame des milieux boisés

La conception de la sous-trame boisée dans cette étude comprend donc la ripisylve des cours d'eau et masses d'eau BCAE ainsi que les boisements naturels situés au sein d'un zonage environnemental ou connectés à moins de 50 mètres l'un de l'autre et formant des surfaces totales supérieures à 1 ha.

Sous-trame des milieux boisés

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

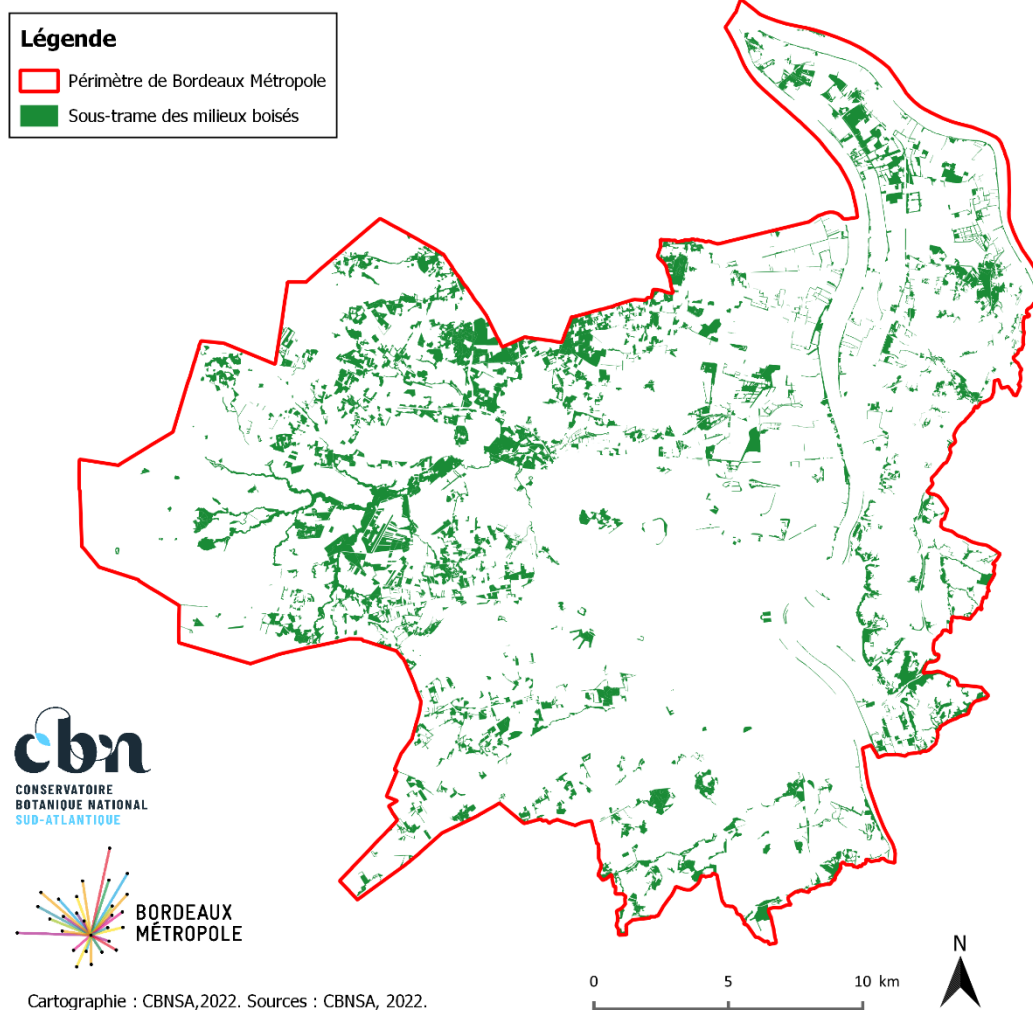


Figure 37 Sous-trame boisée de la trame verte.

Les plantations ainsi que les boisements dont les surfaces sont inférieures à 1 ha ne sont pas inclus dans la sous-trame des milieux boisés. Cela constitue un parti pris qu'il n'est pas obligatoire de suivre. La construction d'une trame verte a pour but de définir un projet cohérent d'aménagement du territoire en adéquation avec le déplacement de la biodiversité. Il peut être plus ou moins ambitieux selon les volontés politiques du territoire. Le but ici est de proposer une méthode cohérente pour prendre en compte les enjeux de biodiversité remarquables et plus ordinaires, sur la métropole bordelaise, liés aux milieux boisés. Ce travail permettra à terme de proposer des pistes pour reconnecter les zones boisées isolées et de faible surface aux grands ensembles inclus dans la trame verte. Les projets de restauration de la sous-trame boisée pourront s'appuyer sur les éléments identifiés sur les cartographies précédentes.

4.2.2 La sous-trame des milieux ouverts

Les milieux ouverts issus des zonages environnementaux

Comme pour les milieux boisés, la conception de la sous-trame des milieux ouverts propose une intégration des milieux ouverts identifiés dans les zonages environnementaux (hors milieux artificialisés zones urbaines et cultures). L'intégration de ces entités permet la conservation des espèces à enjeux inféodées aux milieux ouverts dans les principales zones du territoire reconnues comme d'intérêt pour la biodiversité.

Milieux ouverts des zonages environnementaux

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

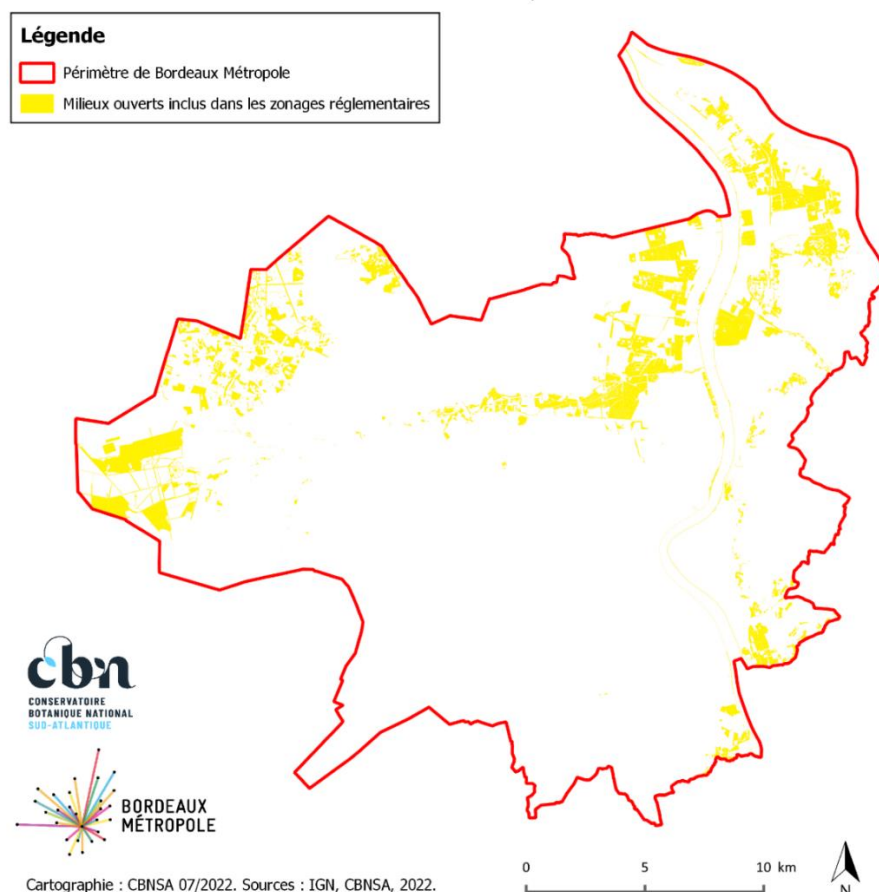


Figure 38. Milieux ouverts issus des zonages réglementaires.

De cette manière, les landes sèches et humides, les principaux habitats déterminants des ZNIEFF du Camp de Souge et des landes du nord-ouest de la métropole, ont été intégrées au sein de la sous-trame des milieux ouverts. Les zones humides des marais de la Garonne le sont également. Les milieux ouverts prédominent sur la partie aval de la Jalle de Blanquefort alors que sur la partie amont, les enjeux liés à la trame boisée sont plus prégnants. La sous-trame des milieux ouverts incorpore également quelques pelouses calcicoles comprises au sein de la ZNIEFF « Coteaux de l'agglomération bordelaise : rive droite de la Garonne » au sud-est de la métropole.

Les milieux ouverts à forts enjeux floristiques

D'autres milieux ouverts à forts enjeux de biodiversité sont présents sur le territoire et ne font pas l'objet d'un zonage environnemental. L'identification de ces entités peut être appréhendée à partir des habitats d'intérêt communautaire identifiés dans les données cartographiques. Étant donné à la fois la rareté de ces habitats et de leur classement au sein de la trame verte principalement pour des enjeux floristiques, la

sous-trame des milieux ouverts propose leur intégration totale. Aucune analyse par bande tampon n'est réalisée ici.

Milieux ouverts d'intérêt communautaire (HIC)

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

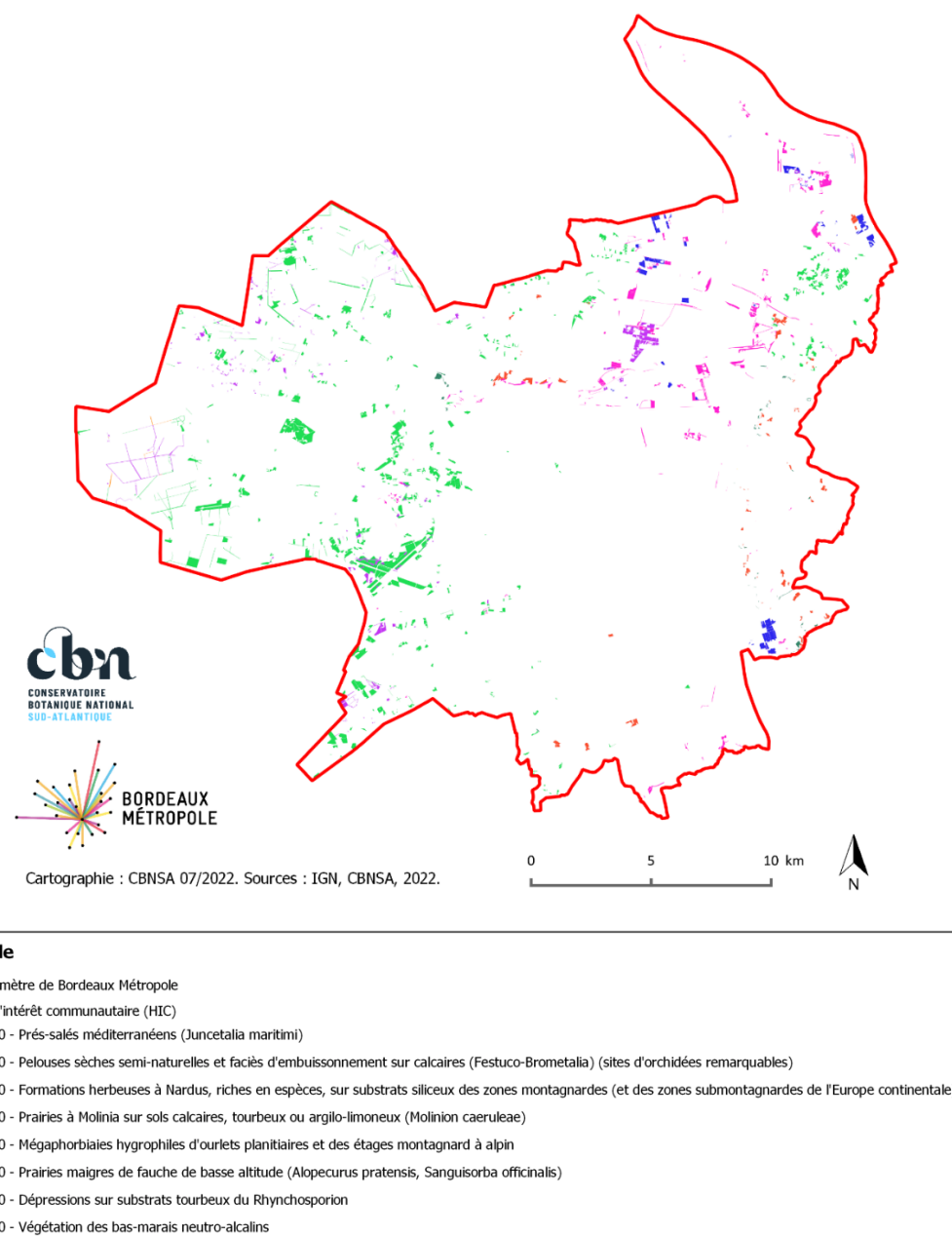


Figure 39. Milieux ouverts d'intérêt communautaire.

Les habitats d'intérêt communautaire codifiés 6230 sont les habitats les plus représentés sur Bordeaux Métropole. Il s'agit de formations herbeuses à *Nardus*, retrouvées à proximité de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac et sur la commune d'Ambarès-et-Lagrave. Dans la vallée alluviale de la Garonne, plusieurs zones humides sont considérées comme d'intérêt communautaire : les prés-salés méditerranéens (1410) et les mégaphorbiaies (6430). Ces entités sont donc comprises dans la sous-trame des milieux ouverts de la trame verte mais aussi dans la sous-trame des milieux humides de la trame bleue. Les prairies à *Molinie* (6410) se retrouvent à la fois au niveau de la vallée de la Garonne et du plateau landais. Les autres habitats d'intérêt communautaire forment des surfaces plus limitées et plus dispersées sur le territoire.

Bilan de la sous-trame des milieux ouverts

L'assemblage des milieux ouverts issus des zonages environnementaux et des milieux ouverts d'intérêt communautaire forme la sous-trame des milieux ouverts de Bordeaux Métropole.

Sous-trame des milieux ouverts de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

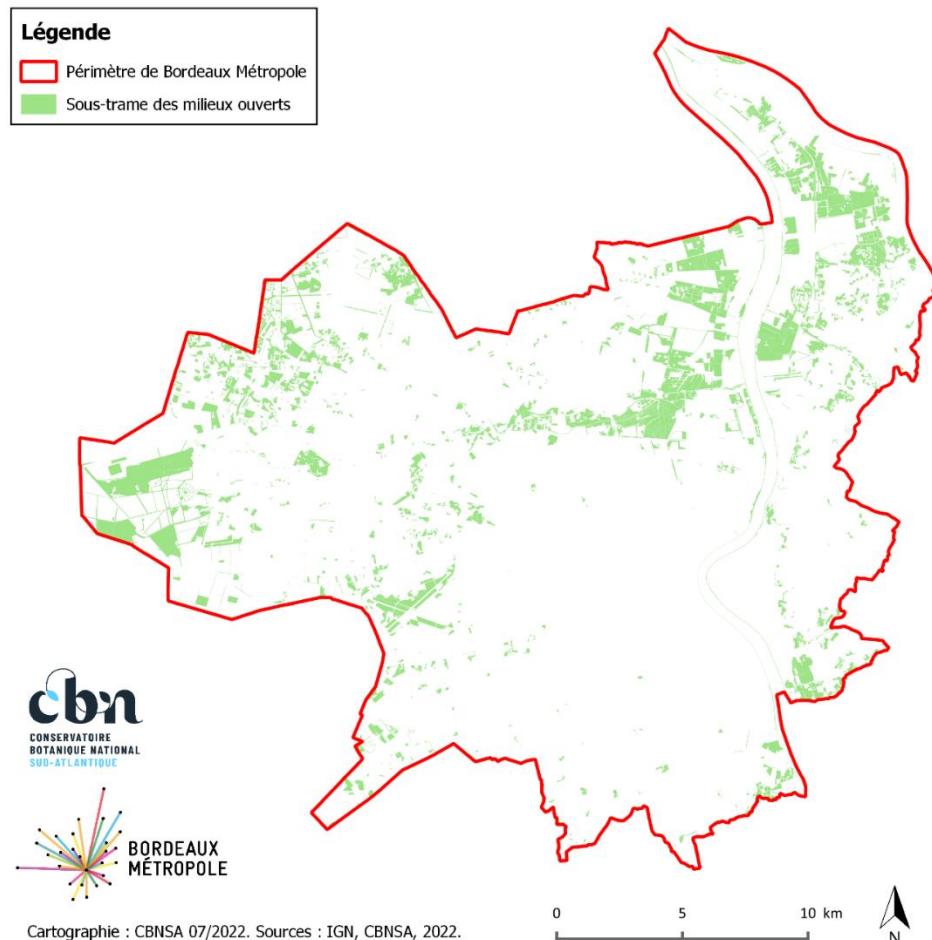




Figure 40. Sous-trame des milieux ouverts de Bordeaux Métropole.

La méthodologie choisie permet l'intégration dans la trame verte des grands ensembles ouverts métropolitains. Une part importante des milieux ouverts d'intérêt est également prise en compte dans la sous-trame des zones humides de la trame bleue (plaine alluviale de la Garonne notamment). Les secteurs près de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac, du Camp de Souge et des landes de Lesqueblanque semblent être importants pour le maintien des enjeux de biodiversité liés aux milieux ouverts. Attention, bien que cette trame soit particulièrement importante à considérer pour le maintien des pollinisateurs sauvages, il est important de rappeler que des habitats boisés et ouverts en mosaïque sont plus favorables à ces espèces que de vastes étendues enherbées (Villemey et al., 2015 ; Ouin et al., 2018).

4.2.3 Bilan de la trame verte

Au total, la trame verte de Bordeaux Métropole comprend :

-  Une sous-trame boisée correspondant aux entités boisées issues des zonages environnementaux, des boisements naturels d'intérêt connectés entre eux ainsi que des ripisylves des cours d'eau BCAE et des plans d'eau supérieurs à 10 ha ;
-  Une sous-trame des milieux ouverts correspondant aux milieux ouverts issus des zonages environnementaux et des habitats d'intérêt communautaire.

