



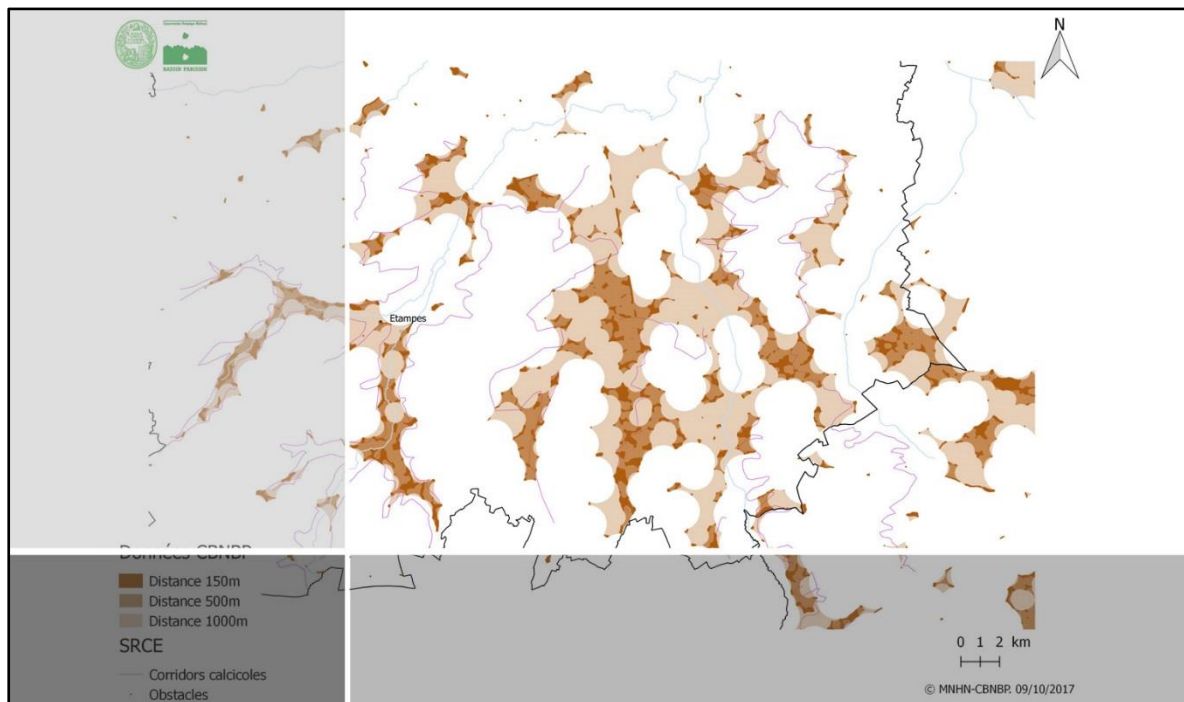
Conservatoire botanique national du Bassin parisien

Une structure au cœur du développement durable

Connaître
Comprendre
Conserver
Communiquer

Utilisation des données floristiques pour élaborer des continuités écologiques et alimenter la Trame Verte et Bleue

Version Mai 2018



Conservatoire botanique national du Bassin parisien
UMS 304 – Unité Inventaire et suivi de la biodiversité
Muséum national d'Histoire naturelle
61, rue Buffon - CP 53 - 75005 Paris– France
Tél. : 01 40 79 35 54 – cbnbp@mnhn.fr



Conservatoire botanique national du Bassin parisien

Une structure au cœur du développement durable

Connaître
Comprendre
Conserver
Communiquer

Utilisation des données floristiques pour élaborer des continuités écologiques et alimenter la Trame Verte et Bleue

Version Mai 2018

Auteur du rapport : Maëlle Rambaud
CBNBP
Mai 2018.

Conservatoire botanique national du Bassin parisien
UMS 304 – Unité Inventaire et suivi de la biodiversité
Muséum national d'Histoire naturelle
61, rue Buffon - CP 53 - 75005 Paris Cedex 05 – France
Tél. : 01 40 79 35 54 – cbnbp@mnhn.fr

Utilisation des données floristiques pour élaborer des continuités écologiques et alimenter la Trame Verte et Bleue

Version Mai 2018

Ce document a été réalisé par le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, sous la responsabilité de :

Frédéric Hendoux, directeur du Conservatoire
Conservatoire botanique national du Bassin Parisien
Muséum national d'Histoire naturelle
61, rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05
Tel. : 01 40 79 35 54 – Fax : 01 40 79 35 53
E-mail : hendoux@mnhn.fr

Jeanne Vallet, responsable de la délégation Île-de-France
Conservatoire botanique national du Bassin Parisien
Muséum national d'Histoire naturelle
61 rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05
Tel. : 01 40 79 56 48 – Fax : 01 40 79 35 53
E-mail : jvallet@mnhn.fr

Rédaction et mise en page : Maëlle Rambaud

Gestion des données informatiques : Maëlle Rambaud

Relecture : Jeanne Vallet, Sébastien Filoche, Jean-Marc Bernard

Les partenaires de ce programme sont :

Direction régionale et interdépartementale
de l'environnement et de l'énergie d'Île-
de-France (DRIEE-IF)
10 rue Crillon, 75194 Paris Cedex 04

Conseil régional - Île-de-France
33 rue Barbet-de-Jouy
75007 Paris



Carte de couverture : Maëlle Rambaud (CBNBP).

Table des matières

Résumé.....	8
Introduction.....	9
1. Recherche bibliographique	11
1.1 – Bibliographie externe.....	11
1.2 – Cas du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE).....	16
1.3 – Bibliographie interne	17
1.3.1. Historique	17
1.3.2. Echelles d'étude	18
1.3.3. Trames et sous-trames	19
1.3.4 Données disponibles	20
1.3.5. Méthodes mises en œuvre pour identifier/évaluer les composantes des trames/sous-trames et évaluer le fonctionnement en réseau des continuités écologiques	21
2. – Méthodologie	24
2.1 – Échelles d'étude	24
2.2 – Choix des trames/sous-trames.....	24
2.3 – Données utilisées	25
2.3.1. Données flore et végétations d'Île-de-France.....	25
2.3.2. Données flore et végétations étendues aux régions avoisinantes	26
2.4 – Méthode de construction d'une continuité écologique : identification des composantes et évaluation	26
3. – Résultats. Apports du CBNBP.....	29
3.1 – Répartition géographique des données de la trame calcicole ouverte	29
3.2 – Résultats à l'échelle régionale.....	30
3.2.2. Comparaison entre les résultats du CBNBP et le SRCE	30
3.3 – Réflexions sur la hiérarchisation des enjeux	36
3.3.1. Déclinaison des trames en sous-trames	36
3.3.2. Prise en compte de la flore et des végétations à enjeux.....	39
3.4 – Échelle locale : approche au 1 : 25 000 ^{ème}	41
3.4.1. Répartition des données de la trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse.....	41
3.4.2. Trame calcicole ouverte après dilatation/érosion à l'échelle de la commune de Maisse	42
3.4.3. Trame calcicole ouverte, SRCE, et hiérarchisation des polygones flore et végétations calcicoles à l'échelle de la commune de Maisse	43

4. – Guide d’usages	46
4.1 – Limites à connaître au préalable	46
4.2 – Usages pour le SRCE et la définition d’une TVB	47
4.3 – Usages pour les territoires de projets.....	47
Conclusions - Perspectives	49
Bibliographie	51
Annexe 1 : Liste des études réalisées par le CBNBP en lien avec la thématique « continuités écologiques »	55
Annexe 2: Liste des trames utilisées dans les études passées du CBNBP	57
Annexe 3: Liste des végétations et taxons appartenant à la trame calcicole ...	58
Annexe 4 : Liste des trames sélectionnées par le CBNBP pour les études futures	62

Table des figures

Figure 1 : Schéma montrant la distinction, mais également le lien, entre continuités écologiques et Trame Verte et Bleue. La TVB est le résultat d'un processus de concertation et de choix techniques ou politiques. Elle peut ne pas représenter 100% des continuités écologiques qui seraient diagnostiquées sur le même territoire, auquel cas les choix effectués devront faire l'objet d'une argumentation et d'une justification. (Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. Provence Alpes-Côte d'Azur, 2017).	10
Figure 2 : Exemple d'éléments d'une continuité écologique : réservoirs de biodiversité et types de corridors terrestres (Bennett, 1991).	12
Figure 3 : Schéma montrant le tracé manuel de corridors sous forme de flèches reliant des ensembles paysagers cohérents (Source : A Bout de Vents).	13
Figure 4 : Étapes du traitement par dilatation-érosion (Amsallem et al., 2010).	13
Figure 5 : Degré de résistance de la matrice aux déplacements des taxons permettant de dégager les corridors là où la résistance est la plus faible (Rochelle and Harris, 2016).	14
Figure 6 : Trade-off entre les données à mobiliser (abscisse) et la validité écologique de la connectivité (ordonnée) calculée selon différentes méthodes (Calabrese and Fagan, 2004).	15
Figure 7 : Répartition des données flore et végétations du CBNBP appartenant à la trame calcicole ouverte.	29
Figure 8 : Trame calcicole ouverte après application, sur les polygones flore et végétations, des trois distances (150m, 500m, 1000m) de dilatation/érosion.	33
Figure 9 : Trame calcicole ouverte issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m), superposée aux réservoirs de biodiversité du SRCE Île-de-France, aux corridors calcicoles et aux obstacles associés.	34
Figure 10 : Trame calcicole ouverte issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m), croisée avec les corridors calcicoles, les obstacles associés, et les infrastructures de transport majeures.	35
Figure 11 : Sous-trame des pelouses calcaires sèches issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).	37

Figure 12 : Sous-trame des pelouses sablo-calcaires issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).....	37
Figure 13 : Sous-sous-trame du Mésobromion issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).....	38
Figure 14 : Sous-sous-trame du Xérobromion issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).....	38
Figure 15 : Zoom sur la zone Sud, partie Essonne, de la trame calcicole ouverte d'Île-de-France issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m). Localisation de la flore protégée et/ou menacée en rouge, des végétations d'intérêt régional en vert et de la flore et des végétations sans enjeu en violet.	40
Figure 16 : Répartition dans la commune de Maisse des données flore et végétations de la trame calcicole ouverte.....	41
Figure 17 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse après application, sur les polygones flore et végétations, des trois distances (150m, 500m, 1000m) de dilatation/érosion.	42
Figure 18 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse issue de la dilatation/érosion à 150m et 500m. Projection, sur la trame, des polygones flore et végétations, afin de définir les zones nodales et de les distinguer des corridors.	43
Figure 19 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse (distance à 150m et 500m), croisée avec le SRCE Île-de-France. Hiérarchie des polygones de la flore par le nombre de taxons calcicoles et ajout des polygones possédant au moins une végétation calcicole.	44
Figure 20 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse (distance à 150m et 500m). Localisation de la flore protégée et/ou menacée en rouge, des végétations d'intérêt régional en vert et de la flore et des végétations sans enjeu en violet.	45

Résumé

Depuis une dizaine d'années, le Conservatoire botanique national du Bassin parisien (CBNBP) travaille sur le diagnostic des continuités écologiques en lien avec la politique Trame Verte et Bleue (TVB), notamment en région Île-de-France. Ses zones d'études sont variées tant du point de vue de l'échelle (allant du niveau régional à celui du territoire de projet), que du point de vue des contextes paysagers étudiés (« milieux naturels » *versus* « milieux urbanisés »). Aussi, la synthèse des différentes méthodes utilisées au cours de ses dernières années sur le sujet, permet au CBNBP de proposer une méthodologie globale d'élaboration de continuités écologiques (que nous appellerons également trames), aisément reproductible, potentiellement déclinable à différentes échelles spatiales et dans différents contextes paysagers.

La méthodologie a pour le moment été testée sur la trame calcicole ouverte, avec l'idée d'appliquer les mêmes étapes sur d'autres trames. Une liste de végétations et de taxons relevant de la trame calcicole ouverte a été établie au préalable et les relevés cartographiés (polygones) d'inventaires de terrain correspondants ont été extraits des bases de données du CBNBP. Les polygones de végétations montrent directement la présence de la trame. Par contre, la présence d'un cortège de taxons floristiques indicateurs de la trame établit une probabilité de présence de la trame. Cette méthode d'utilisation des données taxonomiques a pour objectif de compléter la cartographie des polygones de végétations. Elle donne aussi une idée de la qualité des polygones constituant la trame en fonction de leur richesse en taxons calcicoles. La connectivité entre polygones est ensuite estimée pour dessiner la trame globale, par une dilatation/érosion des polygones sur trois distances (150m, 500m, 1000m), avec pour postulat que les distances les plus faibles entre polygones représentent des événements de dispersion plus fréquents, notamment pour les taxons à capacités de dispersion limitées.

Les résultats peuvent alors être exploités au regard de l'outil TVB, notamment dans le cadre du Schéma régional de cohérence écologique (SRCE). Ils peuvent ainsi permettre de renseigner les espaces contenus dans les réservoirs de biodiversité, de les lier à des trames ou des groupes spécifiques de taxons, et de confirmer ou compléter les corridors du SRCE. A l'échelle des territoires de projet, et surtout à celle des communes, il est indispensable d'améliorer l'analyse de la trame mise en évidence par le croisement avec d'autres couches géographiques (géologie, pédologie, occupation du sol...) pour affiner les connectivités réelles. Réaliser une expertise de terrain est également nécessaire dans les secteurs moins connus, ou pour prendre en compte les évolutions d'occupation du sol et des milieux qui ont pu avoir lieu depuis les inventaires réalisés par le CBNBP.

Introduction

« **La Trame Verte et Bleue (TVB)** est un réseau formé de continuités écologiques (constituées de réservoirs de biodiversité reliés par des corridors écologiques) identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique et les documents de planification de l'État, des collectivités territoriales et de leurs groupements. Elle est un outil de préservation de la biodiversité autant qu'un outil d'aménagement du territoire. Elle vise à constituer ou à reconstituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, pour préserver les écosystèmes et permettre aux espèces animales et végétales d'assurer leur survie »¹.

Il s'agit d'une politique publique lancée suite au Grenelle de l'environnement et destinée à prendre en compte la biodiversité dans l'aménagement du territoire. Ses objectifs principaux nécessitent de : (i) constituer un ensemble suffisamment dense d'espaces qui sont favorables à la biodiversité et de (ii) maintenir ou restaurer les liens entre ces espaces afin de permettre le déplacement des espèces (par la suite nous parlerons plus largement des taxons) et d'assurer le fonctionnement écologique des milieux. La TVB constitue ainsi une politique du patrimoine naturel qui ne concerne pas que la protection de sites à forts intérêts patrimoniaux mais qui concerne l'ensemble des territoires, y compris très urbanisés, et qui vise à inclure les enjeux de biodiversité dans les stratégies de planification territoriale. La TVB s'intègre tout particulièrement dans les politiques d'aménagement du territoire pour répondre aux problématiques de dégradation, fragmentation, et disparition des habitats naturels, causées par un ensemble de pressions telles l'artificialisation des sols, la construction d'infrastructures linéaires ou encore les obstacles à la circulation des taxons dans les cours d'eau. Ce souhait de penser la protection de la biodiversité à l'échelle de territoires entiers s'accompagne ainsi d'une volonté de prise en compte non seulement de la biodiversité patrimoniale mais aussi de la biodiversité ordinaire, avec l'idée de favoriser la biodiversité dite fonctionnelle et d'améliorer les services écosystémiques rendus par celle-ci.

D'un point de vue juridique, la TVB s'intègre dans un dispositif à trois échelles d'action emboîtées² :

- **l'échelle nationale** via les Orientations nationales TVB, inscrites par décret et qui constituent le cadre national du dispositif ;
- **l'échelle régionale** via les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE), outil pour identifier les TVB régionales et agir dans les territoires pour les préserver ;
- **l'échelle locale** du territoire de projet via l'obligation réglementaire pour les élus de prendre en compte les continuités écologiques dans leurs documents d'urbanisme (carte communale, PLU, PLUi ou SCOT) ou projets.