Trame verte de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

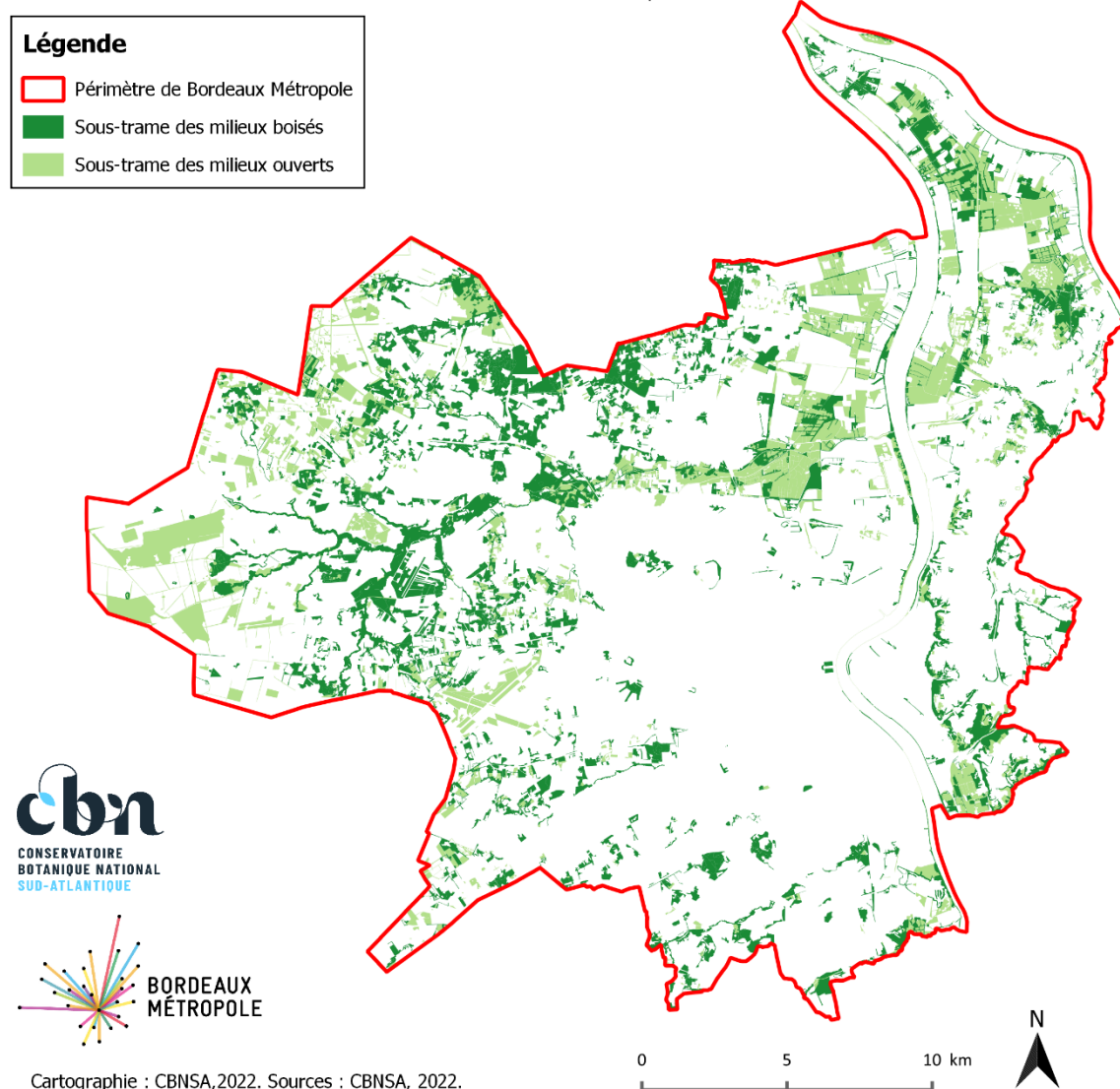


Figure 41. Trame verte de Bordeaux Métropole.

La cartographie de la trame verte montre de fortes concentrations en éléments paysagers importants pour la biodiversité sur les portions nord-ouest (landes de Lesqueblanque jusqu'à l'aéroport de Bordeaux Mérignac) et nord-est (plaine alluviale de la Garonne) du territoire. Les coteaux de Lormont, évités par l'urbanisation grandissante sur cette portion du territoire, forment également une continuité de grande importance pour le déplacement des espèces inféodées à la trame verte au sud-est de la métropole. La ripisylve des cours d'eau métropolitains ressort également comme des continuités intéressantes à protéger (bassin versant des Jalles et du ruisseau du Gua). Mis à part quelques enjeux relevés dans les parcs de taille importante, le centre urbain de Bordeaux-Métropole contient peu d'entités favorables au déplacement de la biodiversité. Aucune sous-trame pour les milieux semi-ouverts n'a été réalisée dans le cadre de cette étude. Une partie des habitats semi-ouverts d'intérêt sont d'ores et déjà intégrés dans la sous-trame des milieux ouverts (landes humides et sèches). Pour les autres, leur faible abondance sur la métropole et leurs enjeux de biodiversité moindres ne fournissent pas d'arguments suffisants pour les inclure dans la trame verte et bleue.

4.3 ASSEMBLAGE DE LA TRAME VERTE ET BLEUE : TRAME TURQUOISE

Une fois la carte de la trame verte produite, il est possible de la comparer à la trame bleue. La superposition de la trame verte et de la trame bleue permet d'obtenir la trame turquoise.

Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

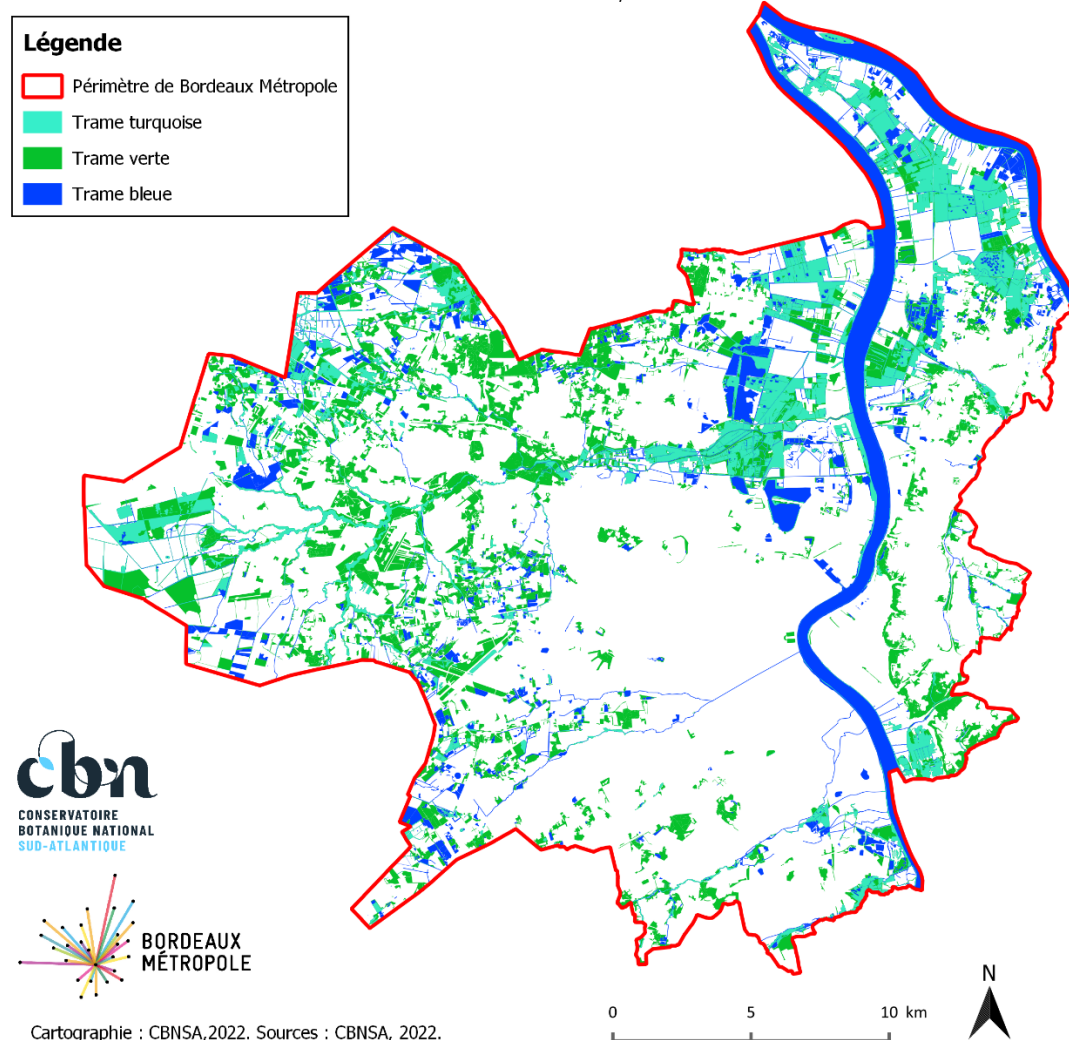


Figure 42. Trame turquoise de Bordeaux Métropole.

La conservation sur le territoire de la trame turquoise est primordiale puisque les entités paysagères identifiées par cette trame cumulent les enjeux de biodiversité associées à la trame bleue et à la trame verte. La destruction d'un milieu naturel situé dans la trame turquoise impacterait donc davantage d'espèces et de services écosystémiques que la destruction d'un milieu naturel présent dans l'une des deux trames.

La majorité des entités paysagères concernées par la trame turquoise se retrouvent au niveau des vallées de la Garonne et de ses affluents. Les enjeux de biodiversité sont donc particulièrement forts sur ces secteurs. Sur la partie nord-ouest de la métropole, des landes et prairies humides incluses dans la trame bleue, le sont également dans la trame verte. Au sud de la métropole, les enjeux trame turquoise sont moindres. Ils sont surtout concentrés près des vallées de l'eau Bourde et de l'eau Blanche. En rive droite de la Garonne, la trame turquoise est réduite aux marais de la Garonne et à la vallée du cours d'eau du Gua. Les coteaux calcaires de Lormont, identifiés comme une continuité importante pour la trame verte, ne font pas partie, pour la plupart, de la trame turquoise.

4.4 LES CONTINUITES PHYTO-ÉCOLOGIQUES

4.4.1 Humidité édaphique

La carte de l'humidité édaphique de la TVB présente un gradient continu depuis les unités aquatiques-amphibies vers les milieux les plus secs (mésoxérophiles). Les espèces floristiques ont une amplitude écologique assez faible vis-à-vis de ce paramètre de sorte que des changements majeurs de composition floristique s'opèrent le long du gradient d'humidité. Les communautés végétales évoluant selon l'humidité édaphique engendrent, par ailleurs, la présence de communautés animales également différentes et adaptées aux ressources végétales disponibles dans ces milieux. En effet, pour certaines espèces, leur cycle de vie peut être en grande partie lié au degré d'humidité des habitats (ex : espèces piscicoles spécifiques aux milieux aquatiques et ne se retrouvant pas dans d'autres gradients d'humidité).

La réalisation de cette cartographie permet de catégoriser les éléments de la trame verte et bleue selon leur degré d'humidité (Figure 43). Les continuités écologiques favorables au déplacement des espèces animales et végétales pour lesquelles l'humidité édaphique est le principal facteur écologique déterminant leur distribution sur le territoire peuvent être ainsi évaluées. Ces données peuvent être utilisées comme un outil d'aide à la décision pour proposer des mesures de restauration de la trame verte et bleue et ainsi faciliter la reconnexion des milieux naturels de même niveau d'humidité édaphique.

Sans surprise, les résultats montrent que les milieux aquatiques et amphibies de la trame verte et bleue sont localisés au niveau du réseau hydrographique et des masses d'eau libre de la métropole. Les milieux hydrophiles et hygrophiles s'avèrent être particulièrement concentrés dans les marais de la vallée de la Garonne et dans la vallée de la Jalle de Blanquefort et de ses affluents. Sur le plateau landais, quelques entités hygrophiles se retrouvent à l'extrême nord-ouest du territoire mais pour le reste elles sont majoritairement constituées de milieux mésohygrophiles à mésophiles. La seule continuité mésoxérophile fonctionnelle semble être située au niveau des coteaux calcaires de Lormont.

Cartographie de l'humidité édaphique de la Trame verte et bleue

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

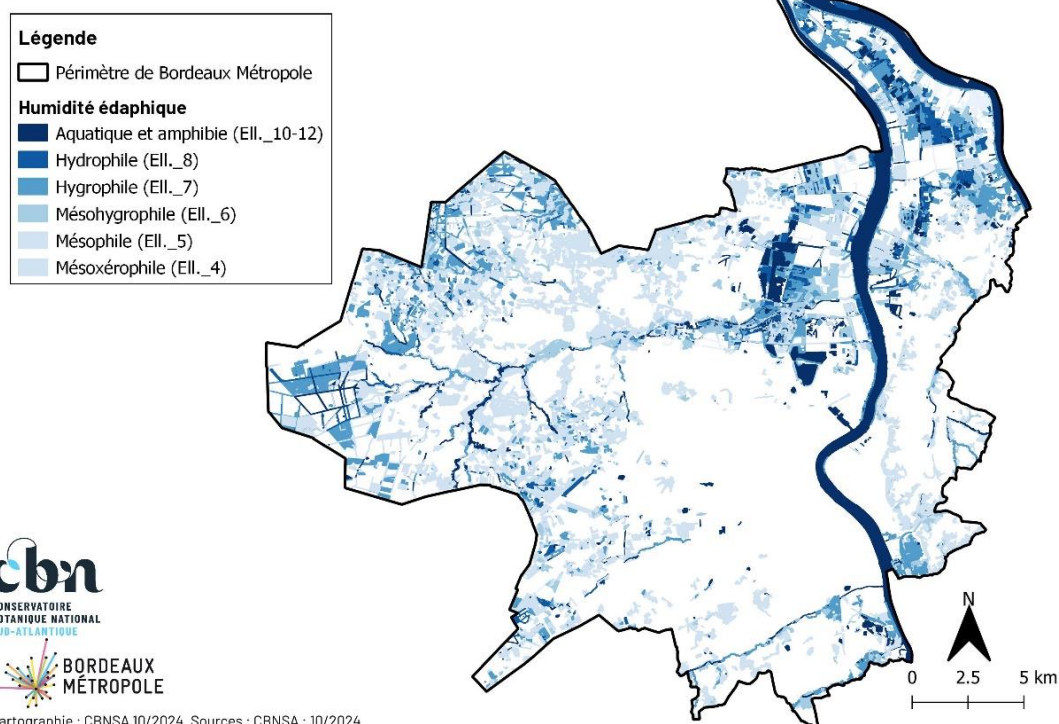


Figure 43. Carte de l'humidité édaphique de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole.

Les résultats présentés sont toutefois à prendre avec précautions :

- plusieurs continuités aquatiques ne sont pas mises en évidence via cette analyse car l'emprise de certains réseaux hydrographiques était trop faible pour permettre leur digitalisation dans les données d'occupation du sol utilisées ;
- le gradient d'humidité édaphique produit sur cette cartographie est dépendant de la digitalisation des habitats dont les limites sont arbitraires et ne traduisent pas réellement la réalité des processus hydrologiques (ex : camp de Souge).

4.4.2 Équilibre acido-basique (pH)

La carte d'acidité édaphique de la TVB présente un gradient continu depuis les unités acidiphiles jusqu'aux unités basiphiles. Cette carte est intéressante pour étudier les phyto-continuités floristiques puisque l'équilibre acido-basique est un facteur écologique conditionnant le développement des espèces végétales. En revanche, pour la faune, son intérêt est semble plus faible que l'humidité édaphique dans la mesure où moins d'espèces animales y sont sensibles. La présence d'une flore spécifique aux milieux acides ou basiques peut toutefois expliquer la distribution et le maintien de certains groupes faunistiques (lépidoptères et pollinisateurs notamment).

En ce qui concerne la flore, l'acidité associée à un sol filtrant et pauvre favorise le processus de podzolisation : les acides organiques altèrent les minéraux du sol, dont les composants migrent par percolation, créant des sols très pauvres en surface. Ce processus est accentué par la mauvaise activité biologique du sol, qui produit donc peu de complexes argilo-humiques.

Cartographie de l'acidité édaphique de la Trame verte et bleue

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

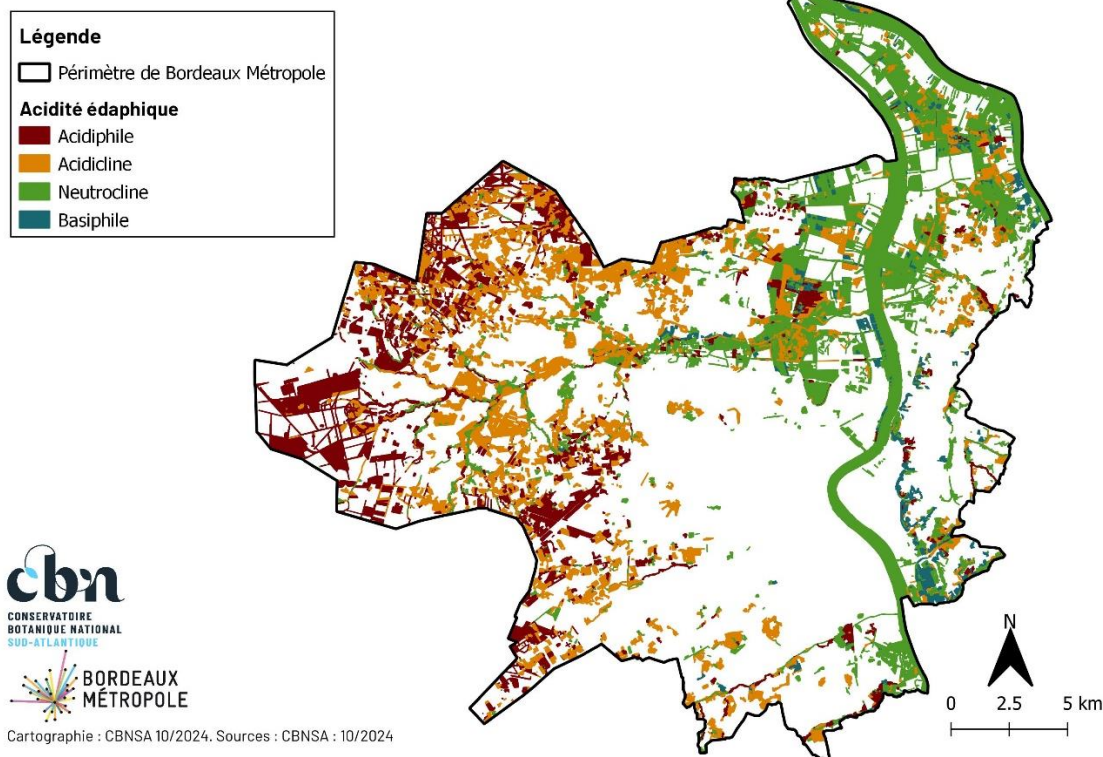


Figure 44. Carte de l'acidité édaphique de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole.

La cartographie de l'acidité édaphique reflète assez fidèlement les trois entités paysagères de Bordeaux Métropole. Le plateau landais à l'ouest du territoire est composé essentiellement d'habitats acidiphiles à

acidiclines (hormis dans les formations alluviales). La vallée de la Garonne, la partie aval de la vallée de la Jalle et, dans une moindre mesure, les vallées des autres cours d'eau métropolitains sont caractérisées par des sols neutroclines à acidiclins. Les habitats basiphiles sont, quant à eux, principalement présents au niveau des coteaux calcaires de Lormont.

4.4.3 Séries de végétation

La carte des séries de végétation de la TVB correspond à la combinaison des gradients d'humidité et d'acidité édaphique. L'identification des principales enveloppes écologiques homogènes sur le plan de l'acidité et de l'humidité édaphique, a pour objectif d'identifier les secteurs du territoire métropolitain dans lesquels les espèces floristiques et faunistiques sont susceptibles de trouver leur optimum écologique et de se déplacer.

Cette carte pourra servir de support dans le cadre de futurs travaux pour approfondir la définition des corridors écologiques :

- D'une part pour définir les groupes d'espèces inféodés à telles ou telles enveloppes de la trame verte et bleue, en prenant en compte la physionomie des habitats (milieux ouverts et milieux boisés) et les facteurs écologiques qui les caractérisent (équilibre acido-basique et humidité édaphique) ;
- D'autre part pour caractériser et évaluer plus précisément les continuités écologiques. En effet, une continuité écologique est estimée à partir des réservoirs de biodiversité et d'une enveloppe de largeur variable autour de ces réservoirs, correspondant à la distance maximale parcourue par les espèces. Cette dernière est calculée en prenant en compte à la fois l'attractivité et la perméabilité des habitats autour des réservoirs de biodiversité. En conséquence, selon la distance entre deux réservoirs de biodiversité et selon les types de milieux qui les séparent, deux réservoirs de biodiversité à priori considérés comme connectés peuvent en réalité ne pas appartenir à la même série de végétation et donc avoir peu d'échanges de biodiversité entre eux.

Sur Bordeaux Métropole, 23 séries de végétation ont été mises en exergue au sein de la Trame Verte et Bleue. Leur localisation est présentée dans les figures 45 et 46. Sur la figure 45, la sémiologie des séries de végétation se base sur quatre dégradés de couleurs correspondant à chaque catégorie d'équilibre acido-basique (acidiphile, acidiline, neutrocline et basiphile). Sur la figure 46, les mêmes séries de végétation sont représentées mais elles sont nommées ici par les végétations constituant les têtes de série. Ces deux représentations graphiques sont complémentaires. Elles permettent de comprendre les facteurs écologiques à l'origine des séries de végétation et d'appréhender les groupes d'espèces qui leurs sont liés.

L'unité du plateau landais est caractérisée par des entités principalement mésohygrophiles à mésophiles et acidiphiles à acidiclins. Elle comprend les séries de végétation suivantes :

- Chênaies acidiphiles à Chêne Pédonculé et Pin Maritime : Série de végétation à *Pinus pinaster* et *Quercus robur* et Série de végétation à *Molinia caerulea* et *Quercus robur* ;
- Chênaies acidiclins à Chêne Sessile : Série de végétation à *Viburnum opulus* et *Quercus robur* et Série de végétation à *Lonicera periclymenum* et *Quercus petraea*.

Le réseau hydrographique et les plans d'eau et mares (hors lagunes) sont majoritairement qualifiés par la série de végétation aquatique et neutrocline. Il s'agit de complexe de végétations permanentes des eaux stagnantes ou circulantes neutroclins (*Glycerietum fluitantis*, *Helosciadetum nodiflori*, etc.).

Cartographie des séries de végétation de la Trame verte et bleue

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

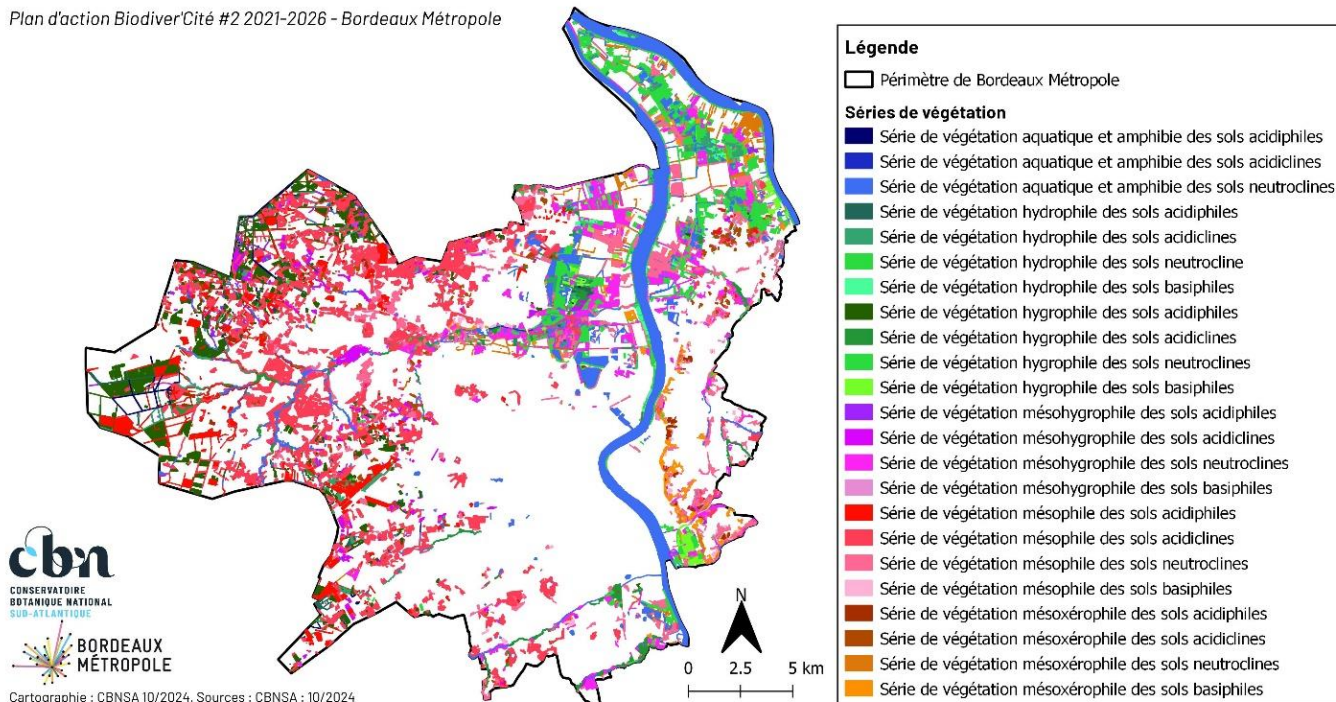


Figure 45. Carte des séries de végétation de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole nommées à partir des caractéristiques écologiques des séries de végétation.

Cartographie des séries de végétation (noms latins) de la Trame verte et bleue

Plan d'action Biodiver'Cité #2 2021-2026 - Bordeaux Métropole

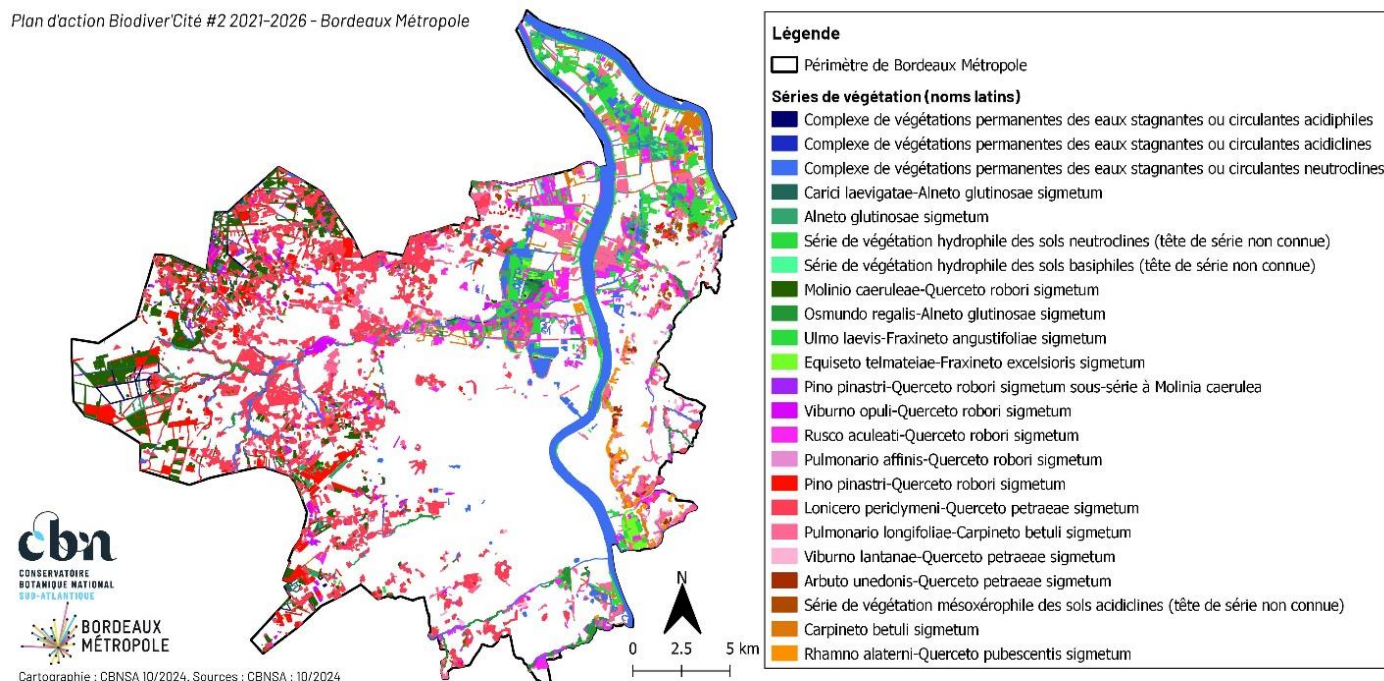


Figure 46. Carte des séries de végétation de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole nommées par tête de série.

Les entités des marais de la vallée de la Garonne sont définies majoritairement par les séries de végétations neutroclines et hydrophiles à hygrophiles. La série de végétation à *Ulmus laevis* et *Fraxinus angustifolia* est la plus représentée sur ce secteur. Au sein des vallées alluviales des affluents de la Garonne, la présence d'aulnes distingue certains habitats vers des séries de végétation hygrophiles et acidiclinales (série de végétation à *Osmunda regalis* et *Alnus glutinosa*) et d'autres vers des séries de végétation hygrophiles et basiphiles (série de végétation à *Equisetum telmateia* et *Fraxinus excelsior*).

Les coteaux calcaires sont logiquement constitués de séries de végétation mésophiles à mésoxérophiles plutôt basiphiles. Pour les faciès plus mésophiles, on retrouve la série de végétation à *Viburnum lantana* et *Quercus petraea* alors que sur les faciès mésoxérophiles, est présente la série de végétation à *Rhamnus alaternus* et *Quercus pubescens*.

Ces résultats mettent donc en avant différents grands ensembles de végétation sur la métropole bordelaise avec, pour résumer, majoritairement des chênaies acidiphiles à chêne pédonculé et des chênaies acidiclinales à chênes sessiles sur le plateau landais, des frênaies-ormaises et des aulnaies-frênaies dans les vallées alluviales et des boisements à chêne sessile voire à chênes vert pour les faciès plus xérophiles se développant sur les coteaux calcaires. Qui dit présence de communautés végétales différentes dit également communautés animales différentes sur ces différents secteurs (du moins pour les plus exigeantes écologiquement). Par conséquent, la trame calcicole représentant une faible surface sur Bordeaux Métropole, sa conservation est primordiale pour le maintien des espèces qui y sont associées.

Les projets de restauration de la trame verte pourront s'appuyer sur les cartographies produites pour déterminer quelles espèces végétales doivent être privilégiées dans les projets de végétalisation. La plantation d'essences arborées similaires à celles retrouvées dans les boisements naturels limitrophes sera profitable à la biodiversité. A l'inverse, l'utilisation d'essences non autochtones ne garantit pas une recolonisation de la biodiversité efficace sur les milieux restaurés puisque certaines espèces animales ou végétales risquent de ne pas être adaptées à ces nouvelles conditions environnementales. Par conséquent, l'objectif initial de renforcement de la continuité écologique ne sera pas réalisé et risque, à l'inverse, d'induire la création d'un îlot boisé dont la connectivité avec les boisements naturels du territoire sera peu fonctionnelle.

4.4.4 Mise en relation des séries de végétation et des éléments de la TVB

En complément des figures 45 et 46, la localisation des milieux boisés est établie pour savoir comment renforcer les continuités entre ces milieux, dans un objectif de restauration de la trame verte. La Figure 47 isole les séries de végétation au niveau de la sous-trame des milieux boisés.

L'analyse des séries de végétation appliquée aux milieux boisés permet de distinguer fortement les 3 grands ensembles biogéographiques de Bordeaux Métropole : plateau landais, plaine alluviale et coteaux calcaires. Cette cartographie révèle d'autant plus l'importance des vallées alluviales pour les continuités des séries de végétation méso-hygrophiles qui semblent quasi-exclusivement présentes en bordure de cours d'eau sur le territoire.

Cartographie des séries de végétation de la sous-trame boisée

Identification des éléments de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole

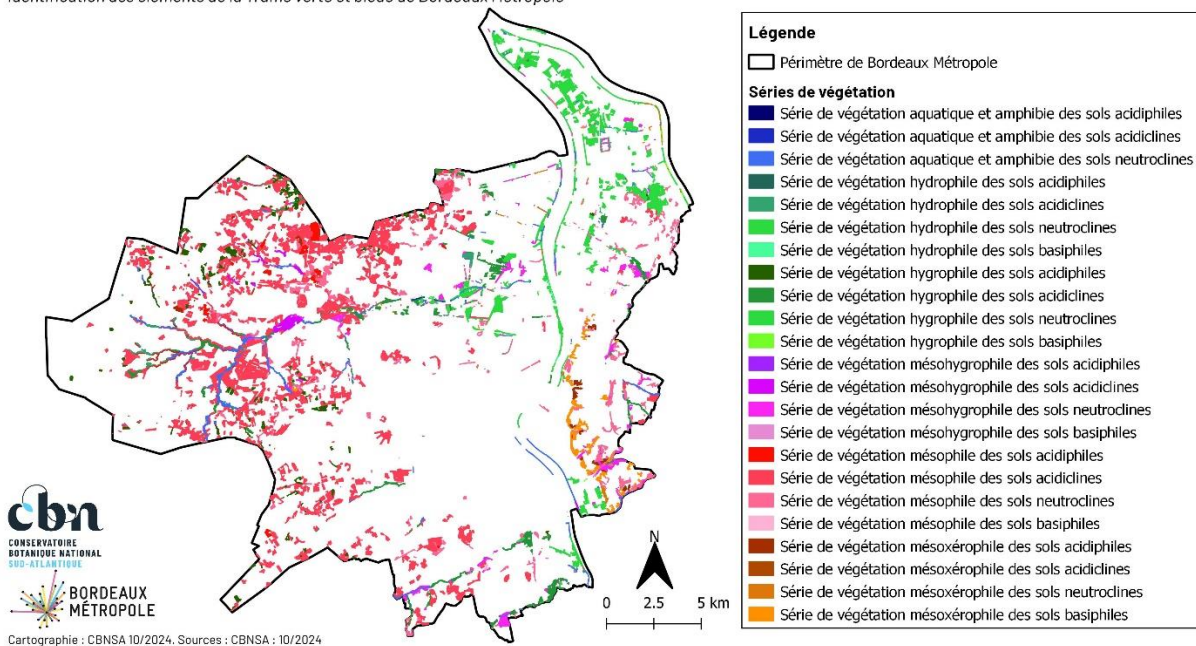


Figure 47. Carte des séries de végétation de la sous-trame boisée de Bordeaux Métropole.

Les communautés végétales étant à l'équilibre et au stade final de la série de végétation, la représentation cartographique des séries de végétation de la sous-trame boisée s'avère être la plus précise. Cependant, il faut savoir que le climax forestier ne se réalise que pour des valeurs d'Ellenberg d'humidité et d'acidité comprise entre 4 et 8. Aux limites de ce gradient, le développement de la forêt ne s'accomplit pas complètement et ces systèmes apparaissent sous une forme juvénile (canopée ouverte, présence de nombreuses espèces pionnières, etc.). En dehors de ces limites, la dynamique est donc dite « tronquée » : les sols trop engorgés en eau ou trop secs ne permettent pas l'installation d'une végétation forestière. Sur les sols secs, les plantes doivent limiter la transpiration pour économiser l'eau. Sur les sols humides, l'engorgement en eau limite les échanges gazeux : de nombreuses plantes possèdent des parenchymes aérifères et des tiges creuses pour améliorer ces échanges.

Pour la sous-trame des milieux ouverts, l'étude des séries de végétation montre des résultats plus hétérogènes que la sous-trame des milieux boisés (Figure 48). Les patchs d'une même série de végétation sont plus éloignés les uns des autres ce qui laisse penser que les espèces inféodées à ces séries auront davantage de distance à parcourir pour recoloniser une enveloppe écologique qui leur est favorable. La plus forte fragmentation écologique des phyto-continuités au sein des milieux ouverts peut être expliquée par des communautés végétales qui sont davantage influencées par l'exploitation anthropique ou l'état de conservation des milieux donnant des résultats plus variables d'une entité à une autre. Également, les milieux ouverts peuvent faire partie de plusieurs séries de végétations et il est donc difficile de déterminer la série de végétation à laquelle ils appartiennent (ex : landes à molinie pouvant se retrouver à la fois sur des milieux acidiphiles à neutrophiles et plus ou moins humides).

La cartographie des séries de végétation de la sous-trame ouverte montre qu'elle ne concorde pas avec celle des milieux boisés au niveau de la partie aval de la Jalle de Blanquefort et dans les marais nord de la vallée de la Garonne. En effet, si la sous-trame des milieux boisés mettait essentiellement en avant des habitats hygrophiles sur ces secteurs, l'analyse de la sous-trame des milieux ouverts montre que les séries de végétations sont principalement méso-hygrophiles (avec une variabilité importante du mésoxérophile à l'hydrophile). Selon la cartographie des milieux ouverts, la série de végétation à *Ruscus aculeatus* et *Quercus robur* serait donc davantage représentée sur ces secteurs.

Cartographie des séries de végétation de la sous-trame ouverte

Identification des éléments de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole

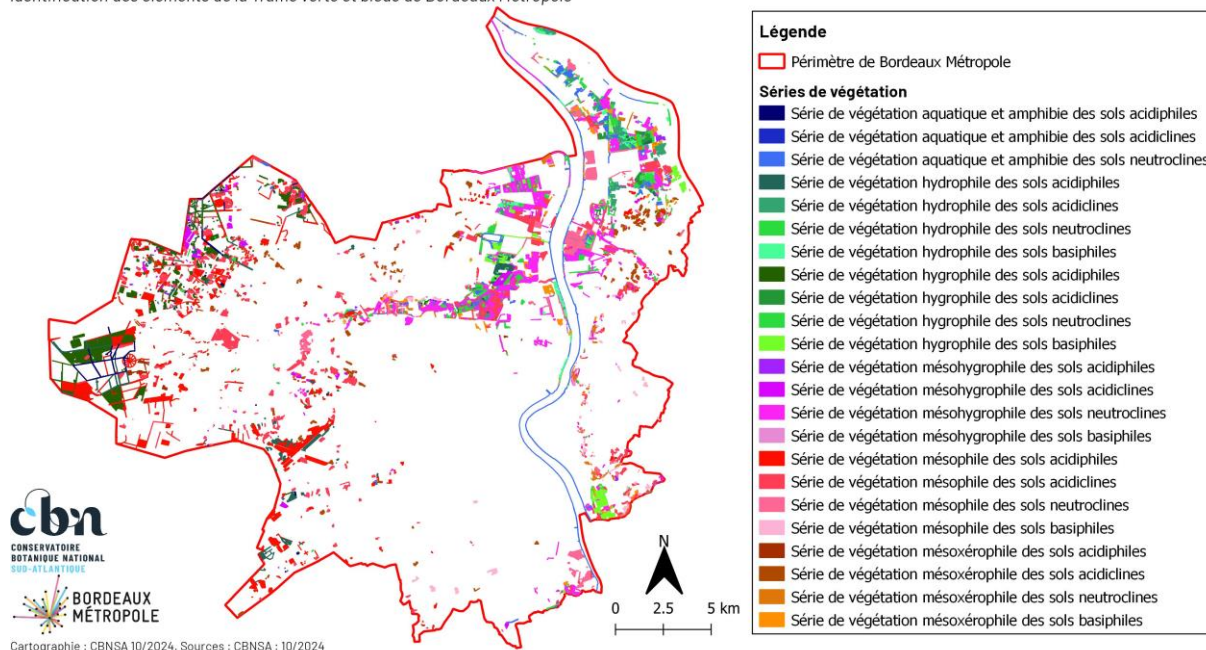


Figure 48. Carte des séries de végétation de la sous-trame ouverte de Bordeaux Métropole.