Concrètement, la TVB se compose d'un ensemble de continuités écologiques, ces dernières étant le résultat d'une analyse factuelle scientifique des fonctionnalités écologiques qui sont présentes sur un territoire (cf. Figure 1). Le ministère de l'écologie définit ces continuités comme « **l'ensemble des**

1. Décret n° 2014-45 du 20 janvier 2014 portant adoption des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

2. <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/echelles-action?langage%3Den=fr>

zones vitales (réservoirs de biodiversité) et des éléments (corridors écologiques) qui permettent à une population de taxons de circuler et d'accéder aux zones vitales »³. Dans la littérature scientifique, apparaît régulièrement le terme de réseau écologique qui désigne « un ensemble d'écosystèmes liés entre eux par des flux d'organismes dans un ensemble spatialement cohérent, en interaction avec la matrice du paysage » (Opdam et al., 2006). D'autres définitions existent, mais toutes ont en commun de définir des éléments clefs (réservoirs, zones vitales, zones nodales...), connectés entre eux par des corridors (qui se manifestent sous différents formats : linéaires, pas japonais...), l'ensemble étant entouré d'une matrice plus ou moins perméable aux déplacements des taxons.

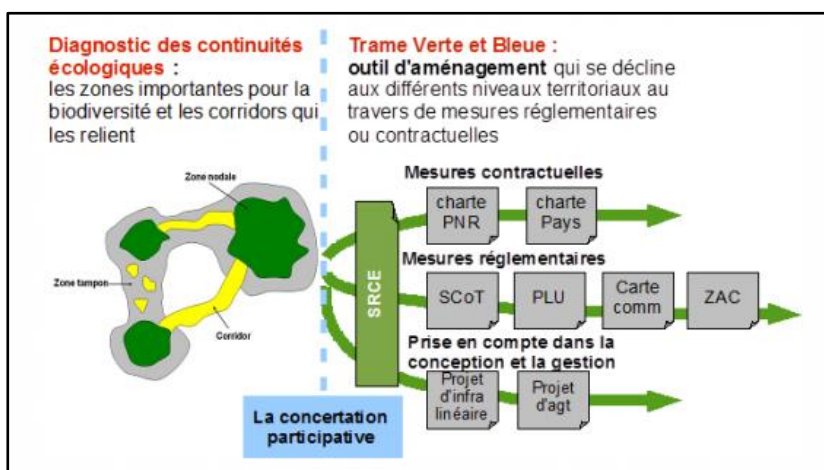


Figure 1 : Schéma montrant la distinction, mais également le lien, entre continuités écologiques et Trame Verte et Bleue. La TVB est le résultat d'un processus de concertation et de choix techniques ou politiques. Elle peut ne pas représenter 100% des continuités écologiques qui seraient diagnostiquées sur le même territoire, auquel cas les choix effectués devront faire l'objet d'une argumentation et d'une justification. (Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. Provence Alpes-Côte d'Azur, 2017).

L'étude présentée dans ce rapport a été initiée à la demande de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie de la région Île-de-France (DRIEE Île-de-France). Elle concerne les échelles d'action régionales et locales de la TVB et se veut être une synthèse des méthodes d'analyses de données flore et végétations utilisées par le Conservatoire botanique national du Bassin parisien (CBNBP) pour mettre en évidence des continuités écologiques, éléments diagnostics nécessaires à la construction d'une TVB. Cette synthèse s'accompagne de la mise en place d'une méthodologie aboutissant à des couches d'informations géographiques de continuités écologiques (nous utiliserons alors le terme de trames lorsque nous parlerons des continuités en tant qu'objets géographiques), compatibles avec la TVB, qui peuvent notamment aider à la déclinaison locale du SRCE et contribuer aux réflexions pour le rendre plus opérationnel à l'avenir. La DRIEE a dans ce sens demandé une extension du programme en 2018, afin de rédiger un guide d'usage des couches d'informations résultantes, notamment aux échelles les plus fines. Ce guide propose des conseils d'exploitation des couches construites à partir des données flore et végétations pour éviter leur mauvaise interprétation et utilisation dans la TVB.

3. Voir article R.371-19 du code de l'environnement.

1. Recherche bibliographique

1.1 – Bibliographie externe

Une rapide recherche bibliographique sur internet et sur des sites dédiés à la littérature scientifique (ex : Web of Science) a permis au préalable d'avoir un aperçu des types d'études portant sur la TVB et sur les continuités écologiques, ou du moins sur les concepts associés. Il a ainsi été possible de faire le point sur les méthodes existantes pour construire des continuités et les cartographier sous forme de trame, et sur leurs utilisations possibles. La recherche bibliographique a porté à la fois sur la littérature grise et sur la littérature des revues scientifiques à comité de lecture.

De manière générale, la littérature grise et les études publiées dans des revues françaises portent sur des retours d'expériences ou des cas concrets de mise en place de la TVB en tant qu'outil d'aménagement du territoire (exemples d'études citées dans le Centre de ressources TVB⁴ : application d'une méthode expérimentale sur le territoire du Bassin d'Arcachon Val de Leyre ; TVB dans le PNR de la Haute Vallée de Chevreuse ; analyse des continuités écologiques dans le cas des piémonts agricoles de l'arrière-pays provençal). Des cartographies y sont proposées ainsi que des actions de restauration. Par contre, les études publiées dans des revues internationales sont soit théoriques (ex : Cain et al., 2000; Cook, 2002; Calabrese and Fagan, 2004), soit appliquées (ex : Newman et al., 2013; Hernández et al., 2014; Lechner et al., 2015; Hüse et al., 2016), soit expérimentales (Kolb, 2008) ; elles utilisent des méthodes complexes et portent très souvent sur des analyses de connectivité ou de fragmentation du paysage, et moins directement sur des cartographies.

Malgré la diversité des sources, l'essentiel de la bibliographie montre que la construction et l'évaluation d'un ensemble de continuités écologiques passent par plusieurs étapes (Linehan et al., 1995), dont trois principales : **1/ l'identification des composantes, 2/ la hiérarchisation de ces composantes, 3/ le fonctionnement en réseau des continuités.**

1/ Identification des composantes des continuités écologiques (cf. Figure 2)

Les zones nodales constituent les éléments clefs des composantes des continuités écologiques ; elles sont appelées zones cœur/noyaux/sources/réservoirs de biodiversité suivant les publications. Elles correspondent aux zones vitales, riches en biodiversité, où les taxons peuvent réaliser l'ensemble de leur cycle de vie. Pour une continuité spécifique (ex : trame des milieux herbacés), l'identification des composantes nécessite de disposer de couches d'informations géographiques d'occupation du sol (ex : données d'utilisation du paysage, données de végétation, données hydrologiques), et éventuellement d'inventaires taxonomiques.

4. <http://www.trameverteetbleue.fr/>

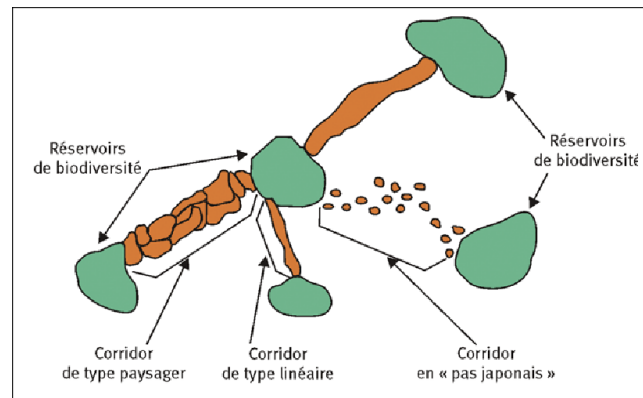


Figure 2 : Exemple d'éléments d'une continuité écologique : réservoirs de biodiversité et types de corridors terrestres (Bennett, 1991).

Selon les études, les zones nodales sont obtenues :

- **par la sélection de périmètres protégés** (ex : réserves naturelles et régionales, réserves biologiques...);
- **par la sélection de périmètres à forte qualité écologique** (ex : ZNIEFF, sites Natura 2000...);

Ces deux premières méthodes sont préconisées par le cadrage national⁵ du SRCE pour identifier des réservoirs de biodiversité qui sont des espaces reconnus pour leur qualité écologique et qui sont, pour mémoire, multi-trames.

- **par la présence de certains habitats** ;
- **par la présence de taxons** soit **spécialistes**, soit **avec des statuts à enjeu** (indigénat, rareté, degrés de menace).

Ces deux dernières méthodes se prêtent plutôt aux études disposant de données d'inventaires taxonomiques. Dans ce cas, les zones nodales ne prennent pas directement en compte les périmètres institutionnels, ce qui s'avère intéressant dans les territoires d'études où ces périmètres sont disparates, ou définis préférentiellement pour des raisons plus politiques qu'écologiques (Coudersch et Amelot, 2010). Il est de plus possible, dans les choix d'habitats ou de taxons, de prendre en compte la nature ordinaire, ce qui n'est pas forcément toujours le cas de certains périmètres (ex : ZNIEFF du Bassin d'Arcachon⁶).

5. Cf. document cadre des Orientations Nationales de la TVB <http://www.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/Document-cadre%20Orientations%20nationales%20pour%20la%20pr%C3%A9servation%20et%20la%20remise%20en%20bon%20%C3%A9tat%20des%20continuit%C3%A9s%20%C3%A9cologiques.pdf>

6. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/note_methodologique_tvb_2015.pdf

Tout ce qui n'est pas « zone nodale » caractérise la matrice (cf. guide de lecture du SRCE⁷). La matrice constitue une « source » de dispersion plus ou moins perméable aux déplacements des taxons. Au sein de cette matrice, les corridors expriment les secteurs les plus favorables aux déplacements. Ils peuvent être dessinés :

- **par interprétation visuelle à partir des données d'occupation du sol** (cf. Figure 3), en reliant les zones nodales entre elles selon certaines règles de proximité (Duchesne et al., 1998) ;

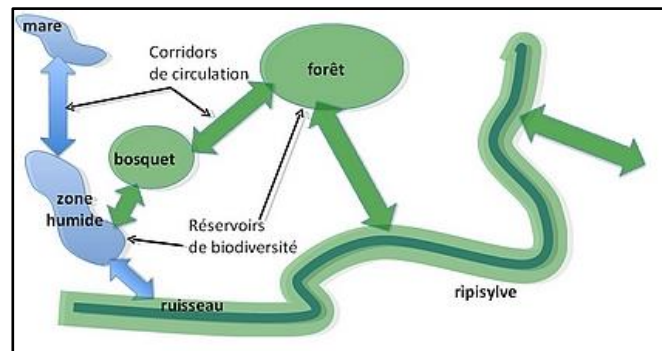


Figure 3 : Schéma montrant le tracé manuel de corridors sous forme de flèches reliant des ensembles paysagers cohérents (Source : A Bout de Vents).

- **par des processus informatiques** (sous Système d'Information Géographique, SIG) **qui agrègent automatiquement les zones nodales** selon des algorithmes définis par l'utilisateur (ex : dilatation/érosion cf. Figure 4, interpolation spatiale) ;

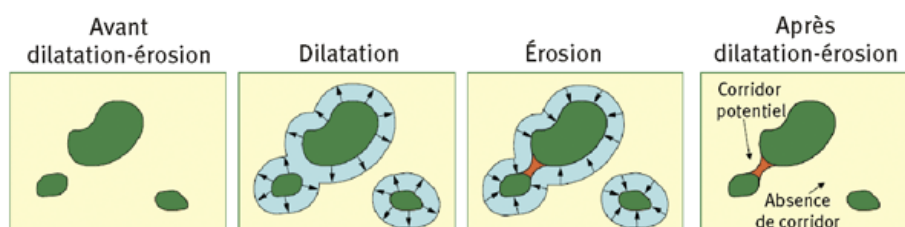


Figure 4 : Étapes du traitement par dilatation-érosion (Amsallem et al., 2010).

- **par des analyses de perméabilité.** Dans un premier temps, il convient d'estimer entre les zones nodales la résistance de la matrice aux déplacements des taxons ciblés (Adriaensen et al., 2003). La résistance peut par exemple être reliée à l'utilisation du sol, la topographie, les perturbations anthropiques.... Dans un second temps, il convient de délimiter un continuum (ex : une continuité de pixels sur un raster) qui offre le moins de résistance aux déplacements des taxons et détermine ainsi le tracé optimal du corridor (Bernier and Théau, 2013) (cf. Figure 5).

7. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/guide_de_lecture_srce.pdf

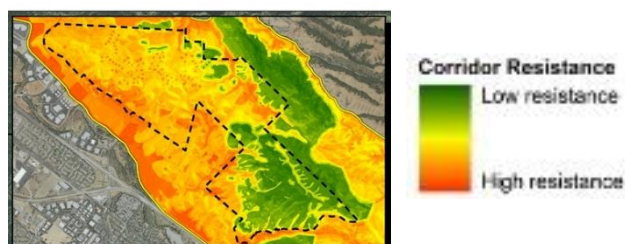


Figure 5 : Degré de résistance de la matrice aux déplacements des taxons permettant de dégager les corridors là où la résistance est la plus faible (Rochelle and Harris, 2016).

Le choix de la méthode dépend des données à disposition ; en effet, les données d'occupation du sol suffisent pour l'interprétation visuelle et les processus informatiques de connexions automatiques, alors que les analyses de perméabilité nécessitent des données taxonomiques. Néanmoins, il est important d'avoir une idée de la distance de dispersion des taxons cibles pour tracer des corridors car cette distance a un impact sur la longueur maximal du corridor. Dans la littérature, les distances de dispersion sont variables (notamment si l'idée est de travailler avec plusieurs taxons), voire non connues. Pour pallier le problème, Hernandez et al. (2014) proposent d'utiliser différentes distances de dispersion, comme compromis entre les méthodes taxon-spécifiques et les méthodes génériques paysagères. Ces distances représentent alors un gradient de probabilité de dispersion des taxons, avec une probabilité plus forte pour les distances les plus faibles. Pour la flore spécifiquement, les valeurs sont à définir en fonction des travaux antérieurs (ex : Vittoz and Engler, 2007; Muratet et al., 2013; Hernández et al., 2014), dont la synthèse bibliographique de Thomson et al. (2011) qui porte sur plus de 148 études et qui répertorie les distances de dispersion d'environ 200 taxons. Prendre un gradient de distance permet de couvrir la majorité des événements de dispersion des taxons floristiques, qui varient selon leurs vecteurs de dispersion (vent, insectes, mammifères, eau...), d'autres traits d'histoire de vie (hauteur de la plante, cycle de vie, masse des graines...), et également l'hétérogénéité du paysage (Levey et al., 2008). Pour les longues distances entre zones nodales, la dispersion des taxons et leur établissement dans la matrice paysagère sont considérés comme des événements rares et stochastiques (Nathan, 2006).

2/ Évaluation des composantes des continuités écologiques

L'évaluation des composantes des continuités écologiques identifiées permet d'en estimer la qualité et éventuellement de les hiérarchiser. Différentes méthodes existent, notamment :

- **l'analyse multicritère.** Les composantes se voient attribuer un poids sur un ensemble de critères (superficie, degré de connectivité, rareté, niveau d'exposition aux pressions anthropiques..., Geneletti, 2004). L'ensemble des poids donne une note globale à chaque composante, ce qui permet de les hiérarchiser (une analyse « d'irremplaçabilité » peut même être menée, Noss et al., 2002) et de voir si elles sont favorables sur le plan écologique ;
- **l'analyse de la qualité de l'habitat.** La qualité des composantes est dépendante de taxons cibles associés à la trame. Ces taxons ont été sélectionnés pour former des guildes, avec des traits d'histoire de vie et des besoins environnementaux similaires ; ils constituent des « indicateurs » de fonctionnalité des composantes. La qualité des composantes peut alors

être définie par un degré de perméabilité aux déplacements de ces taxons (Singleton et al., 2004), par un indice de qualité de leur habitat (« habitat suitability index, Rouget et al., 2006) ou par une fonction de sélection de leurs ressources (« resource selection function ») qui établit la probabilité relative d'utilisation d'un milieu donné (Chetkiewicz et al., 2006).