Le manque de concordance entre les séries de végétation de la sous-trame des milieux boisés et de la sous-trame des milieux ouverts remet en question la définition des paramètres écologiques utilisés pour modéliser les séries de végétations. En effet, les connaissances scientifiques actuelles peuvent ne pas être suffisamment avancées pour définir avec justesse l'ensemble des séries de végétations et donc induire un biais sur les cartographies produites. Par exemple, les forêts alluviales sont presque toutes considérées comme hygrophiles alors que certaines sont très rarement inondées. Théoriquement, une continuité dans les séries de végétation entre les milieux ouverts et les milieux boisés aurait dû être davantage observée, étant donné les conditions écologiques globalement similaires dans l'ensemble de la vallée de la Garonne. Il est probable également que les deux facteurs utilisés "humidité édaphique" et "équilibre acido-basique" ne soient pas les seuls facteurs qualifiant une association végétale (texture du sol, luminosité, nutriments disponibles, etc.) ou que les séries de végétation utilisées ne soient pas assez bien définies. L'amélioration des connaissances sur les paramètres édaphiques qui régissent les associations végétales des différentes séries de végétations devrait à terme permettre de préciser ce type d'analyse.

En conclusion, l'apport des phytocontinuités a permis d'approfondir l'étude des connectivités écologiques en mettant en avant les facteurs écologiques des éléments de la trame verte et bleue. L'interaction des communautés végétales entre deux entités est plus forte s'ils fournissent des conditions écologiques proches (aspect qualitatif des habitats). À l'inverse, deux éléments de la trame verte et bleue a priori considérés comme continus selon la méthode réglementaire peuvent en réalité ne pas être colonisés par les espèces les plus spécifiques si les conditions écologiques sont antagonistes (exemple : milieux boisés mésoxérophiles en périphérie de milieux boisés hygrophiles). Sur Bordeaux Métropole, les phytocontinuités ont permis de discriminer trois grands ensembles biogéographiques : plateau landais, vallées alluviales et coteaux calcaires. Les projets de restauration de la trame verte et bleue pourront ainsi s'appuyer sur ces résultats pour déterminer la localisation la plus optimale et les espèces végétales à privilégier pour améliorer la fonctionnalité des corridors biologiques.

V. UTILISATION DE LA TVB DANS L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

5.1 COMPARAISON AVEC LES ZONAGES DU PLU

5.1.1 Situation générale

Suite à la définition des éléments paysagers de la trame verte et bleue métropolitaine, il est possible d'étudier leur localisation par rapport au parcellaire du PLU 3.1 de Bordeaux Métropole. La trame verte est sans conteste la trame ayant le plus d'emprise sur la métropole. Près de 55% des parcelles, soit plus d'une parcelle sur deux, contient des éléments de la trame verte. La trame bleue représente une surface moins importante, et par conséquent, moins de parcelles sont concernées par cette trame (39%). Enfin, la trame turquoise, répertoriant les éléments appartenant à la fois à la trame verte et à la trame bleue, est présente sur 30% des parcelles.

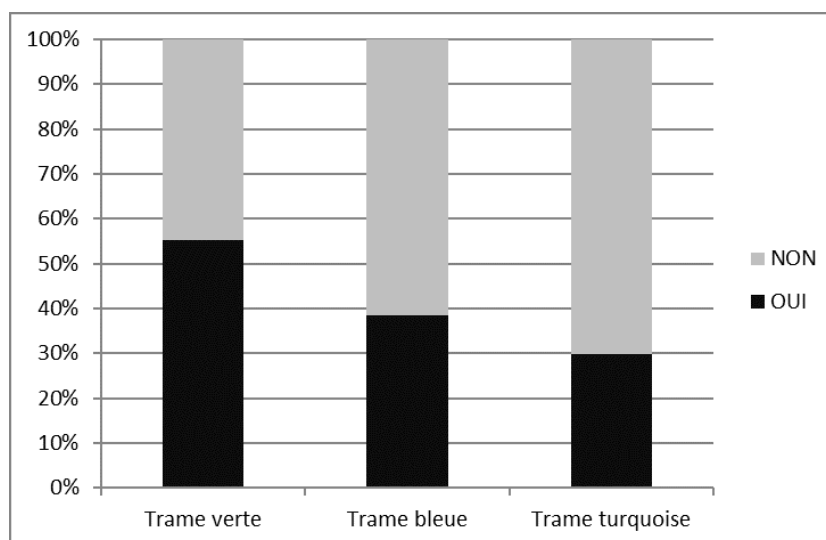









Figure 49. Pourcentage de parcelles de la métropole bordelaise concernées par les trames vertes et bleues.

L'aménagement des parcelles d'un PLU ne peut cependant pas être effectué de la même manière sur tout le territoire. En effet, l'urbanisation est soumise à un classement définissant ses modalités d'exécution. Ce classement prend la forme d'un zonage divisé en 7 catégories :

-  **Zonage A** : zone agricole
-  **Zonage Ah** : zone agricole constructible sous conditions
-  **Zonage Auc** : zone à urbaniser dans le centre-bourg
-  **Zonage Aus** : zone à urbaniser stricte
-  **Zonage N** : zone naturelle et forestière
-  **Zonage Nh** : zone naturelle constructible sous conditions
-  **Zonage U** : zone urbaine

Les zonages A et N interdisent tous les travaux d'urbanisation sur les parcelles. Ils sont respectivement mis en place pour maintenir les activités agricoles et les espaces naturels d'un territoire. Les zonages Ah et Nh autorisent exceptionnellement des projets d'aménagements sur des zones agricoles ou naturelles mais ils sont limités à certaines conditions (but des travaux, surface, etc.). Les zonages Auc et Aus concernent les parcelles sur lesquelles il est prévu d'urbaniser prochainement. Enfin, le zonage U est établi sur les parcelles déjà urbanisées et donc où l'urbanisation est dès à présent possible.

5.1.2 Trame verte

Le pourcentage de parcelles concernées par la trame verte varie entre 93 et 46% selon le zonage attribué. Les zonages Aus, A et N sont les trois zonages comprenant le plus d'éléments paysagers inclus dans la trame verte. À l'inverse, le zonage U est le zonage comprenant le moins d'éléments de la trame verte.

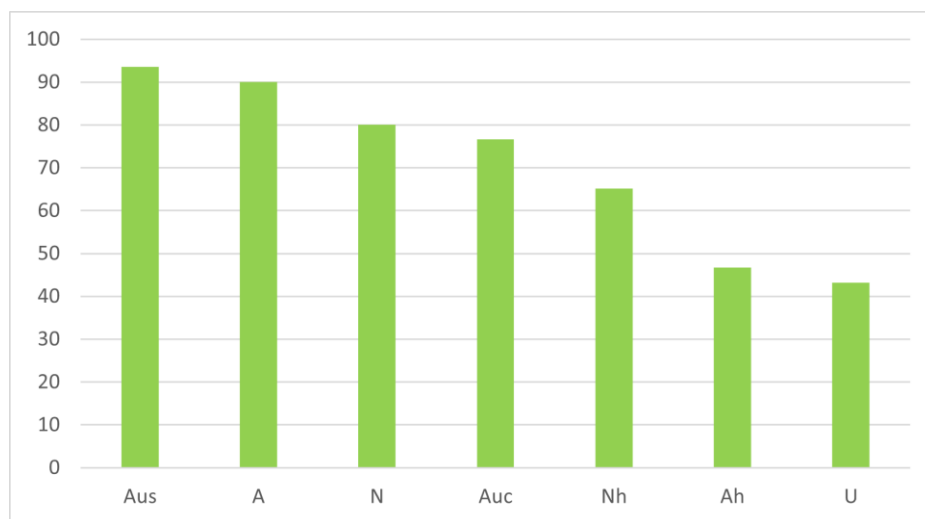


Figure 50. Pourcentage de parcelles concernées par la trame verte en fonction de son zonage dans le PLU.

Les parcelles classées A relèvent à 90% de la Trame verte et N sont à priori les plus « naturelles ». Pour le zonage Aus, ce résultat est à prendre avec précaution puisque seulement 31 parcelles sur Bordeaux Métropole sont référencées dans ce zonage (la robustesse statistique est donc faible). De nombreuses parcelles classées dans les zonages A et N comprennent des éléments paysagers constitutifs de la trame verte, ils ne sont à priori pas menacés de destruction du fait de la réglementation interdisant l'urbanisation dans ces zonages. Par contre, ceux situés dans les parcelles classées U ont une forte probabilité d'être impactés par des projets d'urbanisation à court terme. C'est également le cas de près de 80% des parcelles situées sur le zonage Auc qui contiennent au moins un élément de la trame verte et seront urbanisables dans un avenir proche. Ainsi, selon l'aménagement du territoire prévu dans le PLU de Bordeaux Métropole, les futurs projets d'urbanisation pourraient impacter de façon considérable la trame verte et conduire à une fragmentation de celle-ci.

5.1.3 Trame bleue

Pour la trame bleue, le taux le plus élevé de parcelles contributrices est observé sur le zonage Aus (87%). Cependant, comme évoqué précédemment, ce résultat est à relativiser puisque seulement 31 parcelles de la métropole sont comprises dans ce zonage. En deuxième et troisième position apparaissent une nouvelle fois les deux zonages les plus naturels, N et A, avec environ 64% de parcelles comprenant des éléments de la trame bleue.

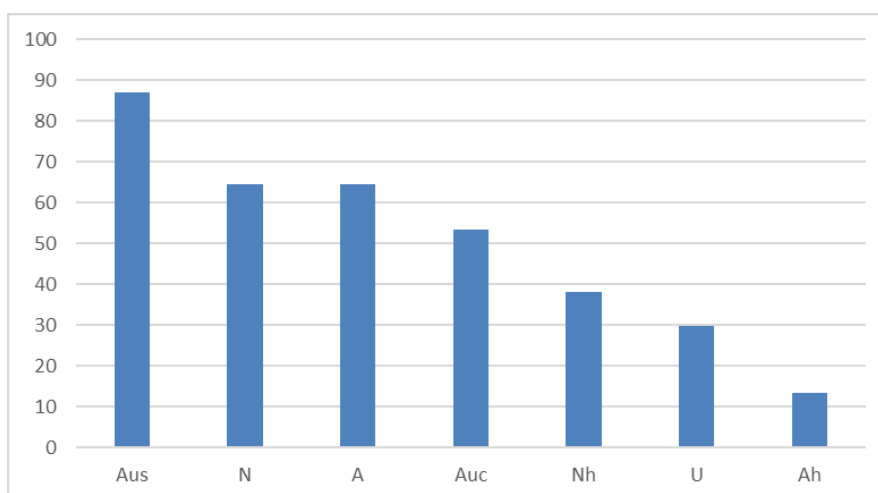


Figure 51. Pourcentage de parcelles concernées par la trame bleue en fonction de son zonage dans le PLU.

Un taux élevé de parcelles (53%) est à noter au niveau des parcelles prochainement urbanisables du zonage Auc. Les zones humides et masses d'eau libre localisées sur ces secteurs sont potentiellement menacées par l'urbanisation. Enfin, les zonages Nh, U et Ah sont les trois zonages sur lesquels les pourcentages de parcelles concernées par la trame bleue sont les plus faibles (respectivement 38%, 30% et 13%). Malgré le fait que moins de parcelles urbanisables sont concernées par la trame bleue que par la trame verte, ces résultats demeurent particulièrement importants pour les parcelles prochainement urbanisables du zonage Auc.

5.1.4 Trame turquoise

Enfin, pour la trame turquoise, les résultats sont similaires à ceux de la trame verte et bleue dans le sens où le zonage Aus se retrouve une nouvelle fois en première position avec 65% de parcelles concernées. Le zonage N occupe la deuxième position suivie du zonage A avec respectivement 50 et 47%. 38% des parcelles comprise dans le zonage Auc contiennent au moins un élément paysager de la trame turquoise. Les zonages Nh, U et Ah sont, encore une fois, les trois zonages sur lesquels les pourcentages de parcelles incluses dans la trame turquoise sont les plus faibles. Moins d'une parcelle sur 5 classées dans le zonage U présente un élément de la trame turquoise (18%).

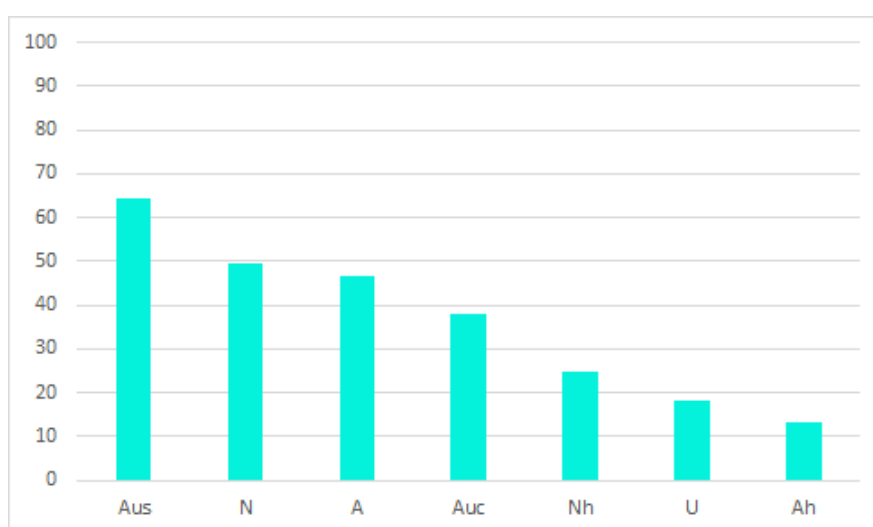


Figure 52. Pourcentage de parcelles concernées par la trame turquoise en fonction de son zonage dans le PLU.

En définitive, ces résultats montrent que les trois zonages N, A et Aus sont les plus contributifs pour les trois trames étudiées alors que les moins contributifs sont les zonages Nh, U et Ah. Logiquement, les zonages les plus « naturels » concentrent la majorité des enjeux de biodiversité. L'étude de la

distribution des éléments paysagers des trames verte, bleue et turquoise montre également que le zonage AUC contient de nombreuses parcelles prochainement urbanisables et dont les projets pourraient impacter assez fortement la fonctionnalité de ces trois trames. Étudier la spatialisation des éléments paysagers des différentes trames par rapport au parcellaire est un des moyens d'anticiper leur préservation avant qu'un projet ne soit décidé.

5.2 PRISE EN COMPTE DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME

5.2.1 Modification du parcellaire

Malgré l'urbanisation effective du zonage U, ces parcelles n'ont pas des enjeux de biodiversité nuls. En effet, comme le montre les résultats précédents, en zone urbaine, environ une parcelle sur trois est concernée par la trame bleue et une sur cinq pour la trame turquoise. Les milieux naturels présents au sein des zones urbaines peuvent donc avoir un intérêt pour la biodiversité.

Pour préserver le territoire d'une érosion de la biodiversité, il est souhaitable d'éviter l'intégration des milieux naturels intéressants pour la biodiversité au sein des parcelles constructibles U et AUC. À terme, des objectifs pourraient être fixés pour garantir, dans le PLU, la présence de moins de 25% de parcelles U concernées par des éléments paysagers de la trame verte et bleue. Différents scénarii d'aménagements pourraient ainsi être testés et la proportion des parcelles à enjeux pour la biodiversité et menacées par les futurs projets, évaluée dans le même temps. Parmi les moyens d'atteindre les objectifs fixés, deux peuvent être mis en place :

- Modifier le zonage des parcelles U et Au à enjeux pour un zonage plus protecteur vis-à-vis de l'urbanisation (N ou A par exemple) et intégrer à la place des parcelles constructibles sur les parcelles N ou A non concernées par la trame verte et bleue ;
- Délotir les parcelles dans lesquelles des enjeux de biodiversité sont connus et conserver uniquement le parcellaire à urbaniser.

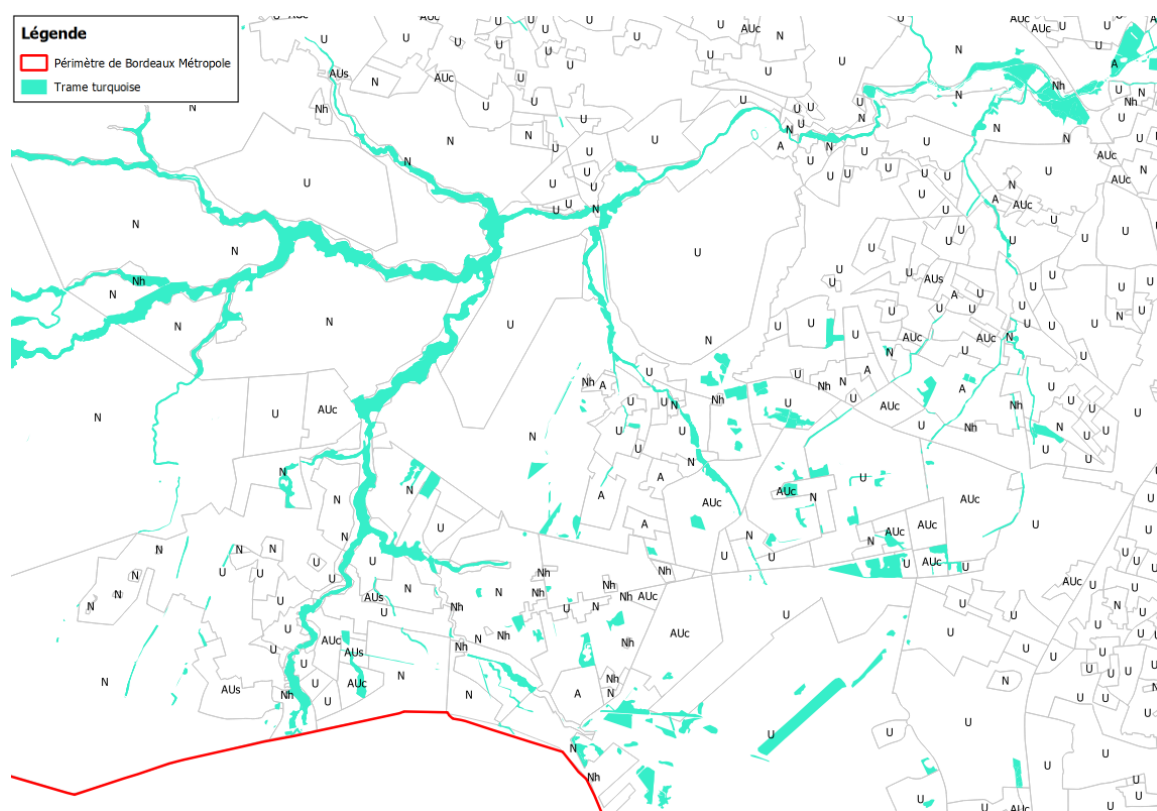


Figure 53. Exemple de parcelles sur la commune de Martignas contributives pour la trame turquoise malgré une emprise limitée des éléments paysagers

En effet, l'analyse précédente montre que de nombreuses parcelles sont considérées dans leur entièreté comme contributives à la trame verte et bleue alors que la plupart du temps une faible surface de la parcelle est réellement concernée par un élément paysager inclus dans une trame. Une des solutions serait donc de diviser le parcellaire pour établir un zonage plus précis. De cette manière, les enjeux de biodiversité seraient mieux appréhendés en amont des projets d'urbanisation.

5.2.2 Mise en place d'une séquence ERC

Une autre piste pour limiter la fragmentation des trames vertes et bleues sur la métropole est la mise en place d'une séquence ERC (Eviter Réduire Compenser). Cette stratégie existe déjà indirectement pour la trame bleue, à travers la Loi sur l'eau qui demande aux porteurs de projets d'éviter la destruction des zones humides, et de compenser les pertes induites si la première solution n'est pas possible (Gayet & al, 2016).

La mise en place d'une séquence ERC serait plus novatrice et protectrice si elle était appliquée au niveau de la trame verte et plus particulièrement au niveau du maillage bocager. En effet, il n'existe pas à l'heure actuelle de loi encadrant cette démarche. Toutefois, certaines collectivités ont déjà souhaité inscrire, dans le règlement de leur PLU, la protection des éléments bocagers de leur territoire grâce au Code de l'Urbanisme.

Au sein d'un PLU, la protection du maillage bocager peut être réglementée grâce à :

- L'article L 130-1 du code de l'urbanisme définissant les EBC (Espaces Boisés Classés) : *"Les plans locaux d'urbanisme peuvent classer comme espaces boisés, les bois, forêts, parcs à conserver, à protéger ou à créer, qu'ils relèvent ou non du régime forestier, enclos ou non, attenant ou non à des habitations. Ce classement peut s'appliquer également à des arbres isolés, des haies ou réseaux de haies, des plantations d'alignements"* ;
- L'article L 151-23 du code de l'urbanisme (Loi Paysage) permettant l'ajout de prescriptions au sein du règlement du PLU de manière à maintenir les continuités écologiques : *"Le règlement peut identifier et localiser les éléments de paysage et délimiter les sites et secteurs à protéger pour des motifs d'ordre écologique, notamment pour la préservation, le maintien ou la remise en état des continuités écologiques et définir, le cas échéant, les prescriptions de nature à assurer leur préservation"*.

Grâce à ces articles, les collectivités territoriales peuvent protéger les éléments constitutifs de la Trame verte et bleue d'une éventuelle destruction. Les prescriptions définissant les procédures de gestion de ces éléments paysagers sont généralement annexées au règlement du PLU et décidées par les élus communaux. Par exemple, il peut être demandé que toute suppression d'éléments paysagers inventoriés dans le PLU doive faire l'objet d'une Déclaration préalable de travaux à déposer en mairie, en application de l'article R421-23 L du code de l'urbanisme (document Cerfa à compléter). Chaque demande de coupe à blanc, d'arasement de talus et/ou d'arrachage de haie devra ensuite être validée ou non par l'autorité territoriale en charge de cette compétence.

En cas de suppression de talus, de coupe à blanc (hors coupe de recépage) et d'arrachage de haies bocagères ou d'alignements d'arbres acceptées par la commune, des mesures compensatoires pourront être exigées. Le demandeur aura à sa charge de déplacer ou de reconstituer un linéaire au moins identique à celui arasé et/ou arraché en quantité (mesurée en mètres) et en qualité (haie sur talus si c'est le cas, connectivité avec le maillage existant, essences bocagères, etc.). Dans le cas d'une destruction de 100 mètres de haies, il peut être ainsi imposé de restaurer le même linéaire et de préférence au niveau de la continuité impactée.

Ces prescriptions pourront être particulièrement utiles pour les parcelles prochainement aménageables et comprises dans les zonages Aus et Auc. En effet, ce sont des parcelles à l'interface entre les zones urbaines et naturelles et sur lesquelles les milieux naturels sont encore nombreux. La mise en place d'une réglementation sur les éléments bocagers permettra ainsi d'adapter les projets d'aménagement en fonction des éléments constitutifs de la trame verte et bleue d'une parcelle.

Pour résumer, dans le but de protéger la biodiversité sur Bordeaux Métropole et de prendre en compte la trame verte et bleue dans l'aménagement du territoire, il convient donc de :

- 1) Éviter d'aménager les parcelles concernées par des éléments de trame verte et bleue ;
- 2) Limiter la taille du projet à la surface de la parcelle dépourvue d'éléments constitutifs de la trame verte et bleue, si l'aménagement des parcelles est décidé ;
- 3) Vérifier que le projet ne menace pas le maintien d'une continuité écologique en limitant la destruction des éléments constitutifs de la trame verte et bleue, si l'aménagement des parcelles impacte des éléments constitutifs de la trame verte et bleue (ex : le projet induit une réduction de la surface d'un boisement d'une parcelle mais sa plus faible superficie ne menace pas la continuité écologique avec les autres boisements situés à proximité) ;
- 4) Compenser les éléments détruits de manière à garantir une continuité écologique sur la parcelle aménagée ou sur les parcelles voisines si la taille du projet ne peut être limitée et engendre une destruction de l'ensemble des éléments constitutifs de la trame verte et bleue menaçant le maintien d'une continuité écologique.

Ces quatre points peuvent être utilisés comme une "feuille de route" à utiliser en amont des projets d'aménagements.



Figure 54. Exemple de l'implantation d'un projet (surfacique rouge) créant une rupture de continuité écologique (à gauche) et ne menaçant pas le maintien d'une continuité écologique (à droite).

Si la destruction des éléments constitutifs de la sous-trame boisée de la trame verte menace le maintien d'une continuité écologique et que la compensation est prévue, la création d'une nouvelle haie ou d'un bosquet peut être assurée soit par régénération naturelle en laissant pousser de jeunes sujets déjà en place, soit artificiellement en replantant des arbres et arbustes. Les plantations nécessitent impérativement des essences d'arbres appropriées, de préférence en se basant sur les espèces constitutives du boisement impacté et à l'aide de végétaux sauvages d'origine locale (<https://www.vegetal-local.fr/>). Utiliser des végétaux d'origine locale permet de préserver la biodiversité des milieux naturels et de restaurer ainsi les services écosystémiques éventuellement perdus suite à l'aménagement de la parcelle. L'utilisation d'essences diversifiées et la présence d'une essence de haut jet

au minimum tous les 10 mètres et d'un plant au minimum tous les 1.5 m sont conseillées (Chammard E., 2018).

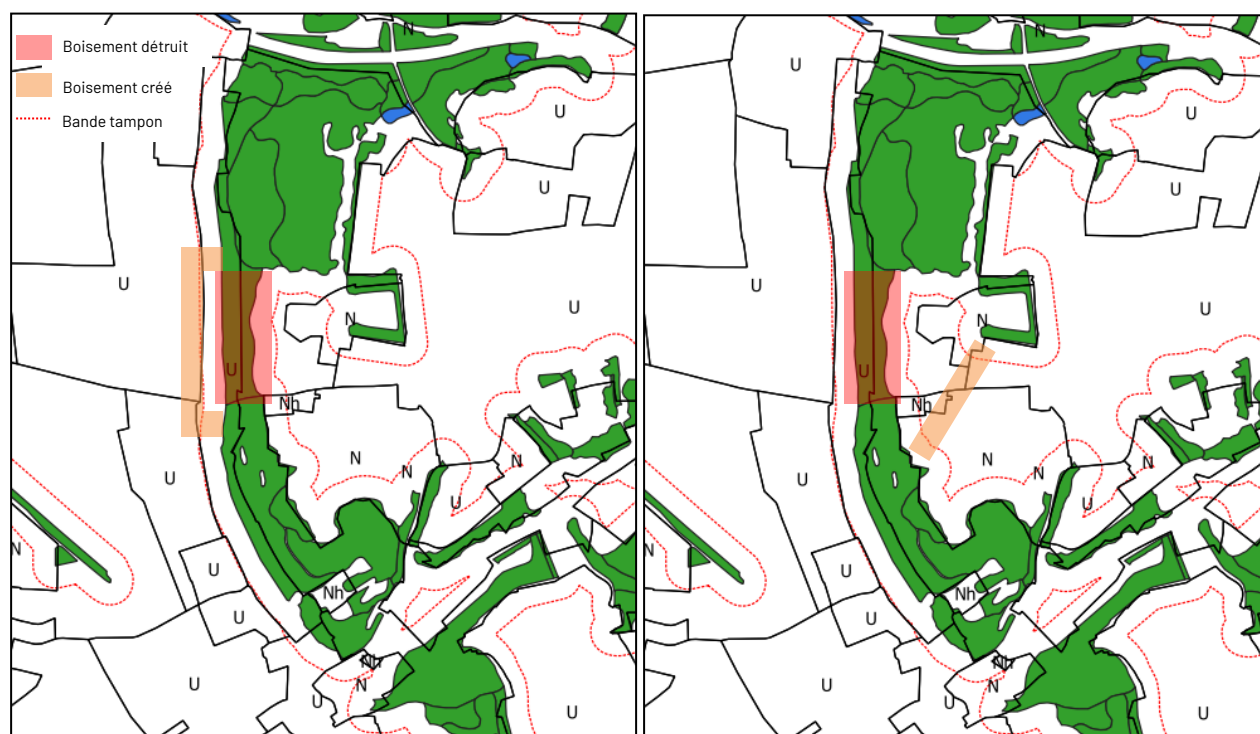


Figure 55. Exemple de compensations du maillage bocager garantissant le maintien d'une continuité écologique.

Pour que la compensation fonctionne, il est également nécessaire que la distance entre les éléments restaurés et les surfaces boisées soient inférieure à 50 m (telle est la valeur du tampon choisie pour définir les boisements ayant un rôle en tant que corridors biologiques). La connexion entre les boisements peut s'estimer à partir d'une bande tampon implémentée autour des éléments bocagers. Ainsi, il est plus facile de se rendre compte à quels endroits peut être implantée une nouvelle entité boisée. La restauration d'une haie peut se faire directement entre les deux boisements court-circuités ou bien entre deux boisements participant à la même continuité écologique (voir exemple ci-dessous).

5.3 VERS DES PROJETS DE RESTAURATION SPONTANES ?

Afin de limiter l'érosion de la biodiversité, des projets de restauration de la trame peuvent être mis en œuvre pour restaurer la trame verte et bleue de son territoire. Pour la trame bleue, cela passe par la restauration de la continuité écologique du réseau hydrographique, la restauration de la fonctionnalité des zones humides et la création de mares. La restauration de la continuité écologique consiste à supprimer ou à adapter les ouvrages hydrauliques en travers des cours d'eau, pour permettre à la biodiversité d'accéder à l'ensemble du bassin versant. Un plan national de restauration de la continuité écologique existe sur le territoire national depuis 2009 (MEEDDM, 2010). De nombreux acteurs travaillent actuellement sur ces thématiques (syndicat de rivière, OFB, etc.).

La restauration de la fonctionnalité des zones humides est moins connue. Elle consiste, la plupart du temps, à réaliser des travaux du sol sur les terrains adjacents aux cours d'eau pour permettre de retrouver leur rôle d'expansion de crues en période hivernale (stockage des eaux de surface) et de restitution d'eau en période estivale (grâce à une meilleure connexion avec la nappe d'accompagnement du cours d'eau). Par exemple, lorsqu'un cours d'eau endigué engendre des phénomènes d'inondations en aval, il peut être décidé de supprimer l'endiguement en amont et de restaurer une zone humide afin de retenir l'eau en cas de fortes pluviométries. Une modification de l'occupation du sol sur les zones humides peut également être envisagée pour garantir une bonne qualité d'eau dans les cours d'eau (exemple : le bas de parcelle

humide autrefois cultivé de façon intensive est abandonné au profit d'un milieu plus naturel permettant une rétention des polluants transportés par les eaux de ruissellement).

Enfin, la création de mares peut être motivée pour leur rôle dans la reproduction des amphibiens. Conformément aux analyses précédentes, une distance inter-mares de moins de 300 m est conseillée.

Pour la trame verte, les projets de restauration consistent à augmenter la connectivité entre les éléments constitutifs de la trame. Ils ont lieu au niveau des zones où les éléments paysagers sont fragmentés (plaine céréalière, zones urbaines et péri-urbaines, etc.). Les projets de restauration peuvent être réfléchis à partir de l'existant. En amont d'un projet, le repérage des nœuds (secteurs à forte concentration en éléments constitutifs de la trame verte) permet d'appréhender les zones où les échanges de gènes, d'espèces et de population sont importants. Le repérage des nœuds est à aborder par sous-trame. Par exemple, pour la sous-trame des milieux boisés, les nœuds constituent les zones où la concentration en boisements est élevée.

Une des manières de maximiser les connectivités écologiques d'une trame verte au sein d'une métropole est la restauration sous forme de toile d'araignée. Cette stratégie de restauration venue du Royaume-Uni (DCLG, 1995) se démocratise de plus en plus dans nos grandes agglomérations françaises (SMEAT, 2021). Elle envisage de lutter contre la fragmentation des milieux en permettant à la biodiversité de se déplacer autour d'une "ceinture verte". Les populations animales et végétales peuvent ainsi s'établir dans chacun des nœuds en empruntant les corridors écologiques mis à disposition. Cette planification territoriale demande cependant d'avoir une stratégie forte de restauration des éléments paysagers sur le territoire et d'aménagement de l'espace en garantissant des zones de "libre circulation" de la biodiversité. Ce projet est plus consommateur d'espace mais a pour avantage d'être plus résilient par rapport à la biodiversité et au changement climatique à venir. Il peut également permettre à la population humaine de s'approprier cet espace pour les loisirs (chemins de randonnées, parcs, etc.) tout en bénéficiant des nombreux services écosystémiques rendus par la trame verte et bleue (îlots de fraîcheurs par les entités boisées, pollinisation au sein des milieux ouverts à fortes ressources florales, etc.).

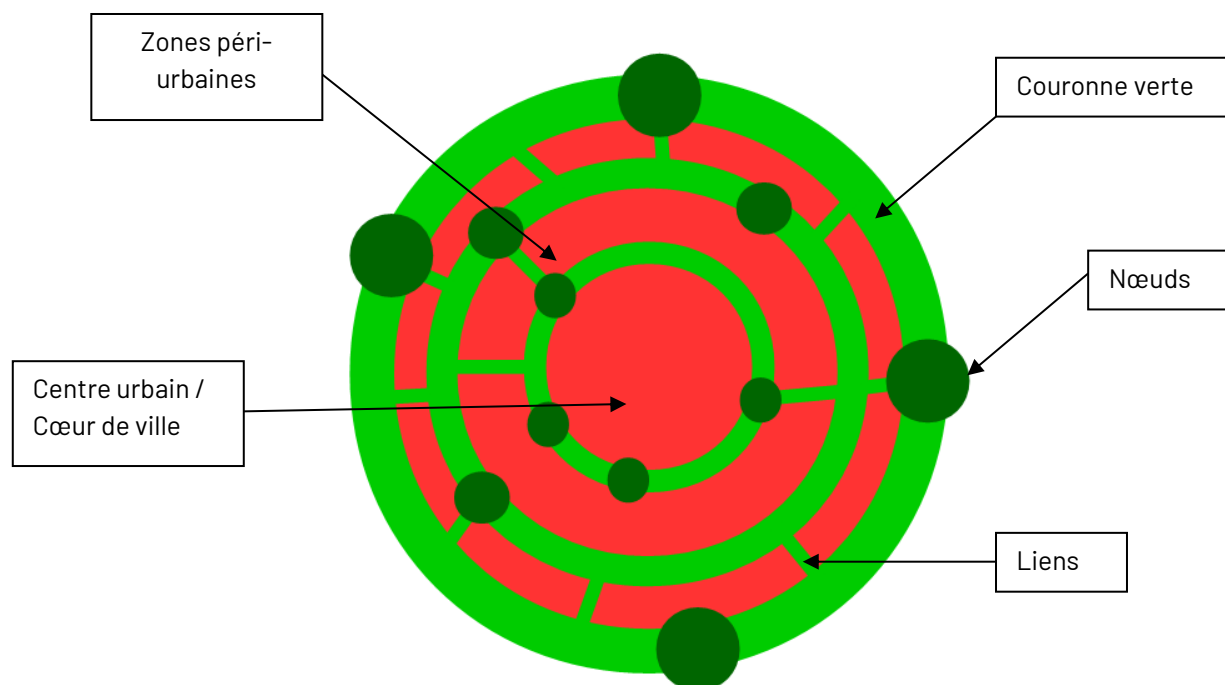


Figure 56. Schématisation d'une trame verte résiliente au sein d'une métropole.

Bordeaux Métropole peut tirer parti des ensembles boisés fonctionnels de son territoire en rive droite de la Garonne pour amorcer ce type de projet. L'agglomération bénéficie déjà d'un linéaire continu d'environ 10 km de boisements connectés sur les coteaux de Lormont. Au nord de la métropole, une connexion plus

fragilisée, mais également correcte, est présente dans la vallée des Jalles. Au sud, le projet de périphérique vert pourrait emprunter les vallées de l'Eau Bourde ou de l'Eau Blanche en renforçant légèrement les connexions. À l'ouest par contre, l'implantation d'une couronne verte est plus délicate étant donné le morcellement important des éléments bocagers. Deux options peuvent être étudiées pour la partie ouest :

- (1) la première, la plus ambitieuse, consiste à passer à l'est de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac et vise à connecter les bois et parcs des zones urbaines à péri-urbaines ;
- (2) la seconde, plus simple à mettre en place, passe à l'ouest de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac et s'appuie davantage sur les éléments bocagers déjà existants. Néanmoins, ce périmètre est plus grand et sort parfois des limites administratives de Bordeaux Métropole. Il peut être vu comme une deuxième couronne du périphérique.

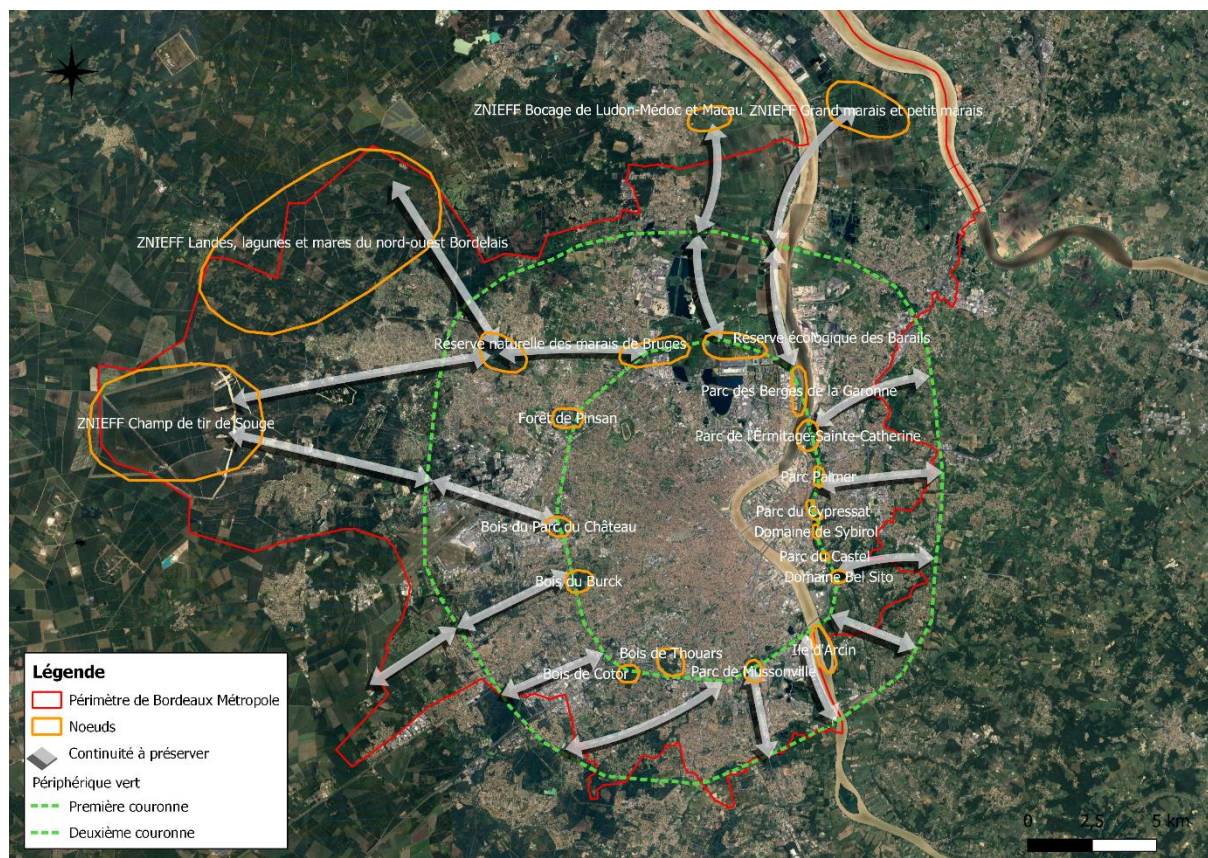


Figure 57. Stratégie de restauration de la trame verte envisageable sur Bordeaux Métropole.