Là encore, le fait de disposer ou non de données taxonomiques influence le choix de la méthode d'évaluation.

3/ Fonctionnement en réseau des continuités écologiques

L'évaluation du fonctionnement en réseau des continuités écologiques passe par le biais d'analyses de connectivité. Le nombre de composantes, leur positionnement les unes par rapport aux autres, leurs poids, ont un impact sur la connectivité globale du réseau. Plus les composantes sont nombreuses, proches, avec des poids importants, plus le réseau est fonctionnel. Les méthodes d'analyses de connectivité sont variables et dépendent d'un trade-off entre le nombre de données disponibles et la valeur écologique de la connectivité calculée (cf. Figure 6, Calabrese and Fagan, 2004).

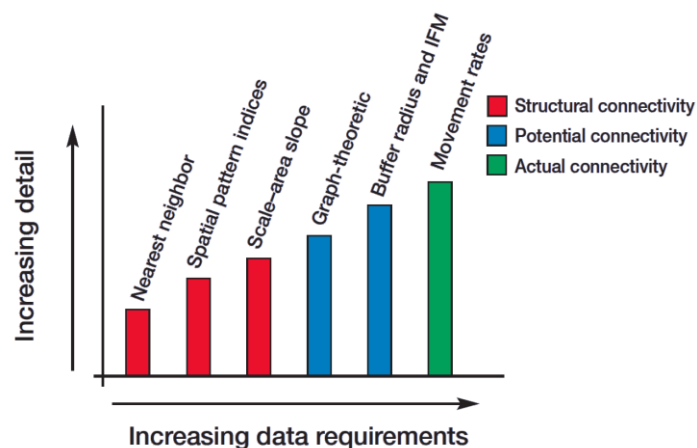


Figure 6 : Trade-off entre les données à mobiliser (abscisse) et la validité écologique de la connectivité (ordonnée) calculée selon différentes méthodes (Calabrese and Fagan, 2004).

Ces méthodes portent aussi bien sur de la connectivité structurelle (ex : distance géographique) que fonctionnelle (ex : distance biologique). Les indices de similarité floristique (Muratet et al., 2013) et/ou génétique (Wegnez, 2015) sont des exemples d'indice de connectivité fonctionnelle qui mesurent des flux taxonomiques à partir des distances floristique/génétique entre composantes. L'hypothèse est que lorsque les compositions floristiques des composantes sont proches, les flux de taxons sont importants au sein du réseau, signe d'une bonne fonctionnalité de celui-ci (Muratet et al., 2013). Autre possibilité, la modélisation de réseaux alternatifs est envisagée dans le but de sélectionner le réseau dont le coût d'utilisation est minimal pour atteindre des objectifs prédéfinis (ex : déplacement de taxons spécifiques, projet de restauration de milieux, aménagements d'infrastructures, minimisation de l'effet lisière, Beier et al., 2008). Les mesures de connectivité peuvent enfin être pondérées par l'ajout d'éléments impactant le fonctionnement du réseau, telles que les barrières et les sources de pressions anthropiques.

1.2 – Cas du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE)

Le SRCE correspond au volet régional de la TVB. C'est un document cadre dont le but est la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. Il oriente les stratégies et les projets de l'État et des collectivités territoriales auxquels il s'impose dans un rapport de « prise en compte ». Le SRCE comprend :

- un **résumé non technique** comprenant l'objet du schéma, ses étapes d'élaboration, ses enjeux en termes de continuités écologiques ;
- un **diagnostic du territoire régional** et une **présentation des enjeux** à l'échelle régionale (prise en compte des interactions biodiversité-activités humaines) ;
- un volet identifiant **les continuités écologiques, leurs réservoirs de biodiversité et leurs corridors** ;
- un **atlas cartographique** à l'échelle du 1 : 100 000^{ème} ;
- un **plan d'action stratégique** ;
- un volet décrivant la manière dont ont été **pris en compte les enjeux TVB nationaux et transfrontaliers** ;
- un **dispositif de suivi et d'évaluation** qui s'appuie sur des indicateurs ;
- d'éventuelles **mesures contractuelles**.

Ainsi, pour préserver et remettre en bon état les continuités écologiques, le SRCE identifie en premier lieu leurs composantes (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, cours d'eau, canaux, obstacles) et leur fonctionnalité. Puis il identifie les enjeux régionaux de préservation et de restauration des continuités écologiques, définit les priorités régionales dans un plan d'action stratégique et propose les outils adaptés pour la mise en œuvre de ce plan d'action (Zucca and Bernard, 2015).

En Île-de-France plus spécialement, le SRCE a été adopté le 21 octobre 2013⁸. Il comporte plusieurs tomes relatifs aux différentes parties listées précédemment. Sa méthode d'élaboration s'inspire des grands principes des orientations nationales, mais elle est propre au territoire et dépendante des données à disposition. Quatre continuités écologiques, qualifiées de trames, le constituent : boisée, herbacée (scindée en herbacée calcaire et autre herbacée), agricole, « bleue ». Par construction, les réservoirs de biodiversité d'Île-de-France sont indépendants de ces trames. Comme dit précédemment, ils correspondent soit à des espaces protégés (réserves naturelles, réserves biologiques, espace bénéficiant d'un arrêté préfectoral de protection de biotope), soit à des espaces reconnus pour leur qualité écologique et recommandé par le conseil scientifique régional du patrimoine naturel (zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique, espaces Natura 2000, réservoirs biologiques du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux). Par contre, les corridors (et obstacles associés) sont trame-spécifiques. Leur tracé provient d'une modélisation des déplacements de moindre coût de guildes taxonomiques en fonction de la perméabilité de la matrice. Les données nécessaires à cette modélisation concernent l'occupation du

8. <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-srce-d-ile-de-france-adopte-a1685.html>

sol, les capacités de déplacement des taxons sélectionnés et les connaissances sur leur répartition actuelle.

Le bilan réalisé par Sordello (2016) sur la première génération des SRCE a révélé un certain nombre de besoins à combler pour de futurs schémas. Ces besoins portent sur les lacunes, enjeux, et actions de connaissance, qui sont théoriquement décrits dans le plan d'action stratégique du SRCE⁹. En Île-de-France, bien que le SRCE n'identifie pas de manière très précise ces lacunes, enjeux, et actions de connaissance, il ressort un besoin d'acquérir :

- **des données naturalistes précises et localisées pour divers taxons**, via des inventaires, des suivis, voire la mise en place d'observatoires, ainsi que des données sur les habitats et milieux naturels ;
- **des informations centralisées sur les traits de vie des taxons par rapport à leur déplacement** pour augmenter la connaissance fondamentale (capacité de dispersion, ...), via des programmes de recherche ou d'études de terrain ;
- **des connaissances sur les zones humides** et inventaires locaux préalablement aux aménagements de territoires ;
- **de développer des indicateurs de suivi.**

Les données flore et végétation du CBNBP peuvent servir à l'amélioration des points évoqués.

1.3 – Bibliographie interne

1.3.1. Historique

Le CBNBP dispose de plusieurs études en lien avec la thématique des continuités/trames écologiques (cf. Annexe 1).

L'Île-de-France est la région la plus active sur le sujet au sein du territoire d'agrément du CBNBP ; 11 études sur les 14 répertoriées y ont été conduites depuis 2009 (le rapport de 2009 est d'ailleurs le fruit d'un travail initié dès 2007). L'évolution entre les méthodes de 2009 et actuelle a porté sur :

- **le type de données utilisées** : initialement des données flore (ex : étude numéro 2 sur le département des Yvelines, Wegnez, 2010a), suivie d'une introduction progressive des données de végétations (ex : étude numéro 9 sur le département de Seine-et-Marne, Azuelos and Renault, 2013) ;
- **la liste taxonomique** : trames centrées sur quelques taxons (ex : étude numéro 1 issue de la convention GRT gaz, Val de Seine, région Île-de-France, Perriat, 2009) *versus* listes floristiques (ex : étude numéro 6 issue de la convention RTE, Salvaudon, 2012) ;
- **la manière de tracer les corridors** : manuellement entre données géographiques avec une hiérarchisation sur le nombre de taxons (ex : étude numéro 5 sur le département de l'Essonne, Mondion, 2011), puis automatisation par dilatation/érosion ou interpolation spatiale (ex : étude numéro 12 sur la vallée de l'Orge Aval, Lehane, 2015).

9. <http://www.humanite-biodiversite.fr/article-asso/tout-savoir-sur-la-trame-verte-et-bleue>

En Centre-Val-de-Loire (CVL), la délégation a été directement mobilisée pour l'élaboration du SRCE de sa région (Roboüam, En cours). En Sarthe, le CBNBP a apporté sa contribution en proposant une cartographie d'un ensemble de trames qui s'emboîtent dans celles du SRCE Pays-de-la-Loire (Lacroix and Vallet, 2012). Côté Champagne-Ardenne, le CBNBP a participé entre 2009 et 2012 à la mise en place de continuités écologiques sur une zone pilote de 35 communes au sein de la Champagne Crayeuse, et ce dans le cadre du programme Symbiose (programme réunissant différents acteurs menant des actions pour préserver la biodiversité de leur territoire tout en tenant compte des activités économiques existantes, Miroir, 2011).

Ces études possèdent leur propre méthodologie pour répondre à une question spécifique au territoire sur lequel elle porte. Mais de grandes étapes reviennent (ex : choix des trames/sous-trames, choix des données, tracé des corridors). De plus, elles se sont inspirées les unes des autres, ce qui a permis de conforter certains choix et d'en améliorer le contenu (ex : listes de taxons associés aux trames).

1.3.2. Echelles d'étude

Le CBNBP dresse des continuités écologiques aussi bien à larges échelles (ex : région, département...) que sur des territoires bien définis (ex : vallée, site).

Au niveau régional, la délégation Île-de-France a adapté la méthode appliquée dans le département des Yvelines en 2010 (Wegnez, 2010a) pour la présenter au CRSPN de septembre 2011, puis au séminaire de Natureparif de décembre 2011. En parallèle, et comme mentionné précédemment, le CBNBP a contribué à l'élaboration du SRCE de la région Centre-Val-de-Loire (participation effective en 2012, Roboüam, En cours) et à celle du SRCE Pays-de-la-Loire (Lacroix and Vallet, 2012).

Au niveau départemental, le CBNBP a réalisé des continuités écologiques pour plusieurs départements de la région Île-de-France : Yvelines (Wegnez, 2010a), Essonne (Mondion, 2011) et Seine-et-Marne (Azuelos et Renault, 2013). Pour rappel, les données du CBNBP ont aussi été utilisées dans une étude de Seine-Saint-Denis (Muratet et al., 2013), pour valider des résultats de connectivité issus d'une approche par réseaux. Dans son utilisation et interprétation, cette échelle est globalement similaire à l'échelle régionale, puisqu'elle reste encore large (comprise entre le 1 : 500 000^{ème} et le 1 : 100 000^{ème}) et donc peu précise pour un zoom trop important.

Au niveau du territoire de projet, les études du CBNBP ont porté sur des vallées ou sur des sites spécifiques. Le département de l'Essonne a été très demandeur puisque, suite au travail sur les continuités écologiques du département, ont été financées trois études sur des vallées : le Val de Seine (Mondion, 2013), les Basses vallées de l'Essonne et de la Juine (Mondion, 2014) et la vallée de l'Orge Aval (Lehane, 2015). Ces études avaient pour objectif de mettre en évidence le positionnement des Espaces Naturels Sensibles (ENS) au sein des continuités écologiques d'un territoire, et d'orienter le département dans la manière de les gérer ou d'en acquérir de nouveaux. L'Agence des Espaces Verts (AEV) a quant à elle missionné le CBNBP pour réaliser deux grosses synthèses floristiques sur les Périmètres Régionaux d'Intervention Foncière (PRIF) seine-et-marnais de la Forêt régionale de Bréviande et du domaine régional de Rougeau (Wegnez, 2010b, 2011), en y incluant un volet sur les

continuités écologiques. Certaines de ces études sont assez complexes et ont ouvert des pistes de réflexion sur la qualité des habitats et les distances de dispersion des taxons. Les cartes ont ciblé des territoires bien définis, mais le rendu reste compris entre le 1 : 80 000^{ème} et le 1 : 150 000^{ème} et ne peut être interprété qu'avec prudence aux échelles inférieures.

À d'autres niveaux, les études du CBNBP portent sur des territoires plus ou moins vastes qui appartiennent à des entreprises, celles-ci ayant des obligations de prise en compte de la biodiversité dans leurs activités et aménagements. Pour l'instant, les études de ce type ont porté sur des réseaux linéaires (lignes électriques, gazoducs). C'est le cas par exemple de l'étude financée par Réseau de Transport d'Electricité (RTE, Salvaudon, 2012). Les deux autres études d'entreprises recensées ont été financées par GRT gaz. La première était avant-gardiste puisque son lancement remonte à 2007 et le rendu du rapport à 2009 (Perriat, 2009). La deuxième étude, cofinancée par la région Île-de-France, soutient la mise en place d'un programme de conservation d'un taxon, la Violette élevée (*Viola elatior* Fr.), dans la plaine de la Bassée (Wegnez, 2015). L'objectif du programme est de reconstituer un réseau écologique « fonctionnel » de prairies alluviales dans ce territoire.

Les études du CBNBP ont ainsi été menées à différentes échelles spatiales, mais elles sont pour beaucoup reproductibles et transposables à d'autres échelles que celles sur lesquelles elles ont initialement porté. Toutefois, aucune étude n'a pour l'instant concerné les échelles communales et infra-communales. Il serait par conséquent dangereux de travailler avec les mêmes méthodologies à des échelles fines, et notamment de zoomer sur les cartes jusqu'au 1 : 25 000^{ème} par exemple. Des compléments sont à apporter à ces échelles où inventaires de terrain, dires d'experts, et croisements de diverses sources d'informations géographiques, sont plus que nécessaires.

1.3.3. Trames et sous-trames

Les trames sélectionnées dans les études du CBNBP sont variables selon le contexte paysager et selon les données disponibles. Les études réalisées en milieu urbain, ou sur des territoires où le CBNBP manque de données flore et végétations, se basent sur des trames plutôt grossières (ex : trame boisée, trame des milieux ouverts ; Mondion, 2013; Lehane, 2015). Au contraire, les études portant sur des milieux naturels, avec de nombreuses données, voire avec des données récoltées spécifiquement pour l'étude, portent sur des trames déclinées en sous-trames spécifiques (ex : pelouses calcicoles sèches, pelouses sablo-calcaires, aulnaies-frênaies, aulnaies marécageuses, Wegnez, 2010a; Mondion, 2011), essentiellement constituées de taxons et de végétations patrimoniaux (intérêt remarquable, forte vulnérabilité).

Cependant, toutes les trames sélectionnées restent compatibles entre études et surtout avec le SRCE d'Île-de-France (boisée, herbacée, agricole, « bleue »), soit directement, soit par emboîtement (ex : boisements de feuillus et mixtes comme déclinaison de la trame boisée, prairies comme déclinaison de la trame herbacée¹⁰). Certaines trames/sous-trames peuvent néanmoins être délicates à rattacher aux trames plus grossières si elles en recoupent deux (ex : landes et broussailles sont intermédiaires entre la trame boisée et la trame herbacée).

10. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/note_methodologique_tvb_2015.pdf

Bien évidemment, la constitution des trames est dépendante des végétations et taxons présents sur la zone d'étude. Malgré la reproductibilité de la méthode de définition des trames, des ajustements sont à opérer à chaque fois. L'ensemble des trames ressortant dans les travaux passés du CBNBP est listé en Annexe 2.

1.3.4 Données disponibles

Données de végétation

La végétation joue un rôle de support notamment pour la faune, et donc un rôle majeur dans la définition même d'une trame, ainsi que dans la sélection des taxons formant la guildes de la trame. Les données végétations ont été exploitées pour la première fois dans les continuités écologiques lors de la réalisation du troisième volet de l'Atlas de la biodiversité en Seine-et-Marne (Azuelos and Renault, 2013). Malheureusement, les données de végétations sont rarement disponibles (ou du moins en quantité suffisante) sur d'autres territoires que l'Île-de-France. En effet, les inventaires de végétations (au sens syntaxonomique) ont commencé plus tardivement que les inventaires flore et seule l'Île-de-France a fait l'objet d'une cartographie des végétations naturelles et semi-naturelles de l'ensemble de son territoire. Quelques fois, les codes CORINE Biotope renseignés lors des inventaires floristiques ont pu remplacer les données syntaxonomiques, notamment en milieu urbanisé (Lehane, 2015). Dans tous les cas, il est important de définir une liste de végétations par trame au moins dans le but de sélectionner les taxons de la guildes.

Les trames des différentes études du CBNBP reposent le plus souvent sur plusieurs végétations (Wegnez, 2010a). Des regroupements cohérents de végétations sont alors réalisés selon deux critères :

- **un lien dynamique** : végétations inscrites dans une même dynamique (notion de série dynamique) se développant dans des conditions stationnelles similaires ou très proches ;
- **un lien floristique** : végétations avec une similarité floristique avérée.

Au final, le nombre de végétations sélectionnées par trame/sous-trame dans les études du CBNBP est variable et faible, allant de 1 (trame de messicoles) à 29 (trame de zones humides) (ex : Azuelos and Renault, 2013; Mondion, 2013).

Données de taxons floristiques

Une fois les végétations définies par trame, il est possible de sélectionner les taxons associés et de former des guildes taxonomiques. En effet, une végétation se caractérise (en partie) par la présence d'un cortège floristique qui lui est propre (notion d'association végétale) au sein duquel certains taxons sont spécifiques. Par conséquent, ces taxons peuvent être considérés comme des indicateurs pertinents et fiables de présence d'une végétation en un lieu donné (Wegnez, 2010a). Les taxons retenus pour caractériser les végétations de la trame doivent alors être :

- **spécifiques à l'une des végétations** d'une trame/sous-trame ;

- **strictement communs à plusieurs végétations** de cette trame/sous-trame.

Les données flore ont servi dans toutes les études du CBNBP mais la sélection des taxons n'a pas toujours été aisée. Elle se résume parfois à ne retenir qu'un nombre restreint de taxons, notamment dans les études se focalisant sur des trames à enjeux patrimoniaux (Wegnez, 2010b, 2011). La sélection de trames à enjeux est motivée par l'hypothèse qu'une continuité dédiée à des taxons ayant une forte demande en termes de qualité environnementale est dès lors susceptible d'être fonctionnelle pour des taxons aux exigences écologiques moins strictes (l'inverse n'étant pas vrai). En effet, les taxons inféodés à des végétations particulières (« spécialistes ») seraient plus sensibles à la présence de connectivité que les taxons plus « généralistes » (Kolb and Diekmann, 2005; Haddad and Tewksbury, 2006; Turcati, 2008; Bruckmann et al., 2010). En contexte urbain, les choix sont tout autres. Les listes sont complètement dépendantes des taxons qui parviennent à coloniser les espaces verts, même si ces taxons sont plus opportunistes.

Le nombre de taxons par guildes taxonomiques varie ainsi fortement dans les études du CBNBP suivant les trames/sous-trames, plus que pour les végétations, allant de 8 taxons (mares oligotrophes) à 576 taxons (milieux herbacés) (ex : Wegnez, 2010b; Mondion, 2013).

La force de la flore repose sur la grande quantité de données de la base Flora du CBNBP. De multiples projets alimentent cette base depuis des années, très souvent avec des cartographies précises de la répartition des taxons. L'inconvénient néanmoins reste que les méthodes de collecte sont hétérogènes et ne sont pas réalisées dans le but de répondre à une question générale telle que les continuités écologiques. Cela peut être une limite pour aller suffisamment loin dans l'interprétation aux échelles les plus fines, qu'il faut alors manipuler avec prudence. De plus, cette méthode indirecte de détection de présence de végétations n'est pas fiable à 100% et la présence de quelques taxons de la guildes n'indique pas systématiquement que la végétation soit présente.

1.3.5. Méthodes mises en œuvre pour identifier/évaluer les composantes des trames/sous-trames et évaluer le fonctionnement en réseau des continuités écologiques

Le paragraphe 1.1. évoquait les différentes méthodes qui existent dans la littérature scientifique et qui permettent d'identifier et d'évaluer une continuité écologique en fonction des données disponibles. Pour ce faire, le CBNBP se base aussi bien sur des approches paysagères (par le biais des données végétation, ex : Azuelos and Renault, 2013; Lehane, 2015) que sur des approches taxonomiques (par le biais des données flore, ex : Wegnez, 2010a; Mondion, 2011).

Identification des zones nodales

Dans les études du CBNBP, les zones nodales sont définies par trame/sous-trame. Elles sont construites spatialement :

- soit **directement à partir des données cartographiques des inventaires flore et/ou végétation** (polygones de relevés précis ou transformés en points) ;

- soit **par le biais d'unités d'agrégation** dans lesquelles sont rapatriées les données des polygones : maillages (ex : mailles de 4km², Azuelos and Renault, 2013; mailles hexagonales de 5km², Roboüam, En cours) ou communes (unité parlante pour les élus ; Wegnez, 2010a; Salvaudon, 2012).

A noter que les unités d'agrégation sont pertinentes aux larges échelles pour gagner en lisibilité, notamment lorsque les trames sont définies par des jeux de données de faible volume. Par contre, elles floutent l'information ; il est alors impossible de zoomer sur les cartes. L'utilisation des polygones est par conséquent préconisée aux échelles fines et avec des jeux de données conséquents.

Identification des corridors

Différentes méthodes sont éprouvées dans les différentes études du CBNBP pour identifier des corridors. Pour commencer, plusieurs études proposent des corridors tracés manuellement par les experts de terrain (ex : Perriat, 2009; Wegnez, 2010b, 2011). Ces derniers croisent leur connaissance du milieu avec des couches d'informations géographiques d'occupation du sol. L'étude la plus ancienne au CBNBP repose sur cette méthode (Perriat, 2009). Elle montre le rôle des bandes de servitude liées aux emprises des gazoducs en tant que continuités écologiques. La méthode est pertinente dans ce cas car des inventaires exhaustifs ont été réalisés spécifiquement sur des endroits ciblés et bien définis (le long des bandes de servitude) pour répondre à une question en lien avec la thématique des continuités écologiques. Mais le travail est fastidieux car il demande, dans l'idéal, une très bonne connaissance du lieu, une phase de terrain préalable, de l'interprétation de données par croisement avec d'autres informations. La méthode s'applique donc préférentiellement à de fines échelles spatiales et avec du temps d'inventaires. Toutefois, aux échelles régionales (Salvaudon, 2012) et départementales (Wegnez, 2010a; Mondion, 2011), certaines études ont proposé des corridors grossiers tracés manuellement pour donner des tendances globales, à vérifier localement (ex : si besoin de corridors précis et concrets pour les PLU). Il est cependant nécessaire de disposer de beaucoup de données pour appliquer la méthode, d'autant plus aux larges échelles spatiales.

A l'inverse, les méthodes de modélisation s'imposent lorsque peu de données d'inventaires existent sur les zones d'études. Le problème s'est posé dans le cas du Val de Seine (Mondion, 2013). Dans cet exemple, le milieu suivi étant très urbanisé, l'analyse de la répartition de taxons est couplée à une modélisation de la perméabilité du milieu. Il en ressort des zones où les taxons peuvent se déplacer avec de plus ou moins fortes probabilités, les déplacements restant théoriques. Pour information, la perméabilité du milieu est issue de l'indice de vert qui mesure le degré d'activité chlorophyllienne sur des pixels de 25 mètres de côté ; il est fourni par l'Institut d'Aménagement Urbain (IAU). Les résultats obtenus sont discutables, mais la modélisation semble appropriée en contexte très anthropique où le plus petit espace vert joue potentiellement un rôle important.

Finalement, la méthode régulièrement choisie et s'adaptant à différents contextes, passe par le regroupement automatique de polygones flore et végétations en fonction d'une distance maximale définie par l'utilisateur (Wegnez, 2010b), qui se concrétise généralement par la création de zones tampons autour des polygones. Les zones tampons sont soit uniquement dilatées (Wegnez, 2010b), soit dilatées puis érodées (Mondion, 2014; Lehane, 2015; Wegnez, 2015, cf. Figure 4) comme défini

dans le guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers du Comité Opérationnel (COMOP) TVB (Allag-Dhuisme et al., 2010).

Evaluation des composantes et du fonctionnement en réseau des continuités écologiques

L'évaluation des composantes obtenues dans les études du CBNBP porte essentiellement sur la qualité des zones nodales en termes de nombre de taxons de la trame (Wegnez, 2010a, 2011; Mondion, 2011; Salvaudon, 2012). Plus une zone nodale contient de taxons, plus la trame y est installée et fonctionnelle, plus la zone se rapproche d'un espace pouvant être qualifié de « réservoir de biodiversité ». Les zones nodales avec peu de taxons (1 taxon dans le cas le plus extrême) représentent plutôt des potentialités de présence de la trame. Dans l'étude sur la Violette élevée (*Viola elatior* Fr., Wegnez, 2015), la hiérarchie des polygones d'inventaires floristiques s'est également faite en prenant en compte leur surface, leur intérêt floristique (patrimonialité), l'effectif du taxon cible (Violette élevée). Plus la surface, l'intérêt floristique, et les effectifs du taxon cible sont élevés dans un polygone, plus l'enjeu de préservation du polygone est important au regard de la conservation du taxon.

Concernant l'évaluation du fonctionnement en réseau des continuités écologiques, les analyses de connectivité réalisées par le CBNBP utilisent des indices de connectivité structurelle (basé sur la distance entre polygones, celle-ci parfois pondérée par d'autres indices tels que la taille et le degré d'urbanisation des polygones) et/ou des indices de connectivité fonctionnelle (similarité taxonomique entre polygones, Wegnez, 2011; Salvaudon, 2012; Roboüam, En cours). Plus les polygones sont proches dans l'espace, avec des listes de taxons relativement similaires, plus leur connectivité et celle du réseau globale est élevée. En forêt régionale de Bréviande, l'Incidence Function Model (IFM) a permis en plus de modéliser le fonctionnement en métapopulations (Cabeza and Moilanen 2003) de différentes trames, c'est-à-dire de définir des probabilités de colonisation/extinction des taxons au sein des polygones de la trame. Ce modèle intègre à la fois des variables de mobilité des taxons, d'isolement et de superficie des polygones. La distance génétique a finalement servi avec succès dans le programme de conservation de la Violette élevée (Wegnez, 2015). Toutefois, bien que l'outil génétique apporte des informations directes et pertinentes sur la fonctionnalité des trames, il nécessite beaucoup d'investissements et ne cible qu'un ou quelques taxons spécifiques (dans l'idéal bien documenté) ; il faut donc avoir cerné au préalable une problématique spécifique pour mener ce type d'approche.

2. – Méthodologie

Cette deuxième partie décrit la méthodologie mise en place par le CBNBP pour répondre aux demandes futures concernant la thématique « continuités écologiques ». La méthodologie s'inspire de la littérature scientifique externe et interne en lien avec le sujet (cf. § 1. Recherche bibliographique). La phase de test réalisée en 2016, dont les principes méthodologiques sont détaillés dans les paragraphes qui suivent, porte sur la trame calcicole ouverte. Cette trame existe sous l'intitulé « milieux herbacés calcaires » dans le SRCE (cf. Guide de lecture du SRCE¹¹) ; les résultats obtenus peuvent par conséquent être comparés avec ceux du SRCE.

2.1 – Échelles d'étude

La méthodologie s'applique à différentes échelles spatiales si le jeu de données le permet. Seront présentées ici les échelles du 1 : 100 000^{ème} et 1 : 25 000^{ème}. Ces deux échelles sont particulièrement intéressantes car elles recoupent les stratégies de développement et d'aménagement des grandes politiques territoriales :

- **pour le 1 : 100 000^{ème}** : SRCE, SDRIF (Schéma Directeur de la Région Île-de-France), SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) ;
- **pour le 1 : 25 000^{ème}** : Agenda 21, PLU (Plan Local d'Urbanisme), PLUi, SCOT (Schéma de Cohérence Territoriale).

2.2 – Choix des trames/sous-trames

La trame calcicole présentée dans ce travail porte sur les milieux ouverts, et ce dans un souci d'adéquation avec le SRCE. Elle se compose de végétations appartenant aux pelouses calcicoles sèches (*Xerobromion* et *Mesobromion*), aux pelouses sablo-calcicoles et aux ourlets calcicoles.

Les végétations de la trame calcicole ouverte (et plus spécifiquement les pelouses) se trouvent souvent sur des coteaux calcaires ensoleillés. Elles occupent des sols peu productifs mais sont les témoins de pratiques agropastorales traditionnelles extensives (Azuelos and Renault, 2013). Elles constituent un réseau de végétations fortement menacées, soit par l'abandon de toute gestion (qui entraîne la colonisation naturelle du milieu par les ligneux), soit par une gestion inadaptée (reboisement, gestion trop intensive...). Par conséquent, leur surface est de plus en plus faible ; le réseau a tendance à se morceler au sein des cultures et forêts. Le SRCE a d'ailleurs considéré que la trame herbacée calcaire ne possédait actuellement plus de continuité fonctionnelle à grande échelle, seulement des corridors à fonctionnalité réduite (Zucca and Bernard, 2015). Ces tendances font de la trame calcicole ouverte une bonne candidate pour tester la méthode, définir des continuités écologiques et en évaluer la fragilité.

11. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/guide_de_lecture_srce.pdf

En pratique, la trame calcicole ouverte est définie par neuf végétations et 126 taxons cibles, qui ont été sélectionnés à partir des listes de végétations et de taxons mises en place dans les études CBNBP antérieures. Elles se déclinent par sous-trame (cf. Tableau 1), sachant qu'une végétation ou qu'un taxon peut appartenir à plusieurs sous-trames.

Tableau 1: Nombre de végétations et de taxons par trame/sous-trame

	Nombre de végétations	Nombre de taxons
TRAME CALCICOLE OUVERTE	9	126
Pelouses calcicoles sèches	7	46
<i>Xerobromion</i>	3	15
<i>Mesobromion</i>	2	31
Pelouses sablo-calcicoles	2	20
Ourlets calcicoles	1	30

Le détail des listes est consultable en Annexe 3.

La trame calcicole ouverte est dominée par les végétations (plus des 2/3) et les taxons (nombre de taxons maximal) des pelouses calcicoles sèches.

2.3 – Données utilisées

2.3.1. Données flore et végétations d'Île-de-France

Le jeu de données du test sur les trames calcicoles porte sur les données cartographiques (polygones) d'inventaires flore et végétations d'Île-de-France des bases de données du CBNBP : Flora et Habitat. Il est important d'insister sur l'aspect « cartographique » des données car l'aboutissement de ce travail est de fournir des couches géographiques de trames.