Dans le centre-urbain de Bordeaux Métropole, les nœuds peuvent être constitués des parcs métropolitains puisqu'ils représentent des zones de forte concentration en boisements comparativement aux zones urbanisées situées autour. La conservation de ces espaces est importante pour permettre le déplacement de la biodiversité depuis les ZNIEFF situées en périphérie de Bordeaux Métropole vers l'intérieur du centre-ville. En rive droite, la forte densité des parcs métropolitains situés sur les coteaux de la Garonne induit une bonne fonctionnalité de la sous-trame boisée. À l'inverse, le mauvais état fonctionnel de la rive gauche peut, quant à lui, motiver un plan de restauration de la trame verte entre les différents nœuds. L'étude de la fonctionnalité de la trame verte induit donc une gestion différenciée : conservation en rive droite et restauration en rive gauche de la Garonne.

VI. DIFFICULTES, LIMITES ET PERSPECTIVES

6.1 PRECISION DES DONNEES

La construction de la Trame verte et bleue se base en grande partie sur l'identification des éléments paysagers. Pour que les enjeux de biodiversité d'un territoire soient bien appréhendés, il est nécessaire que les données d'occupation du sol utilisées soient précises. Or, malgré les nombreux efforts réalisés pour obtenir des données cartographiques exhaustives ces dernières années, il subsiste encore des informations manquantes.

Concernant la trame bleue, l'identification des réseaux hydrographiques s'appuie sur la BD Topo. Parfois, il a été noté qu'au sein de cette base de données, les tracés des cours d'eau ne correspondent pas à la réalité (linéaire modifié sans mise à jour de la base de données, identification des cours d'eau incorrecte, etc.). Une étude de terrain du réseau hydrographique permettrait de mieux localiser les masses d'eau à enjeux de la métropole. Ce même constat peut être fait pour les mares et plans d'eau de surface réduite qui n'apparaissent pas forcément dans les bases de données cartographiques utilisées.

Les zones humides intégrées dans la trame bleue sont issues d'une identification par le seul critère végétation alors que l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 mentionne deux critères pour définir un terrain comme humide : le critère végétation et le critère pédologique. Par conséquent, les résultats ne traitent pas des zones humides ayant un peuplement végétal dégradé par rapport à l'état naturel et les données présentées sont donc sous-estimées. Les zones humides perturbées mais d'intérêt car participant à l'alimentation des cours d'eau de la métropole ne sont pas recensées dans ces données.



Figure 58. Exemple d'espaces interstitiels boisés non identifiés dans les données cartographiques et pouvant jouer un rôle en tant que corridor biologique

Pour la trame verte, les entités composant le maillage bocager dans cette étude sont également incomplètes. Certaines haies et boisements de faible superficie n'ont pas été identifiés dans les données

cartographiques alors qu'ils peuvent potentiellement jouer un rôle refuge pour la biodiversité. Ce manque de précision est particulièrement observé dans les zones urbaines et péri-urbaines de Bordeaux Métropole.

La mise à jour des cartographies avec des données plus précises serait à réaliser pour rendre compte des enjeux de biodiversité sur ces secteurs. Ces informations pourraient éventuellement être collectées lors de prospections de terrain permettant de décrire et identifier les fonctionnalités du maillage bocager. Une autre solution est l'identification des milieux boisés à partir de travaux de télédétection et d'images satellites. Une étude est en cours à ce sujet par le bureau d'études I-Sea.

6.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA METHODOLOGIE

Dans cette étude, la conception de la trame verte et bleue s'appuie en grande partie sur la réglementation et la discrimination des milieux naturels d'intérêt par une méthode par bande tampon. Si le modèle utilisé a le mérite d'être simple à appliquer, il ne cerne pas les conditions écologiques des espèces. En effet, certaines espèces nécessitent des conditions spécifiques pour s'y implanter (le développement de la flore est dépendant du type de sol, de l'ombrage ; pour l'avifaune certains oiseaux nécessitent un type d'arbre particulier pour nidifier, etc.). Les habitats boisés ou humides identifiés sont considérés comme tous « égaux » dans l'analyse par bande tampon alors qu'ils peuvent être composés d'espèces et de strates de végétation différentes. La définition des habitats au rang de boisements ou de zones humides peut donc masquer des enjeux ressortant avec une définition plus précise des habitats (identification à l'association végétale ou selon les nomenclatures Corine Biotopes/EUNIS).

Il est également admis que les espèces ne peuvent se déplacer que de tampons en tampons alors que la réalité fonctionnelle des corridors écologiques est plus complexe. Certaines espèces, du fait de leurs caractéristiques physiologiques, peuvent tout à fait rejoindre des habitats non identifiés dans la trame verte et bleue. La méthode par tampon permet de simplifier l'information en se basant sur les taxons les plus fragiles. Théoriquement, la protection des taxons les plus exigeants sur le plan écologique devrait être également bénéfique aux taxons ayant des capacités d'adaptation plus importantes. Des listes d'espèces végétales et d'habitats à enjeux par série de végétations pourront à l'avenir être dressées pour caractériser plus précisément les corridors biologiques de Bordeaux Métropole. Les données ponctuelles et surfaciques des végétations et des espèces protégées/menacées disponibles dans l'OBV-NA et dans Fauna pourraient ainsi être davantage exploitées.

Certains habitats de petites tailles ou déconnectés ne sont pas intégrés dans les trames vertes et bleues alors qu'ils peuvent avoir un intérêt pour la biodiversité. En effet, des stations d'espèces protégées/menacées peuvent être présentes au sein de petites entités déconnectées et n'apparaissant pas dans les éléments constitutifs de la trame verte et bleue. Cependant, le but d'une trame verte et bleue n'est pas l'exhaustivité des données, il faut veiller à un bon compromis entre précision des données et protection des éléments paysagers au titre de la trame verte et bleue. En effet, l'écologie des espèces végétales et animales étant variable d'une espèce à une autre, il est impossible de définir des trames pour chacune d'entre elles. Vouloir être trop précis et cerner les multitudes d'enjeux de biodiversité risque de faire perdre l'objectif initial de protection des éléments paysagers les plus importants du territoire.

Bien que ce modèle n'appréhende pas la complexité de la réalité, la simplification des enjeux permet d'obtenir une méthode opérationnelle et utilisable à une échelle locale. L'impact des projets d'aménagements sur les éléments constitutifs de la trame verte et bleue est quantifiable par parcelle et l'intégration des données dans les documents d'urbanisme est possible. Il est important de raisonner à l'échelle la plus locale possible pour que la protection des éléments paysagers appliquée aux premiers maillons de la chaîne trophique soit bénéfique ensuite à une biodiversité plus macro. La protection des continuités parcellaires engendrera une protection des continuités régionales alors que l'inverse est moins évident.

Enfin, la méthodologie proposée est dépendante de la précision des données d'habitats utilisées. Plus les données seront exhaustives, meilleure sera la définition des corridors écologiques. Les éléments paysagers présents en limite administrative de la métropole peuvent être considérés comme n'ayant pas de rôle en tant que corridors écologiques alors qu'ils sont potentiellement connectés à des entités en dehors du territoire métropolitain. Les enjeux de biodiversité peuvent donc être mal perçus près des limites administratives de la métropole. Pour remédier à cette problématique, il faudrait disposer de données précises sur les habitats en périphérie de la métropole. Enfin, un dernier biais dans les résultats est constitué par la non prise en compte des obstacles aux continuités écologiques. Certaines continuités de la trame verte peuvent traverser des infrastructures linéaires de transport (routes, voies SCNF) réduisant les capacités de dispersion des espèces (surtout pour les espèces terrestres).

6.3 APPORTS ET LIMITES DES CONTINUITES PHYTO-ÉCOLOGIQUES

Dans cette approche complémentaire, la conception de la trame verte et bleue s'appuie sur une démarche scientifique géobotanique multiscalaire, c'est-à-dire qu'elle tient compte de la flore, des végétations et de leurs dynamiques ainsi que des biotopes sur lesquelles elles s'expriment. Cette approche s'avère particulièrement pertinente pour une démarche méthodologique floristico-écologique intégrée et complète permettant d'identifier et de cartographier les éléments de la trame verte et bleue sur la base de typologies standardisées. Elle permet donc de mieux appréhender les conditions écologiques favorables aux espèces animales et végétales.

Une des limites de cette approche est qu'elle requiert un nombre d'informations et de données importantes (flore, végétation, séries de végétation, écologie, relevés de végétation, cartes de végétation). Sur Bordeaux Métropole, l'étude pluriannuelle réalisée par le CBNSA a permis d'avoir ce socle d'informations nécessaire à la mise en place de notre méthode. La mise en œuvre et l'utilisation de cette démarche reste limitée aux personnes qui possèdent de très bonnes compétences en botanique, en phytosociologie et en écologie. De ce fait, cette méthode reste moins opérationnelle que celle présentée en première partie de rapport. Néanmoins, l'expertise qui en ressort peut être utilisée dans le cadre d'études d'impact des projets d'aménagements sur les éléments constitutifs de la trame verte et bleue puisqu'elle permet de quantifier les éléments floristico-écologiques de la trame verte et bleue par parcelle.

Un lien avec la faune serait nécessaire pour caractériser les sous-trames et les séries de végétation auxquelles les espèces animales sont inféodées. Un tel travail de mise en lien entre faune et série de végétation avait été réalisé en Suisse par Béguin et al. (1979) et pourrait être testé sur Bordeaux Métropole. Cette approche permet également de mieux prendre en compte les strates des végétations en vue de considérer plus précisément les enjeux de conservation de la flore et des végétations. Cette approche méthodologique présente aussi l'avantage d'intégrer certains habitats de petites tailles ou déconnectés dans les trames vertes et bleues.

Les concepts de réservoir de biodiversité et de corridor écologique sont adaptés pour la faune en particulier pour les déplacements des espèces et leurs réservoirs de vie. La notion de réservoir de biodiversité mériterait d'être complétée car de nombreux polygones de la cartographie produite par le CBNSA (Aird, 2021) n'ont pas été évalués sur le plan de l'état de conservation. Des investigations complémentaires seraient nécessaires pour compléter la définition et l'évaluation des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques à partir de données floristiques présentes dans l'OBV-NA.

6.4 PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION

6.4.1 Le programme CarHab

Mis en œuvre dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020, le programme national de « Cartographie des habitats naturels (CarHab) » porté par le Ministère en charge de l'environnement, a pour objectif de produire une cartographie nationale prédictive des habitats naturels et semi-naturels de France métropolitaine et d'Outre-mer par télédétection à l'échelle du 1/25000^e. Les résultats obtenus dans

le cadre de ce programme pourront être mis à contribution prochainement pour préciser la trame verte et bleue de Bordeaux Métropole.

Le CBN Sud-Atlantique a été chargé de déployer la démarche méthodologique sur l'ensemble de son territoire d'agrément. Le département de la Gironde a fait l'objet d'une étude en 2021-2022 et les résultats cartographiques sont en cours de finalisation. Les résultats cartographiques CarHab constitueront un socle important de connaissances qui auront vocation à être utilisées par les aménageurs du territoire (collectivités, services de l'Etat, etc.) ainsi que par les gestionnaires. Les données CarHab, comportant plusieurs sources de données (physionomies, biotopes et habitats), pourront être mises à contribution pour répondre aux définitions de la TVB et à la caractérisation de ses éléments constitutifs. Plus exactement, les données CarHab pourront venir étayer le travail du présent rapport sur plusieurs aspects :

- Recueil de données sur les habitats naturels en périphérie de Bordeaux Métropole ;
- Valorisation des données écologiques pour définir les phytocontinuités ;
- Valorisation des données physionomiques pour définir les sous-trames ;
- Valorisation des données d'habitat d'intérêt communautaire pour définir les enjeux de conservation et les réservoirs de biodiversité.

6.4.2 Développer les connectivités fonctionnelles des phytocontinuités

Un des objectifs futurs sera de caractériser la connectivité fonctionnelle des phytocontinuités (application de bandes tampons aux séries de végétation). Cela permettra de mettre en exergue les phénomènes de fragmentation paysagère et d'isolement de réservoirs de biodiversité, à la fois du fait de facteurs écologiques et de la physionomie des milieux naturels. La capacité de déplacement d'espèces parapluies ou de guildes d'espèces selon leurs affinités aux séries de végétation pourra également être évaluée. Cette étape pourra d'ailleurs s'appuyer sur le travail des réseaux écologiques métropolitains réalisé par l'université de Bordeaux (Sarhaoui, 2019). De la même manière, des graphes paysagers pourront être utilisés pour produire des cartes des modes de dispersion des espèces sélectionnées sur le territoire. Plusieurs métriques paysagères à différents niveaux d'application pourraient être calculées pour définir les réservoirs de biodiversité et les corridors biologiques par série de végétation.

6.4.3 Spatialiser les principaux obstacles au déplacement de la biodiversité

Compte tenu du temps imparti pour ce projet, la spatialisation des principaux obstacles aux déplacements de la biodiversité n'a pas pu être réalisée (obstacles à l'écoulement, grandes infrastructures routières, etc.). Il s'agit d'un travail nécessaire à réaliser pour évaluer la qualité des connectivités entre les milieux naturels d'intérêt du territoire. De plus, il permet de définir quels leviers d'actions pourraient être activés pour réduire l'impact de ces obstacles sur la biodiversité. Des actions pourraient ainsi être mises en place en conséquence : suppression d'obstacles à l'écoulement, création de passages à faune, installation de crapauducs, etc.

VII. CONCLUSION

Après avoir contextualisé les objectifs de cette étude, un travail important de compilation des données et d'analyses spatiales a été effectué. Il a servi de base à l'élaboration d'une démarche méthodologique permettant d'identifier et de caractériser les éléments paysagers constitutifs des trames et des sous-trames de Bordeaux Métropole. La conception de la trame verte et bleue s'est appuyée en premier lieu sur la définition réglementaire du Code de l'environnement pour intégrer les éléments indispensables à cette politique. Les autres milieux d'intérêt pour la biodiversité ont ensuite été distingués selon leur capacité à accueillir la faune ou la flore importante pour le territoire métropolitain. Ainsi, les supports cartographiques réalisés ont permis de répondre aux objectifs de spatialisation des éléments constitutifs de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole. Ils apportent des informations sur :

- La structuration et l'organisation des trames et sous-trames ;
- L'identification des secteurs pour lesquels la connectivité est importante ou faible ;
- La localisation des secteurs ayant un rôle stratégique pour maintenir la connectivité au sein de ce réseau.

L'identification de ces éléments paysagers à une échelle parcellaire permettra leur prise en compte lors de futurs projets d'urbanisation. De cette manière, les politiques d'aménagement du territoire pourront davantage intégrer les enjeux de biodiversité et limiter la fragmentation des corridors biologiques. La mise en perspective des éléments constitutifs de la trame verte et bleue avec les zonages du PLU métropolitain fournit également des leviers complémentaires pour mieux tenir compte de la biodiversité sur le territoire. À l'avenir, les projets de restauration des continuités écologiques pourront s'appuyer sur les phytocontinuités identifiées dans le cadre de cette étude. En effet, les connaissances sur les conditions édaphiques et les séries de végétation présentes au niveau des éléments de la trame verte et bleue sont des outils précieux pour définir quels types de milieux naturels et quelles espèces végétales doivent être réhabilités.

Toutefois, de nombreux points restent à améliorer pour préciser la trame verte et bleue sur Bordeaux Métropole. Les données cartographiques utilisées doivent être perfectionnées sur certains secteurs (zones péri-urbaines et urbaines, zones inaccessibles et photo-interprétées notamment). La précision et la justesse des données sur les habitats naturels sont deux facteurs primordiaux pour appréhender au mieux les enjeux de biodiversité d'un territoire. Des compléments de terrain seraient également utiles pour évaluer la qualité des habitats naturels et caractériser plus finement leur rôle par rapport aux populations d'espèces à enjeu.

30 ans après les premières esquisses de la trame verte et bleue qui se sont dessinées lors de la Convention de Rio, cette politique est plus que jamais indispensable à mettre en place dans les grandes métropoles françaises. Il s'agit d'un outil de planification territoriale qui permet de limiter l'érosion de la biodiversité. Il n'a pas pour but d'interdire l'aménagement du territoire mais de connaître et de remédier aux impacts éventuels d'un projet d'urbanisation sur les corridors biologiques, axes de déplacement de la biodiversité. Son élaboration et son application peuvent être plus ou moins exigeantes par rapport à l'urbanisation, selon l'ambition accordée à cette politique territoriale. La conception de la trame verte et bleue n'est pas arrêtée définitivement. Elle est amenée à évoluer selon les données disponibles, les connaissances scientifiques, les modifications spatio-temporelles des habitats naturels et les volontés politiques pour concilier au mieux aménagement du territoire et protection de la biodiversité.

BIBLIOGRAPHIE / WEBOGRAPHIE

AIRD, 2021. Cartographie et spatialisation des enjeux de biodiversité végétale de Bordeaux Métropole : Rapport général. Conservatoire Botanique Sud-Atlantique. 138 p.

AMSALLEM & al, 2018. Bilan Des Schémas Régionaux De Cohérence Ecologique En France : Quels Apports Méthodologiques Pour L'identification Et La Cartographie De La Trame Verte Et Bleue. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE). « Sciences Eaux & Territoire ». Numéro 25 | pages 4 à 11 ISSN 2109-3016 DOI 10.3917/set.025.0004

J. AMSALLEM, H. DEHOUCK. Focus. Comment préciser les continuités écologiques à l'échelle locale parcellaire. Sciences Eaux & Territoires, INRAE, 2018, pp.32-33. 10.14758/SET-REVUE.2018.25.06.hal-01831727

Arrêté du 20 janvier 1982 fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire

Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national

Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département

Arrêté du 18 janvier 2000 modifiant l'arrêté du 21 juillet 1983 relatif à la protection des écrevisses autochtones

Arrêté du 8 mars 2002 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Aquitaine complétant la liste nationale

Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R211-108 du Code de l'environnement

Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection

Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection

AUSSEL A., BELLENFANT S., CATTEAU E., CAUSSE G., CONNORD C., GAUDILLAT V., LAPORTE O., MAISONNEUVE B., SACCA C., VILLEJOUBERT G., 2023. Notice CarHab - Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels. MTECT, OFB, MNHN, IGN, réseau des CBN, EVS UMR 5600 Université Jean Monnet SaintEtienne, PatriNat (OFB - MNHN - CNRS - IRD), 36 p.

BAKER et al., 2011. *Amphibian Habitat Management Handbook*. Amphibian and Reptile Conservation, Bournemouth.

BARBARO et al., 2008. Multi-scale habitat selection and foraging ecology of the eurasian hoopoe (*Upupa epops*) in pine plantations

BAYET B., 2019. Elaboration d'un réseau écologique local en adaptant une méthodologie mise au point par la Région wallonne et comparaison d'outils méthodologiques - Cas de la ville de Namur. Université de Liège Gembloux Agro-bio Tech. 75 p.

BEGUIN, C., J.-M. GEHU et O. HEGG, 1979. La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux, Documents phytosociologiques, IV, pp. 49-69.