Concernant les données proprement dites, pour la flore, un certain nombre de filtres sont indispensables :

- **Seules les données postérieures à 1999 sont prises en compte.** Les données précédant cette date, dites données historiques, sont en effet non exhaustives, très partiellement cartographiées ; la flore a pu largement se modifier depuis leur date d'observation.
- **Les polygones dont la superficie dépasse 10 hectares ne sont pas retenus** car ils comportent souvent de nombreux taxons, parfois aux exigences écologiques très différentes. Aux vues du manque de précision dans la répartition des taxons au sein de ces inventaires, il serait dangereux de s'en servir pour localiser des composantes de la trame.
- **Les taxons qui ont un indigénat douteux, accidentel, subsponané, planté, cultivé dans un inventaire ne sont pas conservés.** Leur arrivée non naturelle ne permet pas de valider la présence et le bon fonctionnement de la trame.

Concernant les données de végétations, toutes les données cartographiques issues d'une phase de terrain ou de photo-interprétation sont conservées, et ce quelle que soit la date d'inventaires puisque cette dernière est forcément postérieure à 1999.

2.3.2. Données flore et végétations étendues aux régions avoisinantes

Pour l'instant, le travail présenté porte uniquement sur les données de l'Île-de-France. Il est envisagé par la suite de dépasser les limites administratives de la région et de regarder également les continuités transfrontalières, comme préconisé par le COMOP TVB (Allag-Dhuisme et al., 2010). Le CBNBP dispose déjà d'une grande partie du jeu de données pour les régions voisines de l'Île-de-France et qui recoupe son territoire d'agrément :

- Bourgogne-Franche-Comté ;
- Centre-Val de Loire ;
- Grand Est.

A termes, les données du SIFlore (Just et al., 2015), base nationale de la flore gérée par la Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux (FCBN), pourraient alimenter l'étude dans les régions Normandie et Hauts-de-France. L'idée serait de récupérer les inventaires cartographiés avec précision, dans un rayon d'au moins 20km autour de l'Île-de-France¹², comme proposé dans l'étude sur le département des Yvelines (Wegnez, 2010a).

2.4 – Méthode de construction d'une continuité écologique : identification des composantes et évaluation

Dans la méthode de construction d'une continuité écologique, **les zones nodales correspondent aux polygones flore et végétations, regroupés entre eux en méta-sites selon le principe de la carte d'alerte du CBNBP¹³**, afin d'éviter les superpositions qui rendraient la lecture des couches géographiques compliquée. Ces zones nodales sont trame-spécifique. Par contre, elles sont indépendantes des réservoirs de biodiversité du SRCE. L'idée est d'affiner le contenu des réservoirs du SRCE avec des données de terrain précises et éventuellement de proposer de nouveaux « espaces réservoirs » sur des sites encore méconnus.

La méthode d'élaboration des corridors qui correspond le mieux à notre jeu de données est quant à elle basée sur du regroupement automatique sous SIG : **il s'agit de la méthode de dilatation-érosion**. L'interpolation spatiale a également été testée, car elle offre la possibilité de pondérer le poids des zones nodales dans la création des corridors (ex : par le nombre de taxons de la guildes présents dans la zone nodale). Toutefois, la dilatation-érosion reste préférable car les résultats sont plus lisibles (même si les limites nettes des zones de dilatation-érosion sont artificielles) et que les choix de paramétrage (pour lesquels peu d'informations décisionnelles existent) sont moindres. En

12. Pour rappel, l'analyse et la cartographie du SRCE s'étendent 10 km en dehors du périmètre de la région Île-de-France pour assurer la continuité avec les territoires voisins.

13. <http://cbtnbp.mnhn.fr/cbtnbp/biodiversite/carteAlerte.jsp>

effet, pour l'interpolation, il faut au préalable sélectionner une méthode d'interpolation, une taille de pixels pour le rendu, les données à prendre en compte pour le lissage... ce qui multiplie les résultats possibles.

Concernant les distances de dispersion des taxons cibles de la trame calcicole ouverte, **trois distances sont retenues dans le cadre de l'étude : 150m, 500m et 1000m**. Les polygones des zones nodales subissent ainsi trois processus de dilatation-érosion avec comme rayon les trois distances sélectionnées. Ainsi, les zones nodales sont reliées par des corridors de moins de 300m de long avec la distance de 150m, de moins de 1km de long avec la distance de 500m, de moins de 2km de long avec la distance de 1000m. Ces dilatations-érosions sont indépendantes les unes des autres, mais superposables. Les corridors obtenus peuvent ensuite être superposés à leur tour aux corridors et aux obstacles/points de fragilité du SRCE.

Une fois les composantes définies et pour le rendu cartographique des trames, une trame est d'abord considérée dans son ensemble en tant que continuité à l'échelle du 1 : 100 000^{ème}, sans réelle distinction au sein de ses composantes entre zones nodales et corridors. Il suffit de superposer uniquement les résultats des trois dilatations-érosions. Par contre, à l'échelle du 1 : 25 000^{ème}, la trame est décomposée en zones nodales et en corridors. Pour l'interpréter, il est nécessaire de plaquer les polygones flore et végétations regroupés en méta-sites sur les résultats issus des dilatations-érosions.

Même si la méthode se base sur des données flore et végétations, elle permet de cartographier des grands types de milieux et définit éventuellement des continuités pour des taxons autres que floristiques. Notamment, elle devrait être utile pour des taxons faunistiques assez spécialistes de certains types de milieux et à capacité de dispersion limitée. Par exemple, parmi les papillons de jour, certains taxons appartenant à la liste rouge régionale d'Île-de-France sont spécialistes des pelouses calcicoles et très sensibles à la fermeture des milieux (chez les Lycaenidae : la Lucine (*Hamearis lucina*), le Bel-Argus (*Polyommatus bellargus*), l'Argus bleu-nacré (*Polyommatus coridon*) ; chez les Nymphalidae : le Mercure (*Arethusana arethusana*) ; chez les Zygaenidae : la Zygène de la petite coronille (*Zygaena fausta*)). Certains de ces taxons acceptent pour un temps une période d'ourlification des pelouses en cas d'absence de gestion (ex : la Lucine), d'autres comme le Mercure disparaissent d'un site dès que le milieu se ferme, même partiellement, d'où l'importance de préserver une trame fonctionnelle pour ces taxons spécialistes et à enjeux.

Les composantes, et plus spécifiquement les zones nodales, sont ensuite évaluées par le biais de deux indicateurs :

- **la richesse en taxons floristiques de la guildes**. L'hypothèse est que plus le nombre de taxons est important dans une zone nodale, plus la trame y est avérée, voire fonctionnelle.
- **la présence de taxons ou végétations à enjeux**. Les taxons à enjeux comprennent les taxons protégés nationalement (PN) ou régionalement (PR, ex pour la trame calcicole ouverte : *Carthamus mitissimus* L., 1753 ou *Viola rupestris* F.W.Schmidt, 1791), ou les taxons menacés appartenant à la Liste Rouge Régionale (LRR) de la flore d'Île-de-France (cf. Auvert et al., 2011). Au sein de cette LRR, seuls les taxons avec un statut de menace élevé sont considérés comme taxons à enjeux : taxons en danger critique d'extinction (CR, ex : *Galium*

glaucum L., 1753), taxons en danger critique (EN, ex : *Minuartia setacea* (Thuill.) Hayek, 1911), taxons vulnérables (VU, ex : *Trifolium rubens* L., 1753). Les végétations à enjeux correspondent elles aux végétations d'intérêt régional (cf. Fernez et al., 2015, ex : *Xerobromion erecti*), même si ce n'est parfois que sous certaines conditions environnementales (ex : *Alyssum alyssoides* - *Sedum album*).

Cette évaluation sert d'outil de hiérarchisation des zones nodales. Dans le cas des trames couvrant une grande superficie comme la trame calcicole ouverte, il peut en effet être nécessaire, d'un point de vue opérationnel lorsque des actions sont à entreprendre, de cibler les secteurs sur lesquels il faut intervenir en priorité. Les composantes sont ainsi évaluées par leur quantité et leur qualité en termes de taxons, dans l'idée que des corridors fonctionnels, qui relient des zones nodales, y assurent une diversité taxonomique élevée et/ou la présence de taxons clefs pour la trame. Cette étape est intéressante et originale car elle apporte un complément par rapport au SRCE où chaque réservoir et chaque corridor sont considérés comme équivalents. Toutefois, les résultats sont à utiliser prudemment et ne doivent pas conduire à négliger des composantes de moindre importance, car une faible richesse taxonomique et/ou l'absence de taxons protégés/menacés ou de végétations d'intérêt régional ne signifie pas l'absence d'enjeu.

Finalement, l'étude présentée dans le rapport ne va pas jusqu'à l'évaluation du fonctionnement en réseau de la continuité écologique car les analyses de connectivité peuvent être lourdes à mettre en œuvre et nécessiter des temps de calcul importants. Ces analyses sont à notre avis plus adaptées à des études très appliquées, par exemple dans des projets d'aménagement du territoire sur une surface relativement restreinte. La connectivité est cependant mesurée en partie au travers des corridors issus de la dilatation-érosion, avec l'idée que les zones nodales reliées entre elles par dilatation-érosion sont d'autant plus connectées qu'elles appartiennent aux corridors de plus faible distance.

3. – Résultats. Apports du CBNBP.

3.1 – Répartition géographique des données de la trame calcicole ouverte

Les données du CBNBP permettant de caractériser la trame calcicole ouverte sont nombreuses. 6141 relevés cartographiés sont issus de la base Flora, 2028 de la base Habitat, soit un total de 8169 polygones. Ces relevés recouvrent toute la région Île-de-France (cf. Figure 7), mais sont plus denses :

- dans le sud, entre Étampes (département de l'Essonne, niveau Gâtinais) et le massif de Fontainebleau (département de Seine-et-Marne) ;
- dans le nord-ouest, entre les départements des Yvelines et du Val d'Oise.

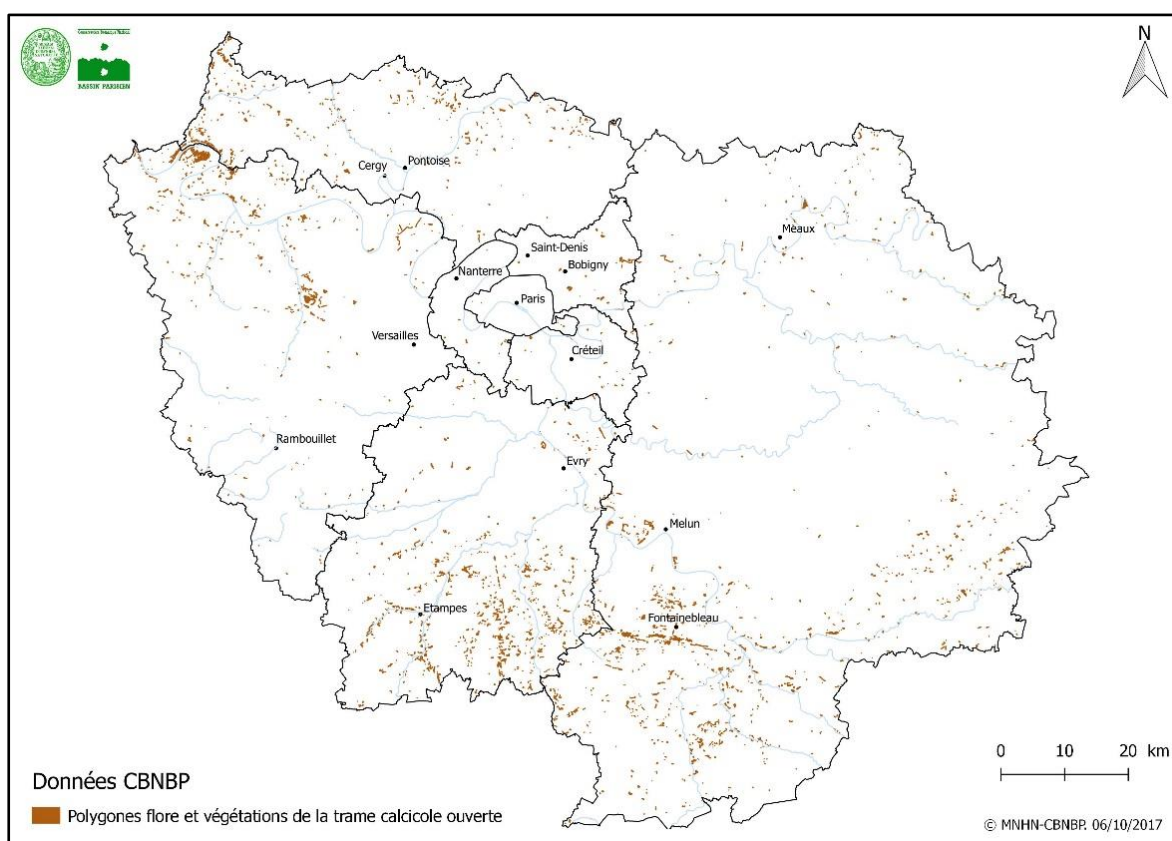


Figure 7 : Répartition des données flore et végétations du CBNBP appartenant à la trame calcicole ouverte.

Il est à noter que les relevés sont très souvent localisés dans les vallées, là où les conditions écologiques sont les plus favorables à la trame calcicole et où l'impact agricole y est le plus faible. Ainsi, dans le secteur sud, les plus fortes densités de relevés se retrouvent dans les vallées de la Juine, de l'Essonne, de l'Ecole, du Loing, du Lunain et d'une partie de la Seine amont jusque dans la Bassée. Dans les Yvelines, les relevés de la trame se trouvent préférentiellement le long de la vallée de la Seine et secondairement de la Mauldre. Dans le Val d'Oise, les vallées de l'Epte, de la Viosne et de l'Oise sont les plus riches en relevés calcicoles.

3.2 – Résultats à l'échelle régionale

3.2.1. Trame calcicole ouverte issue de la dilatation/érosion sur les polygones flore et végétations

La trame calcicole ouverte obtenue après dilatation/érosion sur les polygones flore et végétations se distingue nettement, même à l'échelle régionale (cf. Figure 8). La carte met en évidence la trame globale avec son gradient de distance dans lequel sont également décelables les connexions de courte distance entre polygones (inférieures à 300m car issues de la dilatation/érosion à 150m, couleur marron foncée).

Les principaux foyers de cette trame, déjà mis en évidence par la carte des relevés bruts, se révèlent encore davantage :

- Dans le sud, le foyer se compose d'un réseau dense et peu morcelé du Gâtinais jusqu'au massif de Fontainebleau. Il s'étend vers l'est de façon plus disparate, en direction de la vallée de la Seine.
- Dans le nord-ouest, le foyer est plus fragmenté dans sa globalité, mais il possède une surface vaste et compacte au niveau de la Boucle de Moisson et de ses environs proches (Forêt de Rosny, Boucle de Guernes).

Le reste de la région comporte des foyers ponctuels, plus ou moins étendus, et surtout discontinus (ex : dans le Val d'Oise au niveau des vallées, dans l'Essonne près d'Évry, en Seine-et-Marne à l'ouest de Melun).

3.2.2. Comparaison entre les résultats du CBNBP et le SRCE

La trame calcicole ouverte issue des données flore et végétations est à comparer aux couches cartographiques du SRCE. Les deux travaux se basent sur des données différentes ; ils jouent ainsi un rôle complémentaire. La superposition de leurs résultats respectifs améliore la compréhension et l'interprétation des continuités écologiques obtenues à l'échelle régionale.

Pour faciliter la lecture des cartes qui suivent, la trame calcicole ouverte construite à partir des données du CBNBP est simplifiée dans son format le plus large (distance de 1000m, en marron clair), ce qui reste adapté à large échelle (régionale).

Dans un premier temps, l'ensemble des réservoirs de biodiversité du SRCE Île-de-France (polygones verts), ainsi que les corridors calcicoles (linéaires violets) et obstacles associés (points violets), sont projetés sur la trame calcicole flore et végétations (cf. Figure 9). Il est difficile de comparer les zones nodales de la trame calcicole ouverte du CBNBP avec les réservoirs de biodiversité du SRCE, car ces derniers sont multi-trames. Toutefois, les résultats issus des données flore et végétations permettent de créer un lien entre les réservoirs et les trames qui les définissent majoritairement. Ainsi, les réservoirs qui recoupent la trame calcicole ouverte flore et végétations ont une composante calcicole, et par conséquent des enjeux spécifiques pour les milieux calcaires. En complément, la trame flore et végétations sert de support pour affiner spatialement le contenu des vastes réservoirs du SRCE. **Pour**

résumé, le SRCE, construit à partir d'espaces reconnus pour leur qualité écologique mais non spécifique pour les réservoirs, de modélisation et de dires d'expert pour les corridors, représente les potentialités de présence des continuités écologiques à l'échelle régionale, alors que la trame flore et végétations, basée sur des données de terrain précises, correspond à l'expression réelle de continuités pour les taxons concernés.

Dans un second temps, seuls les corridors calcicoles (linéaires violets) et obstacles associés (points violets), sont projetés sur la trame calcicole ouverte flore et végétations (cf. Figure 10). Les axes routiers majeurs sont ajoutés pour information. La confrontation entre la trame calcicole ouverte flore et végétations et les corridors calcicoles du SRCE est particulièrement intéressante. Globalement, il existe une bonne adéquation entre les résultats du CBNBP et ceux du SRCE. Dans de nombreux cas, les corridors potentiels du SRCE hébergent réellement des végétations ou taxons floristiques calcicoles. Quant aux discordances, il arrive que la trame du CBNBP ne recoupe aucun corridor calcicole du SRCE, ou inversement qu'un corridor calcicole du SRCE n'appartienne pas à la trame calcicole ouverte flore et végétations. Compte tenu de la méthode utilisée pour établir le SRCE dans ce domaine¹⁴, plusieurs explications sont plausibles :

- **Cas numéro 1** : la trame flore et végétations ne recoupe aucun corridor calcicole du SRCE (ex : Fontainebleau, Évry) :
 - les cartes qui ont permis la modélisation du SRCE ne sont parfois pas assez fines pour révéler certains milieux de faible superficie. Les cartes pédologiques, lorsqu'elles sont disponibles numériquement (ex au 1 : 50 000^{ème} : carte de Chartres qui couvre une partie des Yvelines, carte générale de l'Île-de-France de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), carte de Seine-et-Marne en cours de levée), permettraient localement de pallier au problème ;
 - les cartes géologiques utilisées pour construire le SRCE sont hétérogènes, elles dépendent de l'année de levée et du géologue qui en est l'auteur. Par exemple, pour la continuité est-ouest de la forêt de Fontainebleau, des éboulis de calcaire d'Étampes recouvrent des sables de Fontainebleau mais n'apparaissent pas sur certaines cartes géologiques.
- **Cas numéro 2** : un corridor calcicole du SRCE n'appartient pas à la trame flore et végétations (ex : Val d'Oise et nord des Yvelines) :
 - soit ce corridor se situe dans un milieu calcaire dégradé que la flore et les végétations en présence ne permettent pas de révéler. Ce pourrait être le cas de zones très rudéralisées qui auraient évoluées vers des friches eutrophes par exemple, voire des zones de végétations entièrement plantées, ou le cas de milieux qui se seraient fermés et qui révéleraient plus aujourd'hui une trame calcicole arborée ou arbustive ;
 - soit ce corridor correspond à des secteurs que le CBNBP n'aurait pas cartographiés ou inventoriés.

14. Cf. SRCE T1, p72 : « Les corridors des habitats calcaires sont beaucoup plus stables et plus précis. Ils ont été tracés presque systématiquement le long des coteaux calcaires en s'appuyant au maximum sur les pelouses, prairies et friches calcaires connues. De longs passages en milieux boisés ont été intégrés dans ces corridors car l'expérience montre que les espèces végétales et les insectes des pelouses arrivent à se maintenir dans des micro-clairières, en lisière et le long des chemins forestiers, habitats trop petits pour être représentés dans notre occupation du sol et donc pour être pris en compte dans les AMS. »

Ainsi, la complémentarité des deux travaux montre qu'il est essentiel de croiser différentes sources d'information pour avoir une idée la plus exhaustive possible des continuités écologiques.

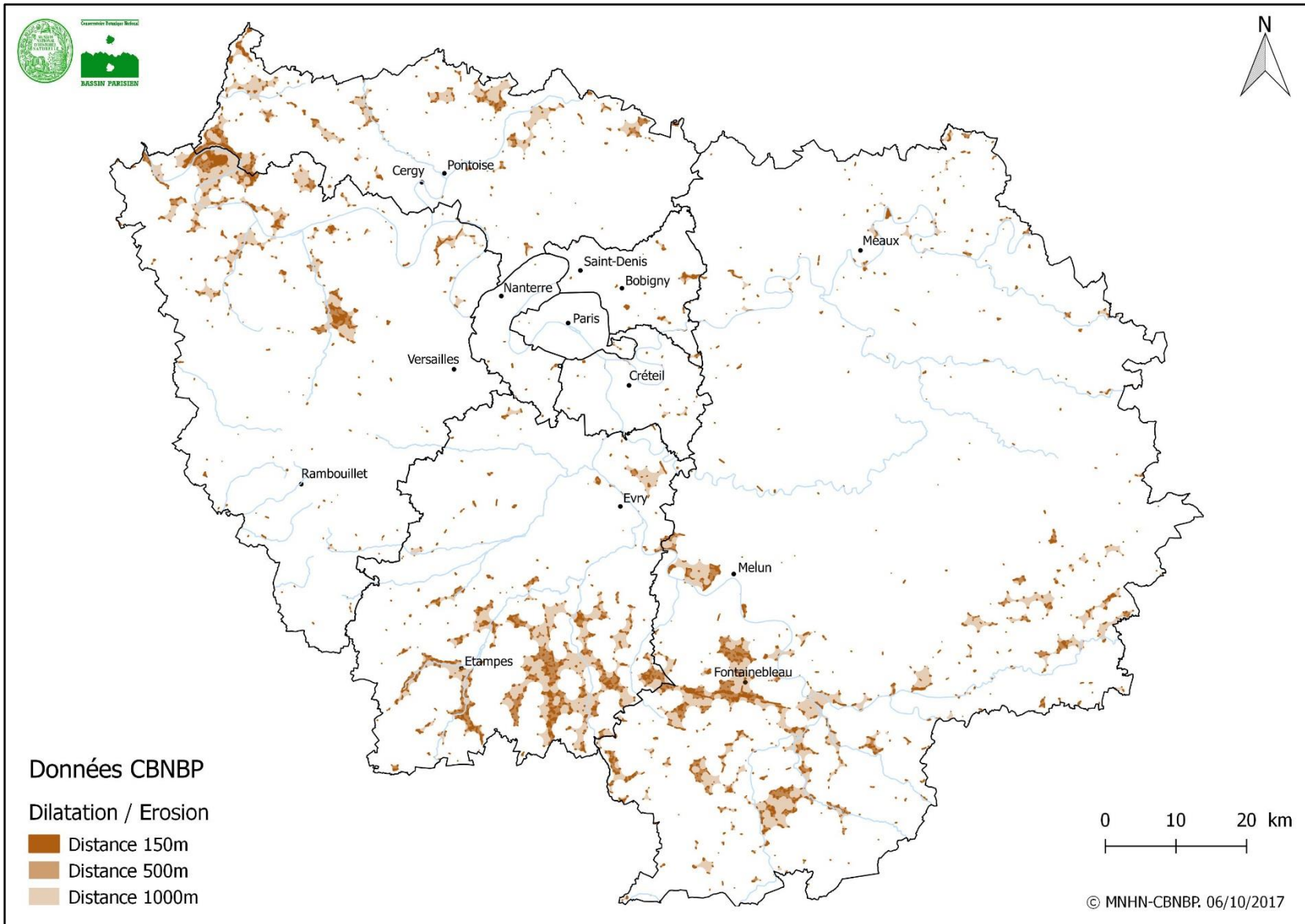


Figure 8 : Trame calcicole ouverte après application, sur les polygones flore et végétations, des trois distances (150m, 500m, 1000m) de dilatation/érosion.

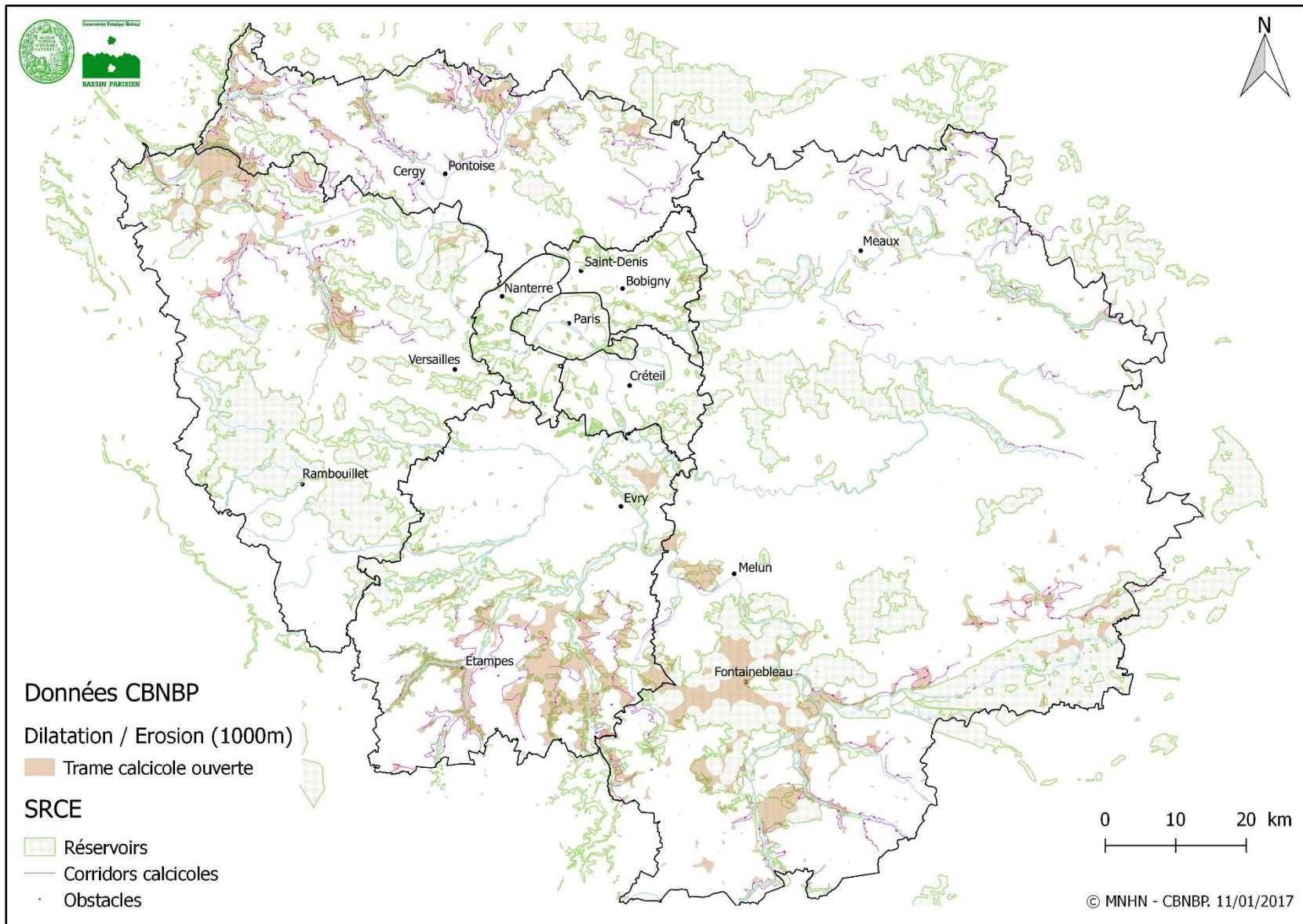


Figure 9 : Trame calcicole ouverte issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m), superposée aux réservoirs de biodiversité du SRCE Île-de-France, aux corridors calcicoles et aux obstacles associés.

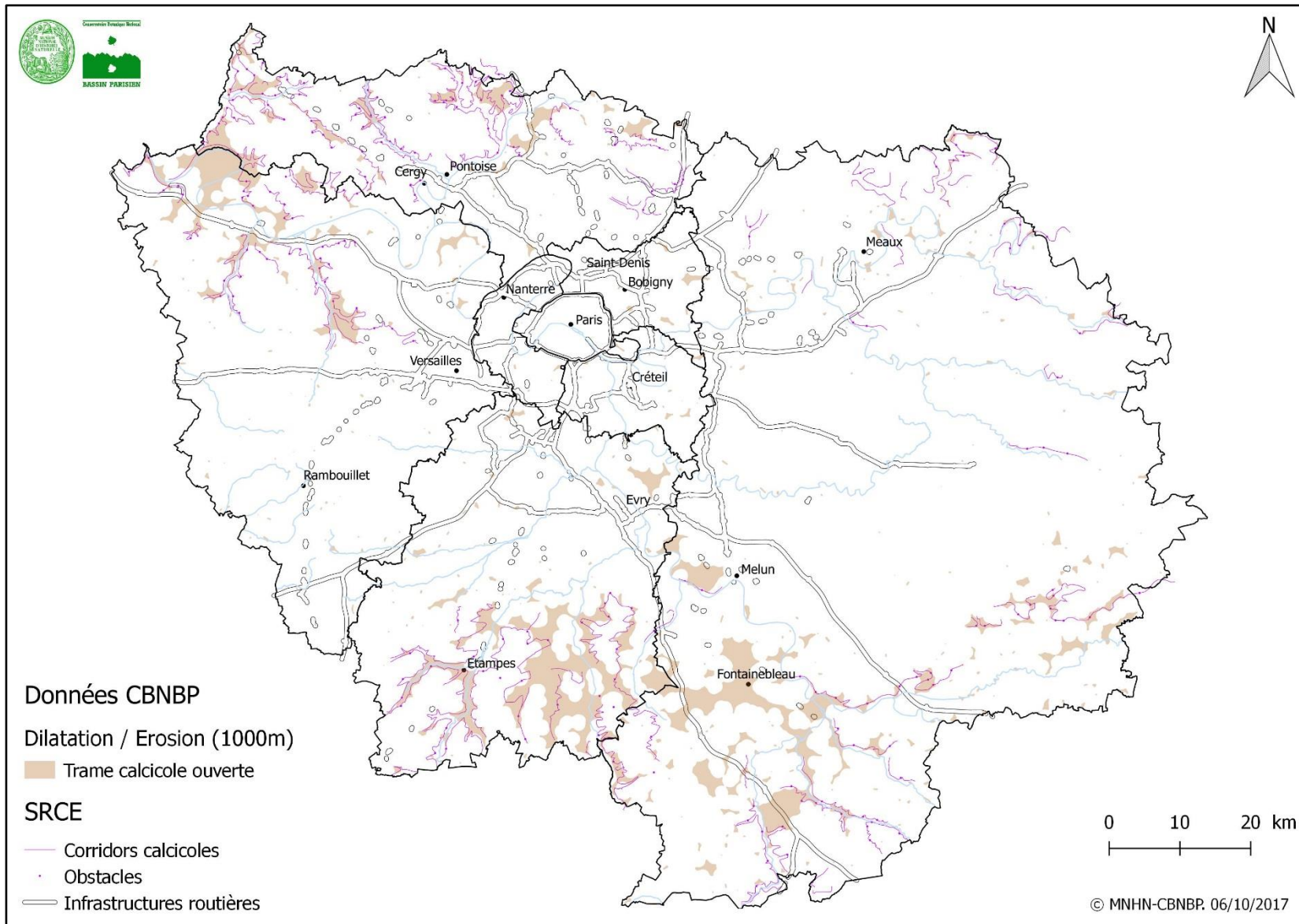


Figure 10 : Trame calcicole ouverte issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m), croisée avec les corridors calcicoles, les obstacles associés, et les infrastructures de transport majeures.