- BISSARDON Miriam, GUIBAL Lucas, RAMEAU Jean-Claude, 1997. Corine biotopes, version originale, types d'habitats français, ENGREF-ATEN, 175 p.
- BRAUN-BLANQUET J., 1932. Plant sociology, the study of plant communities. Fac simile de l'édition de 1932, Oxford, 439 p.
- BUREL F., & BAUDRY J., 1999. Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications (p. 359). Editions Tec et Doc.
- BÜTTNER, 2004 – The Corine Land Cover 2000 project – EARSeL eProceedings 3, 3/2004 , p. 331-346
- CEBALLOS, G., EHRLICH, P. R., & RAVEN, P. H., 2020. Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(24), 13596-13602.
- CLAUZEL C., 2021. Réseaux écologiques et connectivité du paysage : De la modélisation spatiale à la gestion de la biodiversité. Géographie. Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne.
- COLLINGE, S. K., (1996), Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning, *Landscape and Urban Planning*, vol. 36, n°1, p. 59-77.
- Communauté Économique Européenne, 1992 – Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages
- Conseil de l'Europe, 1996. Stratégie paneuropéenne de la diversité biologique et paysagère, Tilburg, Centre européen pour la conservation de la nature, ISBN 90802482-2-3, 50 p.
- CHAMMARD E. (coord.), 2018. Végétalisation à vocation écologique et paysagère en Nouvelle-Aquitaine – Guide pour l'utilisation d'arbres, arbustes et herbacées d'origine locale – Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique (coord.), Conservatoire National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. 68 pages + annexes.
- CHAURAND, J., BIGARD, C., VANPEENE-BRUHIER, S. & THOMPSON, J. D., 2019. Articuler la politique Trame verte et bleue et la séquence Éviter-réduire-compenser : complémentarités et limites pour une préservation efficace de la biodiversité en France. *VertigO*, 19(1). Collection : Connaissances. ISBN : 978-2-37180-328-2
- Laure CORMIER, Fabienne JOLIET et Nathalie CARCAUD, « La biodiversité est-elle un enjeu pour les habitants ? », Développement durable et territoires [En ligne], Vol. 3, n° 2 | Juillet 2012, mis en ligne le 08 janvier 2013, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/9319> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.9319
- CRISTEA, V., D. GAFTA et F. PEDROTTI, 2015. *Fitosociologia*, Tipografia Editrice Temi, Trento, 405 p.
- DDTM 33, 2022. Cartographie des cours d'eau du département de la Gironde. Géo-IDE Carto2 – Version 2.15.0 © MTES
- DELBOSC, P., 2015. Phytosociologie dynamico-caténale des végétations de la Corse : méthodologies typologique et cartographique (Doctoral dissertation, Université de Bretagne occidentale-Brest).
- DELBOSC P., 2023. Notice CarHab de la Gironde (33) – Programme de cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels. MTECT, OFB, MNHN, IGN, CBN Sud-Atlantique, EVS UMR 5600 Université Jean Monnet Saint-Etienne, PatriNat (OFB – MNHN – CNRS – IRD), 37 p.
- DEMARTINI, C. 2016. Les végétations des côtes Manche-Atlantique françaises : essai de typologie et de cartographie dynamico-caténale (Doctoral dissertation, Brest).
- DENAC K., KMECL P. & KOCE U. 2019. Habitat use of Eurasian Scops Owls *Otus scops* in an agricultural mosaic landscape. *Ardea* 107: 119-129.
- DENGLER, J., 2016. Phytosociology. *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology*, 1-6.
- DCLG (Department for Communities and Local Government), 1995. Planning Policy Guidance 2: Green belts. 25 pages ISBN : 0 11 753037 9.
- DEVILLE M., 2015. Etude des déplacements de deux espèces utilisées pour la cohérence nationale des Trames verte et bleue en Touraine du Sud (37) : *Leucorrhinia caudalis* & *Emys orbicularis*. Rapport de stage Université de Tours François Rabelais.
- DRIAAF Ile-de-France, 2019. La protection des Espaces Boisés Classés – Fiche pratique espaces NAF Version 1

EEA, 2019. https://cdr.eionet.europa.eu/help/habitats_art17

ELLENBERG, H. H., 1988. Vegetation ecology of central Europe. Cambridge University Press.

GARNIER E., NAVAS M. L., & GRIGULIS K., 2016. Plant functional diversity: organism traits, community structure, and ecosystem properties. Oxford University Press.

GAUDILLAT V., ARGAGNON O., BENSETTITI, F., BIORET F., BOULLET V., CAUSSE G., CHOISNET G., COIGNON B., de FOUCAULT B., DELASSUS L., DUHAMEL F., FERNEZ Th., HERARD K., LAFON P., LE FOULER A., PANAIOTIS C., PONCET R., PRUD'HOMME F., ROUYEYROL P. & VILLARET J.-C., 2018. Habitats d'intérêt communautaire : actualisation des interprétations des Cahiers d'habitats. Version 1, mars 2018. Rapport UMS PatriNat 2017-104. UMS PatriNat, FCBN, MTES, Paris, 62 p.

GAYET, G., F. BAPTIST, L. BARAILLE, P. CAESSTEKER, J-C CLEMENT, J. GAILLARD, S. GAUCHERAND, F. ISSELIN-NONDEDEU, C. POINSOT, F. QUETIER, J. TOUROULT et G. BARNAUD, 2016, Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, Onema, Paris, 190 p.

GEHU, J.-M., 1988a. Éléments pour une définition paysagère intégrée de la mosaïque des terroirs du Nord de la France. Colloques phytosociologiques, XVII, Phytosociologie et Paysages, Versailles, pp. 195-206.

GEHU, J.-M., 1988 b. Sur la notion de cellules paysagères isofonctionnelles. Colloques phytosociologiques, XVII, Phytosociologie et Paysages, Versailles, pp. 189-193.

GEHU, J. M., 2006. Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. Phytocoenologia, 38, 1-2.

GIANPASQUALE C., 2017. Landscape Structure Influencing the Spatial Distribution of the Short-Toed Treecreeper *Certhia Brachydactyla* in a Mediterranean Agroecosystem. Avian Biology Research. 10(1):49-57.

GODET L., 2017. « Biodiversité », Géoconfluences, rubrique « notion en débat », mai 2017. URL: <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/notion-a-la-une/notion-biodiversite>

GODET, L., & DEVICTOR, V., 2018. What conservation does. Trends in ecology & evolution, 33(10), 720-730.

LIENARD S. et CLERGEAU P., 2011. Trame Verte et Bleue : Utilisation des cartes d'occupation du sol pour une première approche qualitative de la biodiversité.

Loi n° 99-533 du 25 juin 1999 d'orientation pour l'aménagement et le développement durable du territoire et portant modification de la loi n° 95-115 du 4 février 1995 d'orientation pour l'aménagement et le développement du territoire

Loi constitutionnelle n° 2005-205 du 1 mars 2005 relative à la Charte de l'environnement

Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement

LOI n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

MARAN, T., SKUMATOV, D., GOMEZ, A., PÖDRA, M., ABRAMOV, A.V. & DINETS, V. 2016. *Mustela lutreola*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T14018A45199861. Marsh D., 2008 - Metapopulation viability analysis for amphibians Animal Conservation 11(2008) 463-465 The Authors. Journal compilation The Zoological Society of London

MARSH & TRENHAM, 2001. Metapopulation dynamics and amphibian conservation. Conservation biology, Pages 40-49. Vol. 15, No. 1.

MARZLUFF & EWING, 2001. Restoration of fragmented landscapes for the conservation of birds.

MATTHYSEN E., ADRIAENSEN F., and DHONDT A., 1995. Dispersal distances of nuthatches *Sitta europaea* in a highly fragmented forest habitat-. *Oikos* 72: 375-381.

MEEDDM, 2010. Circulaire du 25 janvier 2010 sur la mise en œuvre par l'État et ses établissements publics d'un plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau. 49 pages

NEUSCHULZ & al, 2012. Frequent bird movements across a highly fragmented landscape the role of species traits and forest matrix

NIEMELA, 2001. Carabid beetles and habitat fragmentation a review

QUIN, 2018. Éléments semi-naturels des paysages agricoles et boisés et connectivités pour les pollinisateurs sauvages. Trame verte et bleue et agro-écologie. La transition agro-écologique au service des continuités écologiques, Mar 2018, Paris, France. 21 p. fihal-02791524

ONERC, 2015. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change. Rapport au Premier Ministre et au Parlement. La documentation française. 184 pages.

PORCHER EMMANUELLE & FONTAINE COLIN, 2019. Paysages, pollinisateurs et niveaux de pollinisation. Paysage, biodiversité fonctionnelle et santé des plantes, 979-10-275-0345-2. MNHN-02915524.

REDAUD, J.-L., 1995. Mise en place du Plan d'action gouvernemental pour la protection et la reconquête des zones humides. Ministère de l'Environnement. 54 p. + annexes.

RIVAS-MARTINEZ S., 2005. Notions on dynamic-caténal phytosociology as a basis of landscape science. Plant

ROTHERMEL B., 2004. Migratory success of juveniles: a potential constraint on connectivity for pond-breeding amphibians. Ecological Applications, 14(5), pp. 1535-1546

SAHRAOUI et al., 2019. Modélisation participative des réseaux écologiques : Rapport BiodiverCité. 31 p.

Sénat, 2009. Annexe au procès-verbal de la séance du 12 janvier 2009 sur le projet de loi portant engagement national pour l'environnement.

SDES (Service des données et études statistiques), 2022. Enquête « Essentiels sur l'environnement » du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

SHNVSL. 2015. Guide de conservation des amphibiens, des reptiles et de leurs habitats en milieu agricole. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec. 62 pages.

SORDELLO R. & al, 2018. Prise en compte des espèces de cohérence nationale trame verte et bleue dans les schémas régionaux de cohérence écologique. Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature, 2018, 73(4), pp.446-461.

SORDELLO R., ROGEON G. & TOUROULT J., 2014. La fonctionnalité des continuités écologiques – Premiers éléments de compréhension. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris. 32 pages.

SORDELLO R. (coord.), CONRUYT-ROGEON G., MERLET F., HOUARD X. & TOUROULT J., 2013. Synthèses bibliographiques sur les traits de vie de 39 espèces proposées pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue relatifs à leurs déplacements et besoins de continuité écologique. Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) – Service du Patrimoine naturel (SPN) & Office pour les insectes et leur environnement (Opie). 20 pages + 39 fiches.

SMEAT, 2021. SCoT de la Grande agglomération toulousaine – Projet d'aménagement et de développement durable. 72 pages.

Tittensor, D. P., Walpole, M., Hill, S. L., Boyce, D. G., Britten, G. L., Burgess, N. D., ... & Ye, Y., 2014. A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. Science, 346(6206), 241-244.

TNS Sofrès, 2010. Les Français et la biodiversité, Module d'opinion de l'EPIQ

TODD, 2009. Effects of forest removal on amphibian migrations: implications for habitat and landscape connectivity. Journal of Applied Ecology 2009, 46, p. 554-561.

TOUCHARD O., 2019. L'action urbaine écologique de Bordeaux Métropole : le plafond de verre de la nature ou la conflictualité tacite des pratiques de l'aménagement. Architecture, aménagement de l'espace. Université Michel de Montaigne – Bordeaux III.

VAN DORP & OPDAM, 1987. Effects of patch size isolation and regional abundance on forest bird communities

VANPEENE-BRUHIER, S., BOURDIL C. & AMSALLEM J., 2014. Efficacité des corridors : qu'en savons-nous vraiment ?, Sciences Eaux & Territoires, vol. 2, n°14, p. 8-13.

VANPEENE S., AMSALLEM J., SORDELLO R. & BILLON L., 2018. Prise de recul sur la politique Trame verte et bleue à l'échelle régionale. Sciences Eaux & Territoires, n°25, p. 14-19.

VERBOOM B. & VAN APELDOORN R., 1990 ; Effects of habitat fragmentation on the red squirrel, *Sciurus vulgaris* L., Landscape Ecology vol. 4 nos. 2/3 pp 171-176 (1990)

VILLEMÉY A., VAN HADLER I., QUIN A., BARBARO L., CHENOT J., TESSIER P., CALATAYUD F., MARTIN H., ROCHE P., ARCHAUX P., 2015. Mosaic of grasslands and woodlands is more effective than habitat connectivity to conserve butterflies in French farmland. Biological conservation 191: 206-215.

VOS C.C. & CHARDON J.P., 1998 Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog *Rana arvalis*. Journal of Applied Ecology, 35, p. 44-56.

WILSON E.-O., 1992 ; La diversité de la vie. Odile Jacob.

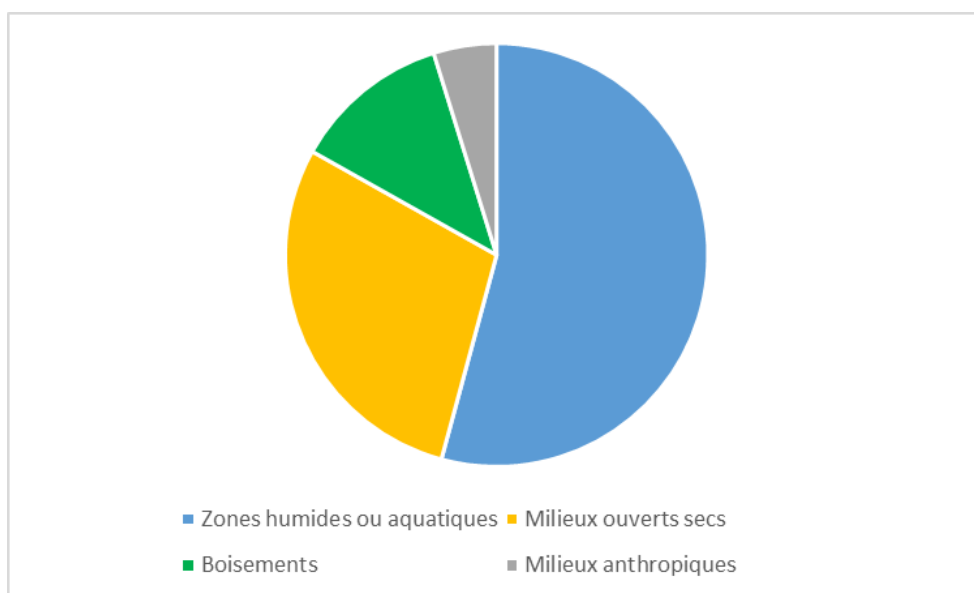
.

ANNEXES

ANNEXE I : Espèces végétales protégées de Bordeaux Métropole (source : <https://obv-na.fr/> ; consulté le 08/11/2021)

Taxons	Zones humides ou aquatiques	Milieus ouverts secs	Boisements	Cultures
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L., 1753		X		
<i>Agrimonia procera</i> Wallr., 1840			X	
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reut., 1842		X		
<i>Allium roseum</i> L., 1753		X		
<i>Amaranthus powellii</i> subsp. <i>bouchonii</i> (Thell.) Costea & Carretero, 2001				X
<i>Anacamptis laxiflora</i> (Lam.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 1997	X			
<i>Anemone pulsatilla</i> L., 1753		X		
<i>Anemone sylvestris</i> L., 1753			X	
<i>Angelica heterocarpa</i> J.Lloyd, 1859	X			
<i>Armeria arenaria</i> subsp. <i>arenaria</i> (Pers.) Schult., 1820		X		
<i>Butomus umbellatus</i> L., 1753	X			
<i>Callitriche brutia</i> Petagna, 1787	X			
<i>Caropsis verticillato-inundata</i> (Thore) Rauschert, 1982	X			
<i>Chamaerops humilis</i> L., 1753		X		
<i>Cistus umbellatus</i> L., 1753		X		
<i>Colchicum autumnale</i> L., 1753	X			
<i>Convallaria majalis</i> L., 1753			X	
<i>Delphinium ajacis</i> L., 1753		X		
<i>Drosera intermedia</i> Hayne, 1798	X			
<i>Drosera rotundifolia</i> L., 1753	X			
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz, 1769			X	
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz, 1769	X			
<i>Fritillaria meleagris</i> L., 1753	X			
<i>Galium boreale</i> L., 1753	X			
<i>Gentiana pneumonanthe</i> L., 1753	X			
<i>Gladiolus italicus</i> Mill., 1768				X
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb., 1919	X			
<i>Gratiola officinalis</i> L., 1753	X			
<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen, 1989		X		
<i>Hottonia palustris</i> L., 1753	X			
<i>Hyacinthoides hispanica</i> (Mill.) Rothm., 1944			X	
<i>Hyacinthoides non-scripta</i> (L.) Chouard ex Rothm., 1944			X	
<i>Hyacinthoides x massartiana</i> Geerinck, 1996			X	
<i>Hyacinthus orientalis</i> L., 1753				X
<i>Hypericum gentianoides</i> (L.) Britton, Sterns & Poggenb., 1888	X			
<i>Hypericum montanum</i> L., 1755			X	
<i>Jacobaea erratica</i> (Bertol.) Fourr., 1868	X			
<i>Kickxia commutata</i> (Bernh. ex Rchb.) Fritsch, 1897				X
<i>Lathyrus palustris</i> L., 1753	X			
<i>Leucocjum aestivum</i> L., 1759	X			
<i>Linaria arenaria</i> DC., 1808		X		
<i>Linaria pelisseriana</i> (L.) Mill., 1768		X		
<i>Lotus angustissimus</i> L., 1753		X		
<i>Lotus hispidus</i> Desf. ex DC., 1805		X		
<i>Lotus maritimus</i> L., 1753	X			
<i>Lysimachia minima</i> (L.) U.Manns & Anderb., 2009	X			
<i>Najas marina</i> L., 1753	X			
<i>Najas minor</i> All., 1773	X			
<i>Neoschischkinia elegans</i> (Thore) Tzvelev, 1968		X		
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich., 1817			X	
<i>Nerium oleander</i> L., 1753	X			
<i>Noccaea caerulea</i> (J.Presl & C.Presl) F.K.Mey., 1973		X		
<i>Odontites jaubertianus</i> (Boreau) D.Dietr. ex Walp., 1844		X		
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir., 1798	X			
<i>Oenanthe foucaudii</i> Tess., 1884	X			
<i>Oenanthe silaifolia</i> M.Bieb., 1819	X			
<i>Ophioglossum azoricum</i> C.Presl, 1845	X			
<i>Ophrys passionis</i> Sennen, 1926		X		
<i>Ophrys speculum</i> Link, 1799		X		
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass., 1825		X		
<i>Pilularia globulifera</i> L., 1753	X			
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth, 1799			X	
<i>Potamogeton coloratus</i> Hornem., 1813	X			
<i>Prunus lusitanica</i> L., 1753	X			
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn., 1791	X			
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i> Vill., 1789	X			
<i>Ranunculus peltatus</i> subsp. <i>baudotii</i> (Godr.) Meikle ex C.D.K.Cook, 1984	X			
<i>Ribes rubrum</i> L., 1753	X			
<i>Romulea bulbocodium</i> (L.) Sebast. & Mauri, 1818		X		

Ruta graveolens L., 1753		X		
Sagittaria sagittifolia L., 1753	X			
Scabiosa atropurpurea L., 1753		X		
Scirpus sylvaticus L., 1753	X			
Serapias cordigera L., 1763	X			
Sphagnum molle Sull., 1846	X			
Spiranthes aestivalis (Poir.) Rich., 1817	X			
Thalictrum flavum L., 1753	X			
Thesium humifusum DC., 1815		X		
Trifolium cernuum Brot., 1816		X		
Utricularia australis R.Br., 1810	X			
Valeriana officinalis subsp. sambucifolia (J.C.Mikan ex Pohl)?elak., 1871	X			
Vallisneria spiralis L., 1753	X			
Zannichellia palustris L., 1753	X			