3.3 – Réflexions sur la hiérarchisation des enjeux

3.3.1. Déclinaison des trames en sous-trames

La trame calcicole ouverte est déclinable en différentes sous-trames (ST) et sous-sous-trames (SST) qui se basent sur des végétations spécifiques, identifiables dans les données dont le CBNBP dispose :

- ST pelouses calcicoles sèches ;
 - SST *Mésobromion* ;
 - SST *Xérobromion* ;
- ST pelouses sablo-calcaires ;
- ST ourlets.

À l'échelle des ST, la comparaison entre la ST pelouses calcicoles sèches (cf. Figure 11) et la ST pelouses sablo-calcaires (cf. Figure 12) met en évidence certains secteurs clefs de la trame calcicole ouverte.

La ST pelouses calcaires sèches se répartit largement en Île-de-France et constitue la majorité de la trame calcicole ouverte globale (cf. Figure 8). En effet, cette sous-trame porte sur plus des 2/3 des données flore et végétations de la trame calcicole ouverte. Par contre, la ST pelouses sablo-calcaires est principalement localisée dans la zone sud de la trame calcicole ouverte et dans les boucles de la Seine aval. Ainsi, la zone sud présente une fois encore de forts enjeux puisqu'elle se compose des deux sous-trames principales de la trame calcicole ouverte, sachant que l'une de ces sous-trames se trouve majoritairement dans ce secteur.

À l'échelle des SST, les tendances et conclusions se recourent avec celles des ST. Au sein de la ST pelouses calcaires sèches, le *Mésobromion* (cf. Figure 13) révèle une large répartition, comparable à celle de sa ST (dont elle constitue la majorité des données). Le *Xérobromion* (cf. Figure 14) se situe quant à lui plus spécifiquement dans la zone sud de la ST, mettant une fois de plus en évidence l'enjeu fort pesant sur ce secteur de la trame calcicole ouverte. De plus, les SST sont associées à une composition de la flore bien spécifique au sein de la trame, les polygones d'une même SST devant avoir des similarités floristiques relativement proches. Les enjeux des SST, notamment en termes de connectivité, sont donc particulièrement élevés, ce qui donne de la responsabilité aux territoires concernés par des trames aussi fines.

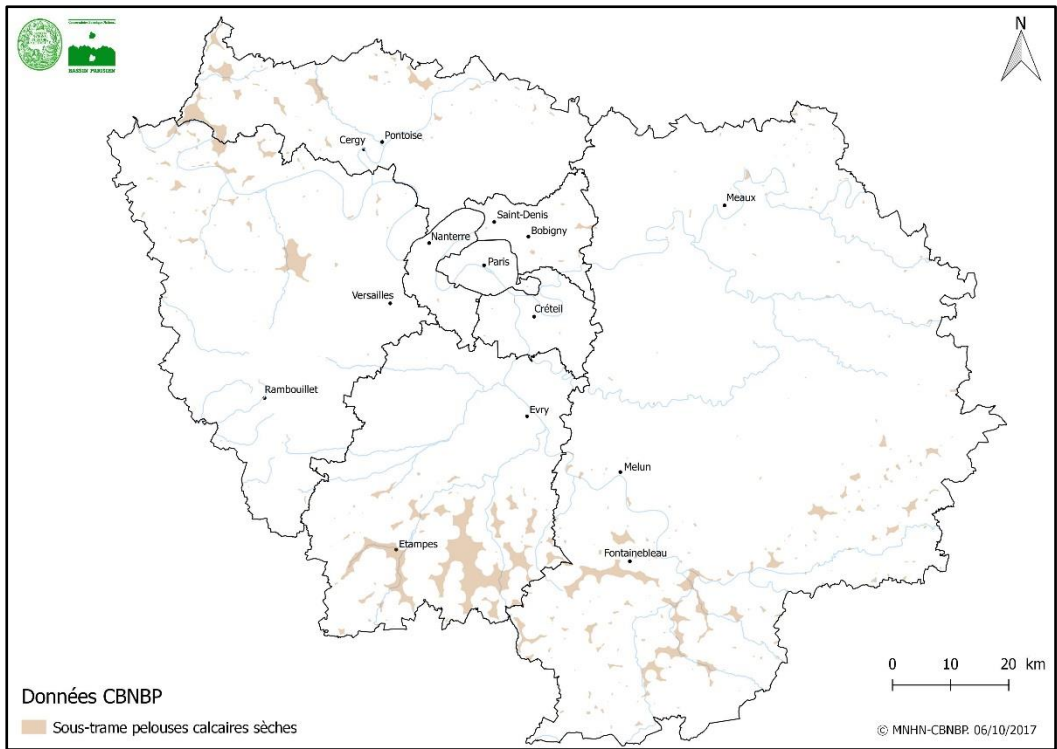


Figure 11 : Sous-trame des pelouses calcaires sèches issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).

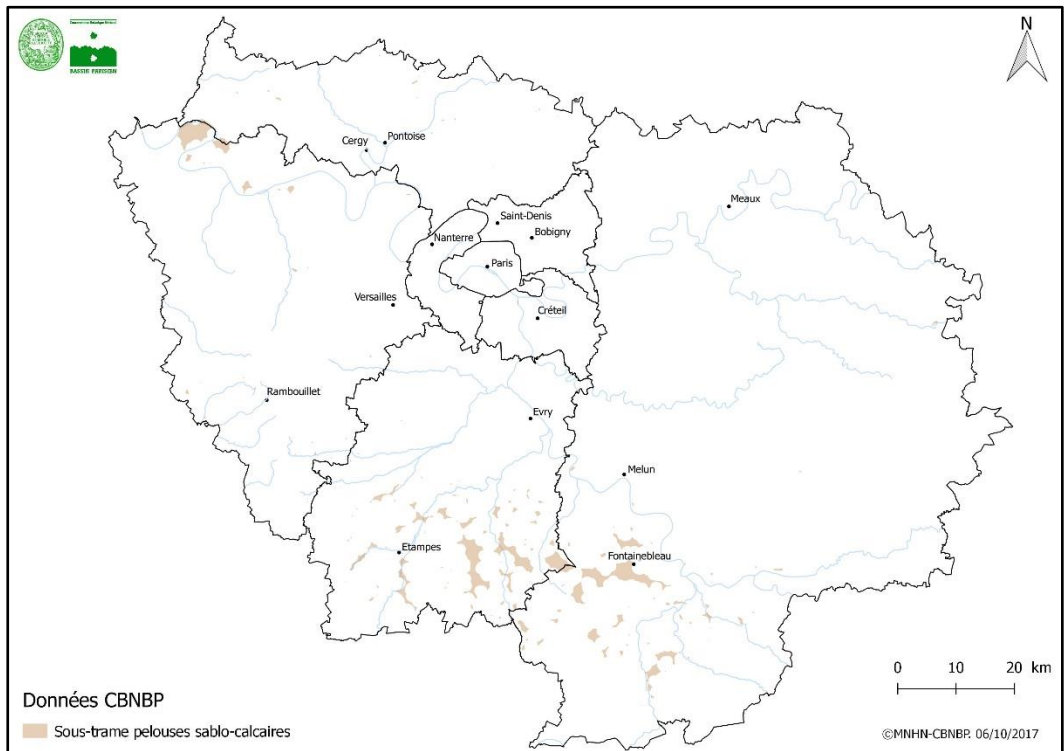


Figure 12 : Sous-trame des pelouses sablo-calcaires issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).

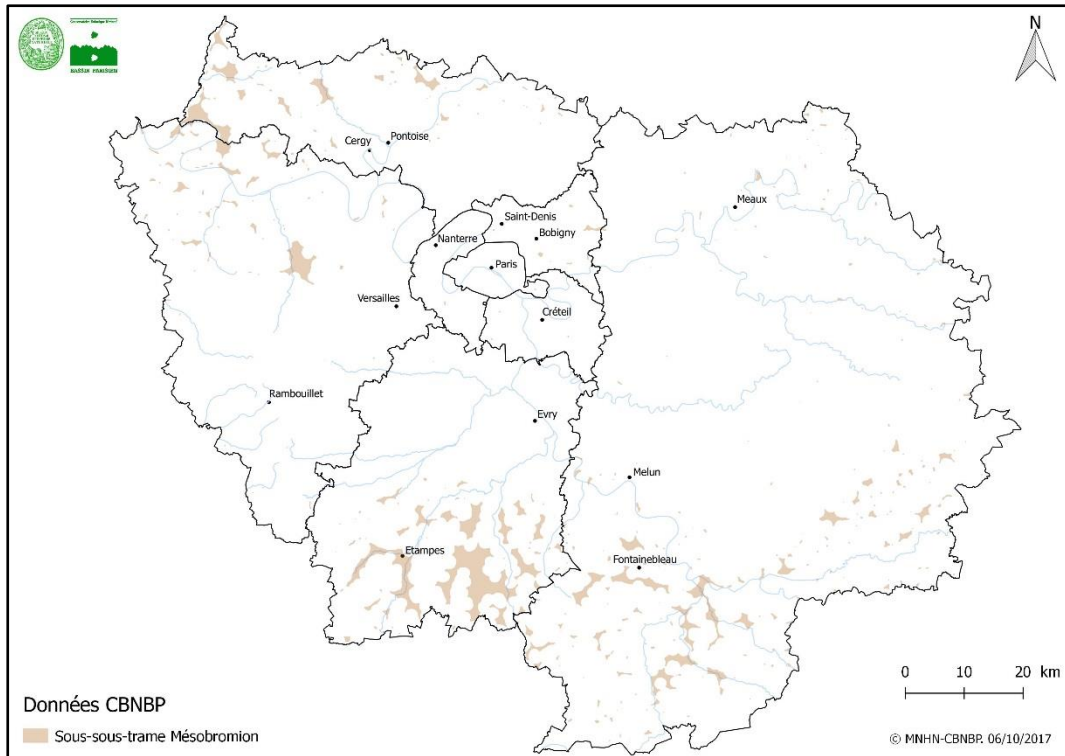


Figure 13 : Sous-sous-trame du Mésobromion issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).

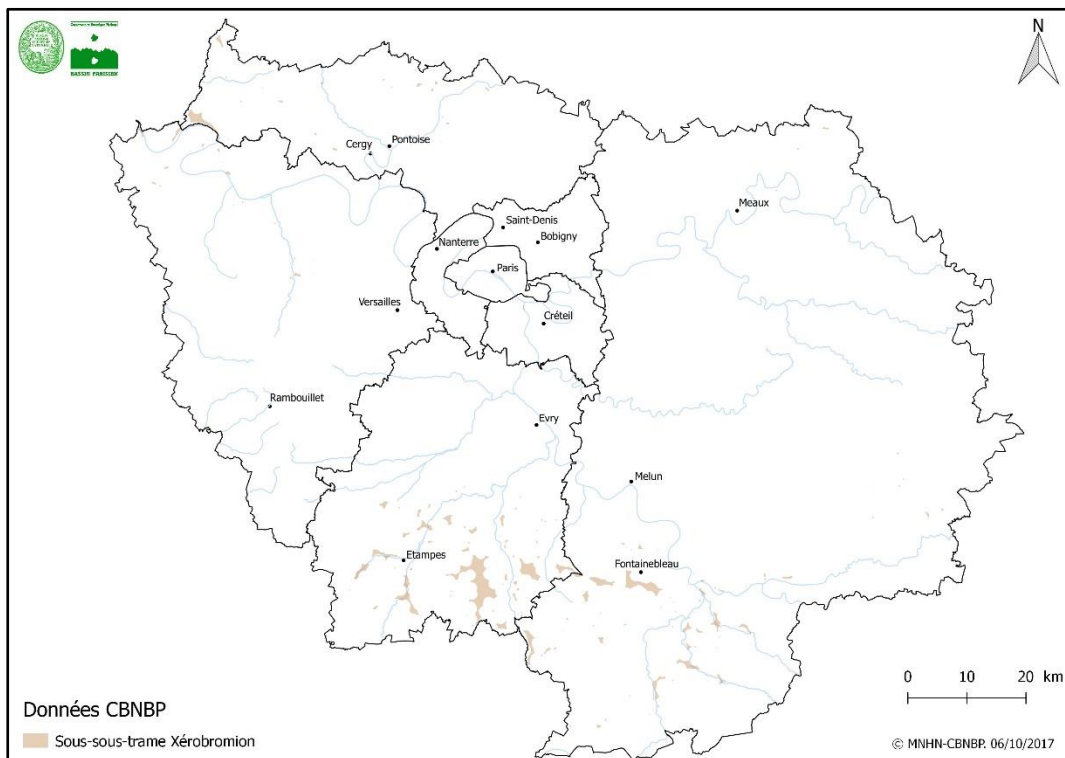


Figure 14 : Sous-sous-trame du Xérobromion issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m).

3.3.2. Prise en compte de la flore et des végétations à enjeux

À l'échelle régionale, les résultats portant sur les polygones flore et végétations, qu'ils soient avec ou sans enjeux, sont difficiles à lire. Un zoom sur la zone sud de la trame calcicole ouverte Île-de-France, en Essonne, est par conséquent proposé (cf. Figure 15).

Sur la zone Sud Essonne, la flore et les végétations à enjeux sont régulièrement présentes le long de la trame calcicole ouverte. Globalement, parmi l'ensemble des taxons/végétations sélectionnés dans cette trame, un fort pourcentage (48% pour la flore, 82% pour les végétations) sont patrimoniaux, ce qui explique pourquoi la trame comportent de nombreux polygones qui leur sont associés. Cependant, par endroit, la répartition en polygones avec des enjeux est plus dense. C'est le cas au centre de la Figure 15. Il serait intéressant de regarder si ce sont les mêmes taxons/végétations à enjeux qui suivent la continuité ou si ce sont des taxons différents, ce cas étant intéressant car la richesse calcicole à enjeux de la zone en serait elle aussi plus élevée.

Le statut des taxons Liste Rouge pourrait également être pris en compte, à savoir que plus un taxon est menacé, plus son poids dans la hiérarchisation des enjeux est important. Il est à noter qu'une Liste Rouge des végétations d'Île-de-France est en cours d'élaboration et sera à utiliser similairement par la suite.