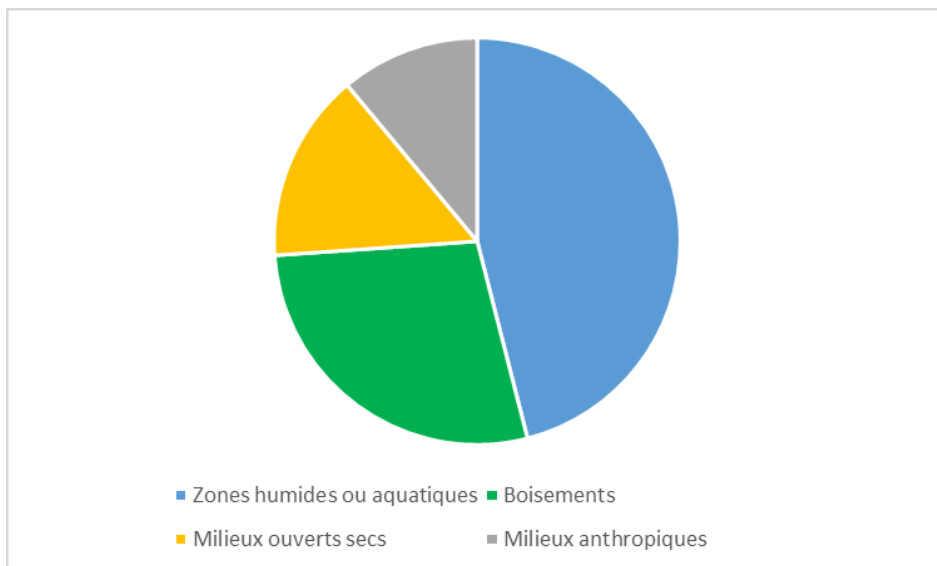
Habitats préférentiels des espèces végétales protégées de Bordeaux Métropole

ANNEXE 2 : Espèces animales protégées de Bordeaux Métropole (<https://observatoire-fauna.fr/>; consulté le 11/01/2022)

Taxons	Zones humides ou aquatiques	Milieux ouverts secs	Boisements	Murs, cavernes
Accipiter gentilis (Linnaeus, 1758)			X	
Accipiter nisus (Linnaeus, 1758)			X	
Acrocephalus schoenobaenus (Linnaeus, 1758)	X			
Acrocephalus scirpaceus (Hermann, 1804)	X			
Actitis hypoleucos (Linnaeus, 1758)	X			
Aegithalos caudatus (Linnaeus, 1758)			X	
Alcedo atthis (Linnaeus, 1758)	X			
Alytes obstetricans (Laurenti, 1768)	X			
Anas crecca carolinensis Gmelin, 1789	X			
Anguis fragilis Linnaeus, 1758			X	
Anser caerulescens (Linnaeus, 1758)	X			
Anthus campestris (Linnaeus, 1758)		X		
Anthus pratensis (Linnaeus, 1758)		X		
Anthus spinoletta (Linnaeus, 1758)		X		
Anthus trivialis (Linnaeus, 1758)			X	
Apus apus (Linnaeus, 1758)				X
Ardea alba Linnaeus, 1758	X			
Ardea cinerea Linnaeus, 1758	X			
Ardea purpurea Linnaeus, 1766	X			
Ardeola ralloides (Scopoli, 1769)	X			
Arenaria interpres (Linnaeus, 1758)	X			
Arvicola sapidus Miller, 1908	X			
Asio otus (Linnaeus, 1758)			X	
Athene noctua (Scopoli, 1769)			X	
Aythya collaris (Donovan, 1809)	X			
Aythya nyroca (GÅ/aldenstÅdt, 1770)	X			
Barbastella barbastellus (Schreber, 1774)				X
Botaurus stellaris (Linnaeus, 1758)	X			
Branta bernicla (Linnaeus, 1758)	X			
Branta leucopsis (Bechstein, 1803)	X			
Bubulcus ibis (Linnaeus, 1758)	X			
Bufo spinosus (Daudin, 1803)	X			
Burhinus oedicephalus (Linnaeus, 1758)		X		
Buteo buteo (Linnaeus, 1758)			X	
Calidris alba (Pallas, 1764)	X			
Calidris alpina (Linnaeus, 1758)	X			
Calidris ferruginea (Pontoppidan, 1763)	X			
Calidris minuta (Leisler, 1812)	X			
Caprimulgus europaeus Linnaeus, 1758		X		
Carduelis carduelis (Linnaeus, 1758)			X	
Cerambyx cerdo Linnaeus, 1758			X	
Certhia brachydactyla C.L. Brehm, 1820			X	
Cettia cetti (Temminck, 1820)	X			
Charadrius dubius Scopoli, 1786	X			
Charadrius hiaticula Linnaeus, 1758	X			
Chloris chloris (Linnaeus, 1758)		X		
Chroicocephalus ridibundus (Linnaeus, 1766)	X			
Ciconia ciconia (Linnaeus, 1758)	X			
Ciconia nigra (Linnaeus, 1758)	X			
Circaetus gallicus (Gmelin, 1788)			X	
Circus aeruginosus (Linnaeus, 1758)	X			
Circus cyaneus (Linnaeus, 1766)		X		
Circus pygargus (Linnaeus, 1758)		X		
Cisticola juncidis (Rafinesque, 1810)	X			
Coccothraustes coccothraustes (Linnaeus, 1758)			X	
Coenagrion mercuriale (Charpentier, 1840)	X			
Coenonympha oedippus (Fabricius, 1787)	X			
Coronella girondica (Daudin, 1803)		X		
Corvus corax Linnaeus, 1758			X	
Corvus monedula Linnaeus, 1758				X
Cuculus canorus Linnaeus, 1758			X	
Cyanistes caeruleus (Linnaeus, 1758)				X
Cygnus olor (Gmelin, 1789)	X			
Delichon urbicum (Linnaeus, 1758)				X
Dendrocopos major (Linnaeus, 1758)			X	
Dendrocopos medius (Linnaeus, 1758)			X	
Dendrocopos minor (Linnaeus, 1758)			X	
Dendrocynna bicolor (Vieillot, 1816)	X			
Dryocopus martius (Linnaeus, 1758)			X	
Egretta garzetta (Linnaeus, 1766)	X			
Elanus caeruleus (Desfontaines, 1789)			X	
Emberiza calandra Linnaeus, 1758		X		
Emberiza ciris Linnaeus, 1766		X		
Emberiza citrinella Linnaeus, 1758		X		

Emberiza schoeniclus (Linnaeus, 1758)	X			
Emys orbicularis (Linnaeus, 1758)	X			
Epidalea calamita (Laurenti, 1768)	X			
Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)				X
Erinaceus europaeus Linnaeus, 1758			X	
Erithacus rubecula (Linnaeus, 1758)			X	
Esox aquitanicus Denys, Dettai, Persat, Hauteclaire & Keith, 2014	X			
Esox lucius Linnaeus, 1758	X			
Euphydryas aurinia (Rottemburg, 1775)		X		
Falco columbarius Linnaeus, 1758			X	
Falco peregrinus Tunstall, 1771				X
Falco subbuteo Linnaeus, 1758			X	
Falco tinnunculus Linnaeus, 1758			X	
Ficedula hypoleuca (Pallas, 1764)			X	
Fringilla coelebs Linnaeus, 1758			X	
Fringilla montifringilla Linnaeus, 1758			X	
Galerida cristata (Linnaeus, 1758)		X		
Gavia arctica (Linnaeus, 1758)	X			
Gavia immer (Brünnich, 1764)	X			
Gavia stellata (Pontoppidan, 1763)	X			
Genetta genetta (Linnaeus, 1758)			X	
Grus grus (Linnaeus, 1758)	X			
Hierophis viridiflavus (Lacépède, 1789)		X		
Himantopus himantopus (Linnaeus, 1758)	X			
Hippolais polyglotta (Vieillot, 1817)		X		
Hirundo rustica Linnaeus, 1758				X
Hydrocoloeus minutus (Pallas, 1776)	X			
Hyla meridionalis Böttger, 1874	X			
Hyla molleri Bedriaga, 1889	X			
Ichthyophaga melanocephala (Temminck, 1820)	X			
Ixobrychus minutus (Linnaeus, 1766)	X			
Jynx torquilla Linnaeus, 1758			X	
Lacerta bilineata Daudin, 1802			X	
Lampetra fluviatilis (Linnaeus, 1758)	X			
Lampetra planeri (Bloch, 1784)	X			
Lanius collurio Linnaeus, 1758		X		
Lanius senator Linnaeus, 1758		X		
Larus canus Linnaeus, 1758	X			
Larus fuscus Linnaeus, 1758	X			
Larus michahellis Naumann, 1840	X			
Leuciscus burdigalensis Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1844	X			
Leucorrhinia albifrons (Burmeister, 1839)	X			
Leucorrhinia pectoralis (Charpentier, 1825)	X			
Linaria cannabina (Linnaeus, 1758)		X		
Lissotriton helveticus (Razoumowsky, 1789)	X			
Locustella luscinioides (Savi, 1824)	X			
Locustella naevia (Boddaert, 1783)	X			
Lophophanes cristatus (Linnaeus, 1758)	X			
Loxia curvirostra Linnaeus, 1758			X	
Lullula arborea (Linnaeus, 1758)		X		
Luscinia megarhynchos C. L. Brehm, 1831		X		
Luscinia svecica (Linnaeus, 1758)		X		
Lutra lutra (Linnaeus, 1758)	X			
Lycaena dispar (Haworth, 1802)	X			
Mauremys leprosa (Schweigger, 1812)	X			
Mergellus albellus (Linnaeus, 1758)	X			
Merops apiaster Linnaeus, 1758	X			
Milvus migrans (Boddaert, 1783)			X	
Milvus milvus (Linnaeus, 1758)			X	
Miniopterus schreibersii (Natterer in Kuhl, 1817)				X
Motacilla alba Linnaeus, 1758	X			
Motacilla cinerea Tunstall, 1771	X			
Motacilla flava Linnaeus, 1758		X		
Motacilla yarrellii Gould, 1837	X			
Muscicapa striata (Pallas, 1764)			X	
Mustela lutreola (Linnaeus, 1760)	X			
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)	X			
Myotis emarginatus (Geoffroy Saint-Hilaire, 1806)				X
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)				X
Myotis nattereri (Kuhl, 1817)				X
Natrix helvetica (Lacépède, 1789)			X	
Natrix maura (Linnaeus, 1758)			X	
Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)				X
Nyctalus noctula (Schreber, 1774)				X
Nycticorax nycticorax (Linnaeus, 1758)	X			
Oenanthe oenanthe (Linnaeus, 1758)		X		
Oriolus oriolus (Linnaeus, 1758)			X	
Otus scops (Linnaeus, 1758)			X	
Oxygastra curtisii (Dale, 1834)	X			
Pandion haliaetus (Linnaeus, 1758)			X	

Parus major Linnaeus, 1758			X	
Passer domesticus (Linnaeus, 1758)				X
Passer montanus (Linnaeus, 1758)		X		
Pelodytes punctatus (Daudin, 1803)	X			
Pelophylax kl. esculentus (Linnaeus, 1758)	X			
Pelophylax perezii (Seoane, 1885)	X			
Pelophylax ridibundus (Pallas, 1771)	X			
Periparus ater (Linnaeus, 1758)	X			
Pernis apivorus (Linnaeus, 1758)			X	
Petromyzon marinus Linnaeus, 1758	X			
Phalacrocorax carbo (Linnaeus, 1758)	X			
Phengaris alcon (Denis & Schiffermüller, 1775)	X			
Phengaris arion (Linnaeus, 1758)		X		
Phoenicurus ochruros (S. G. Gmelin, 1774)				X
Phoenicurus phoenicurus (Linnaeus, 1758)			X	
Phylloscopus bonelli (Vieillot, 1819)			X	
Phylloscopus collybita (Vieillot, 1817)			X	
Phylloscopus trochilus (Linnaeus, 1758)			X	
Picus viridis Linnaeus, 1758			X	
Pipistrellus kuhlii (Natterer in Kuhl, 1817)				X
Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)				X
Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)				X
Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825)				X
Platalea leucorodia Linnaeus, 1758	X			
Plecotus austriacus (J. B. Fischer, 1829)				X
Plegadis falcinellus (Linnaeus, 1766)	X			
Podarcis muralis (Laurenti, 1768)				X
Podiceps cristatus (Linnaeus, 1758)	X			
Podiceps nigricollis Brehm, 1831	X			
Poecile palustris (Linnaeus, 1758)			X	
Prunella modularis (Linnaeus, 1758)		X		
Pyrrhula pyrrhula (Linnaeus, 1758)			X	
Rana dalmatina Fitzinger in Bonaparte, 1838	X			
Recurvirostra avosetta Linnaeus, 1758	X			
Regulus ignicapilla (Temminck, 1820)			X	
Regulus regulus (Linnaeus, 1758)			X	
Remiz pendulinus (Linnaeus, 1758)			X	
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)				X
Rhinolophus hipposideros (Borkhausen, 1797)				X
Rhodeus amarus (Bloch, 1782)	X			
Riparia riparia (Linnaeus, 1758)	X			
Rissa tridactyla (Linnaeus, 1758)	X			
Rosalia alpina (Linnaeus, 1758)			X	
Salamandra salamandra (Linnaeus, 1758)			X	
Salmo trutta Linnaeus, 1758	X			
Saxicola rubetra (Linnaeus, 1758)		X		
Saxicola rubicola (Linnaeus, 1766)		X		
Sciurus vulgaris Linnaeus, 1758			X	
Serinus serinus (Linnaeus, 1766)		X		
Sitta europaea Linnaeus, 1758			X	
Spinus spinus (Linnaeus, 1758)			X	
Stercorarius skua (Brännich, 1764)	X			
Strix aluco Linnaeus, 1758			X	
Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)		X		
Sylvia borin (Boddaert, 1783)			X	
Sylvia communis Latham, 1787		X		
Sylvia undata (Boddaert, 1783)		X		
Tachybaptus ruficollis (Pallas, 1764)	X			
Tadorna tadorna (Linnaeus, 1758)	X			
Tarentola mauritanica (Linnaeus, 1758)				X
Tichodroma muraria (Linnaeus, 1766)				X
Timon lepidus (Daudin, 1802)		X		
Tringa glareola Linnaeus, 1758	X			
Tringa ochropus Linnaeus, 1758	X			
Triturus marmoratus (Latreille, 1800)	X			
Troglodytes troglodytes (Linnaeus, 1758)			X	
Turdus torquatus Linnaeus, 1758	X			
Tyto alba (Scopoli, 1769)			X	
Upupa epops Linnaeus, 1758			X	
Vipera aspis (Linnaeus, 1758)	X			
Zamenis longissimus (Laurenti, 1768)			X	
Zootoca vivipara (Lichtenstein, 1823)	X			



Habitats préférentiels des espèces animales protégées de Bordeaux Métropole

5 sites Natura 2000 :

- Site N2000 n°FR7200700 - La Garonne en Nouvelle-Aquitaine ;
- Site N2000 n°FR7200660 - La Dordogne ;
- Site N2000 n°FR7200805 - Réseau hydrographique des Jalles de Saint-Médard et d'Eysines ;
- Site N2000 n°FR7200686 - Marais du Bec d'Ambès ;
- Site N2000 n°FR7200688 - Bocage humide de Cadaujac et Saint-Médard-d'Eyrans.

9 ZNIEFF de type 1 :

- ZNIEFF n°720020117 - Bocage de la Basse Vallée de l'Eau Blanche ;
- ZNIEFF n°720014190 - Mare du Bois de Thouars ;
- ZNIEFF n°720008231 - Coteau de l'Ermitage à Lormont ;
- ZNIEFF n°720001965 - Grand Marais et Petit Marais ;
- ZNIEFF n°720030052 - Prairies humides et plans d'eau de Blanquefort et de Parempuyre ;
- ZNIEFF n°720002383 - Réserve naturelle des Marais de Bruges ;
- ZNIEFF n°720030040 - Le Thil : vallée et coteaux de la Jalle de Saint-Médard ;
- ZNIEFF n°720030011 - Landes de Lesqueblanque ;
- ZNIEFF n°720002379 - Champ de tir de Souge.

7 ZNIEFF de type 2 :

- ZNIEFF n°720001974 - Bocage humide de la basse vallée de la Garonne ;
- ZNIEFF n°720002382 - Marais du Médoc de Blanquefort à Macau ;
- ZNIEFF n°720001964 - Zones humides d'Ambès à Saint-Louis-de-Montferrand ;
- ZNIEFF n°720013624 - Estuaire de la Gironde ;
- ZNIEFF n°720020014 - La Dordogne ;
- ZNIEFF n°720030039 - Réseau hydrographique des Jalles, du camp de Souge à la Garonne et marais de Bruges ;
- ZNIEFF n°720020119 - Coteaux de l'agglomération bordelaise : rive droite de la Garonne.

2 ENS (Espace Naturel Sensible) :

- ENS Réserve Naturelle de Bruges ;
- ENS Palus du Bec d'Ambès.

5 ZPENS (Zones de Préemption au titre des Espace Naturel Sensible) :

- ZPENS Bois du Pinsan ;
- ZPENS Les Marais de Bruges ;
- ZPENS Site Panoramis ;
- ZPENS Château Beauval ;
- ZPENS Vallée de l'Eau Blanche.

L'objectif de ce rapport est de proposer une approche méthodologique simplifiée pour évaluer la fonctionnalité de la Trame verte et bleue de Bordeaux Métropole à l'échelle parcellaire. Fort d'un travail cartographique des habitats naturels réalisé entre 2017 et 2020 par le CBNSA lors du programme Biodiver'Cité #1, l'acquisition de nouvelles données a permis de préciser les éléments paysagers constitutifs des trames et des sous-trames de Bordeaux Métropole dans le cadre du plan d'action Biodiver'Cité #2.

Ce document apporte des informations sur la structuration et l'organisation des trames et sous-trames ce qui permet de localiser les secteurs ayant un rôle stratégique pour maintenir la connectivité de ce réseau. L'identification des éléments paysagers à une échelle parcellaire permettra une meilleure prise en compte des enjeux relatifs à la trame verte et bleue lors de futurs projets d'urbanisation. La mise en perspective des éléments constitutifs de la trame verte et bleue avec les zonages du PLU métropolitain présentée dans cette étude fournit également des leviers complémentaires pour limiter la fragmentation des corridors biologiques.

À l'avenir, les projets de restauration des continuités écologiques sur la métropole bordelaise pourront s'appuyer sur les phytocontinuités identifiées dans le cadre de cette étude. En effet, les connaissances sur les conditions édaphiques et les séries de végétation présentes au niveau des éléments de la trame verte et bleue sont des outils précieux pour définir quels types de milieux naturels et quelles espèces végétales doivent être réhabilités.



**CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
SUD-ATLANTIQUE**

CONTACT

Siège

Domaine de Certes
47 avenue de Certes
33980 Audenge
Tel. 05 57 76 18 07

contact@cbnsa.fr

Antenne Poitou-Charentes

Domaine du Deffend
Rue Ste Croix
86550 Mignaloux-Beauvoir
Tel. 05 49 36 61 35

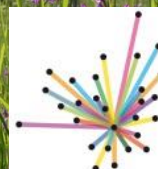
Antenne méridionale

31 rue Gaëtan de Bernoville
64500 St Jean de Luz
Tel. 05 59 23 38 71

POUR EN SAVOIR PLUS

<https://cbnsa.fr>
<https://obv-na.fr>

SUIVEZ-NOUS



**BORDEAUX
MÉTROPOLE**