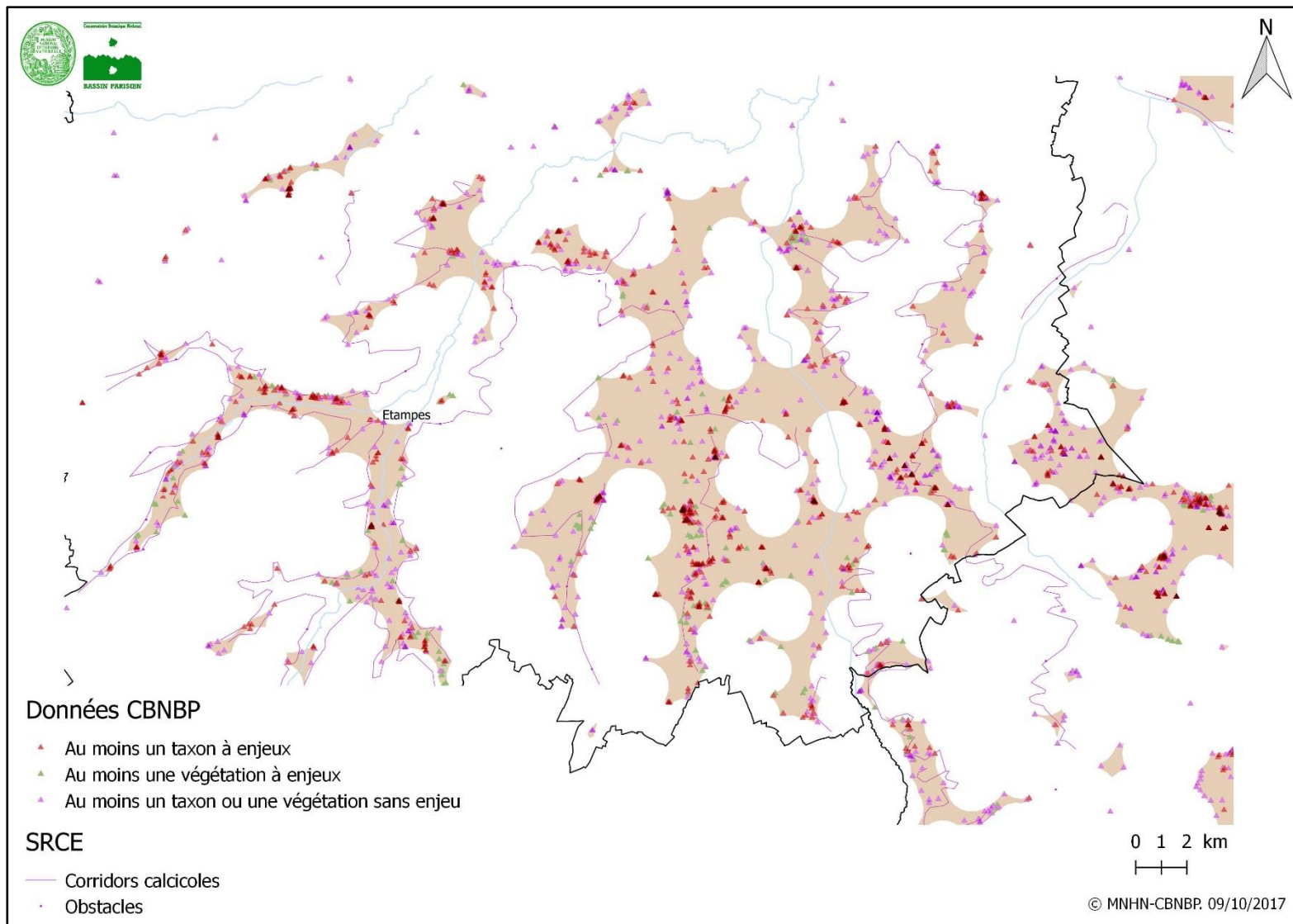


Figure 15 : Zoom sur la zone Sud, partie Essonne, de la trame calcicole ouverte d'Île-de-France issue des polygones flore et végétations (distance à 1000m). Localisation de la flore protégée et/ou menacée en rouge, des végétations d'intérêt régional en vert et de la flore et des végétations sans enjeu en violet.

3.4 – Échelle locale : approche au 1 : 25 000^{ème}

La trame calcicole ouverte est étudiée ici localement par un zoom sur Maisse, commune située au sud de l'Essonne, dans le Parc Naturel Régional (PNR) du Gâtinais Français.

3.4.1. Répartition des données de la trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse

Aux vues de son positionnement en périphérie du massif forestier de Fontainebleau, et plus spécifiquement dans le PNR du Gâtinais, Maisse est une commune riche en milieux, composée d'une mosaïque de milieux ouverts naturels ou agricoles, et de milieux boisés.

Les relevés flore et végétations qui y sont réalisés depuis les années 2000 sont présentés sur la Figure 16 ci-dessous.

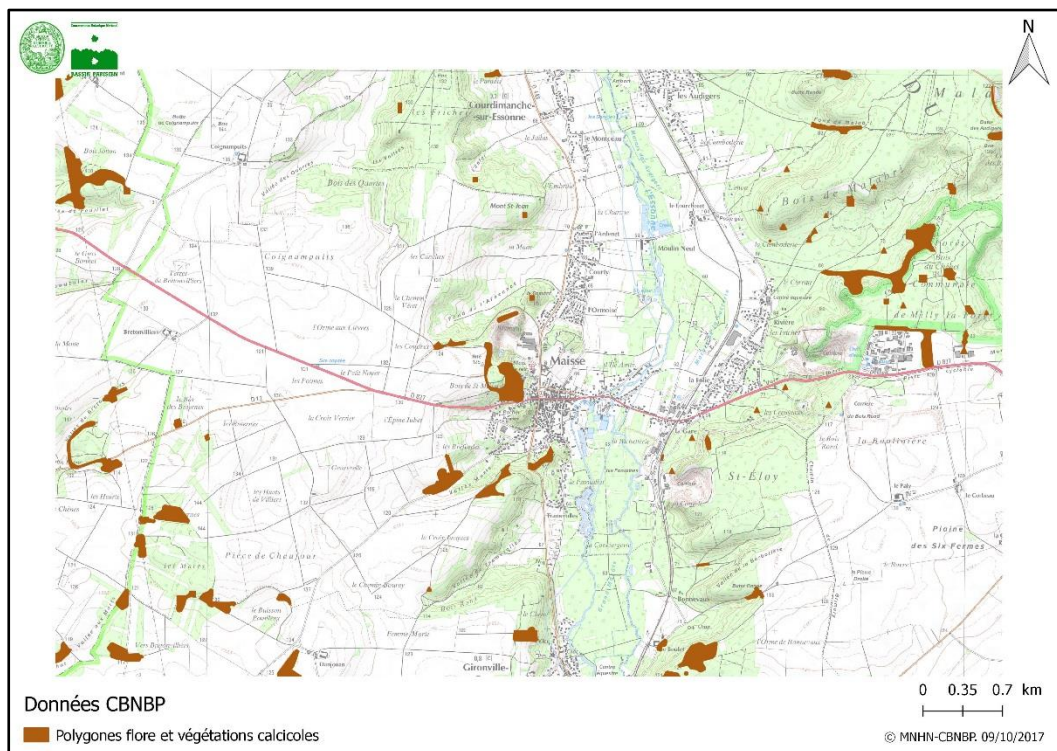


Figure 16 : Répartition dans la commune de Maisse des données flore et végétations de la trame calcicole ouverte.

La commune de Maisse est bien prospectée, même si les inventaires ne peuvent y être exhaustifs. Elle abrite plusieurs relevés calcicoles (en marron) qui correspondent à des données ponctuelles (triangle) ou à des inventaires plus ou moins étendus (polygones de différentes formes). Ces relevés se situent essentiellement dans les milieux forestiers de la carte IGN (utilisée comme support de couches pour améliorer la lecture des résultats).

3.4.2. Trame calcicole ouverte après dilatation/érosion à l'échelle de la commune de Maise

La trame obtenue après dilatation/érosion avec les trois distances 150m, 500m, 1000m est superposée au fond de carte IGN ciblé sur la commune de Maise (cf. Figure 17).

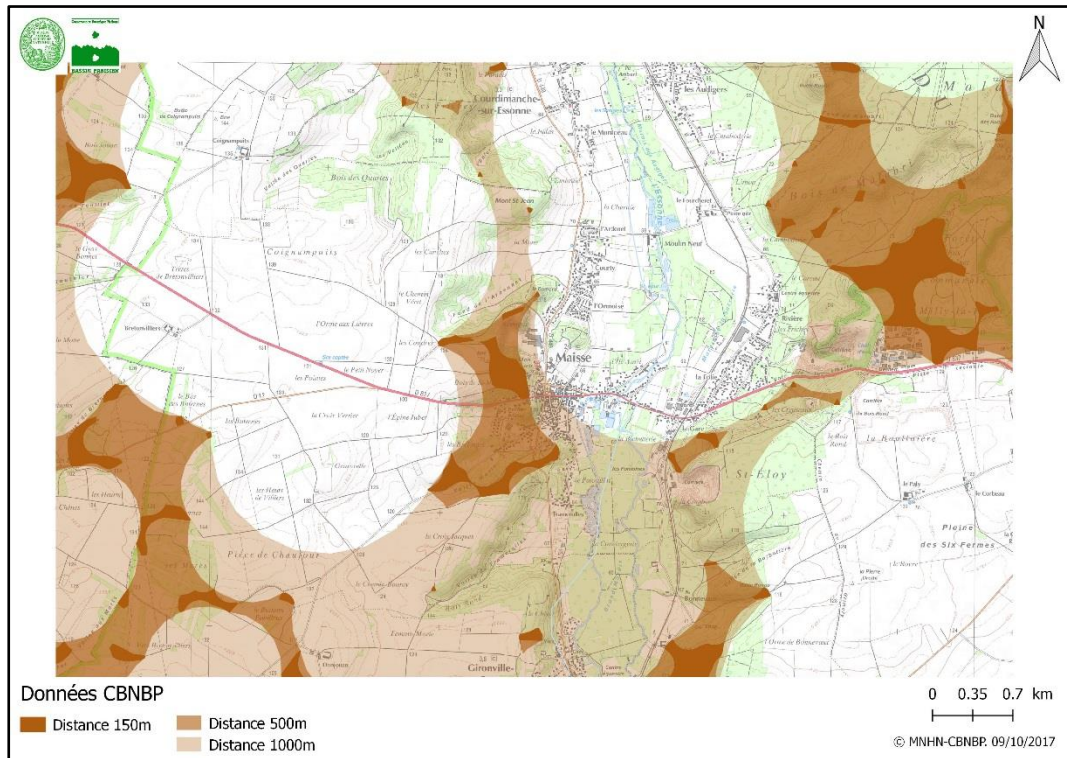


Figure 17 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maise après application, sur les polygones flore et végétations, des trois distances (150m, 500m, 1000m) de dilatation/érosion.

À l'échelle locale, près de 50% de la commune de Maise est recouverte par la trame calcicole ouverte. La distance de dilatation/érosion de 1000m semble grande pour un tel zoom, surtout pour les taxons faune et flore à faible dispersion. En effet, la trame calcicole traverse des zones agricoles très denses (ex : au sud-ouest), ou crée un lien entre des secteurs improbables : trame traversant de grandes zones agricoles, ou lien entre « la trame calcicole ouverte ouest » et « la trame calcicole ouverte est » traversant les zones humides de la vallée de l'Essonne. Toutefois, la continuité de 1000m peut toujours être empruntable par la faune, même si elle recoupe des milieux différents des pelouses calcicoles, ou pourquoi pas, être propice à une installation future ou passée de la flore calcicole. Une fois encore, il est important de confronter les résultats à d'autres types d'informations et aux dires d'experts avant d'invalider la continuité à cette échelle. Il peut donc être intéressant de garder la trame globale, même localement, dans un premier temps.

Les distances de dilatation/érosion de 150m et 500m correspondent davantage à la réalité, puisqu'elles dessinent la trame calcicole ouverte à proximité des inventaires de terrain. Les polygones de ces inventaires, regroupés en méta-sites, sont à calquer dessus (cf. Figure 18) ; ils y représentent les zones nodales, plus ou moins étroitement connectées entre elles par un corridor de moins de 300m (distance 150m) ou de moins de 1km de long (distance 500m). Zones nodales et corridors permettent alors de dégager, de manière synthétique, les secteurs à enjeux de la commune avec une forte probabilité de présence et densité de milieux calcicoles.

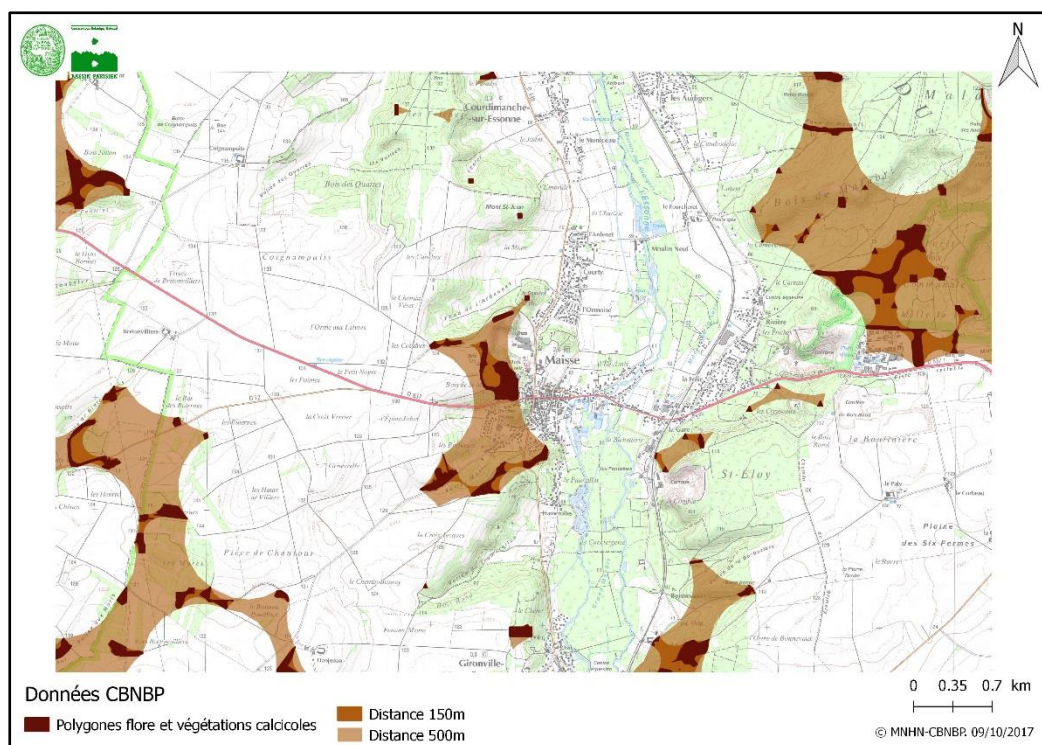


Figure 18 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse issue de la dilatation/érosion à 150m et 500m. Projection, sur la trame, des polygones flore et végétations, afin de définir les zones nodales et de les distinguer des corridors.

3.4.3. Trame calcicole ouverte, SRCE, et hiérarchisation des polygones flore et végétations calcicoles à l'échelle de la commune de Maisse

La trame calcicole ouverte globale obtenue par dilatation/érosion, le SRCE et les polygones flore et végétations calcicoles, sont superposés pour expliquer au mieux la configuration de la continuité calcicole à l'échelle communale (cf. Figure 19).

Dans la commune de Maisse, les réservoirs de biodiversité du SRCE englobe l'ensemble des milieux forestiers révélés par la carte IGN. Ils sont beaucoup moins précis que les zones nodales de la trame calcicole ouverte du CBNBP (méta-site en dégradé de bleu), et une fois encore non spécifique d'une trame. Il faut se rappeler également qu'ils ont été définis à partir de périmètres réglementaires ou institutionnels (Natura 2000, ZNIEFF, etc.), pas toujours en adéquation avec les réalités de terrain. Par conséquent, les données flore et végétations servent à créer un lien entre ces espaces réservoirs et la trame calcicole ouverte, et à les repréciser par des prospections de terrain.

Concernant les corridors, les résultats de la trame calcicole ouverte flore et végétations et ceux du SRCE concordent peu dans la commune de Maisse. Ils doivent être utilisés complémentaires, avec les précautions d'emploi qui s'imposent à l'échelle locale (vérification de terrain). Il est toutefois logique qu'au 1 : 25 000^{ème} certains corridors du SRCE n'apparaissent pas, car ces derniers ont été définis sur des cartes au 1 : 100 000^{ème}. Par contre, si les deux méthodes concordent, le corridor se justifie vraisemblablement. Dans le cas contraire, la méthode basée sur la flore et les végétations est plus précise aux vues des données qu'elle prend en compte. Cependant, la non-exhaustivité des inventaires est source de biais, ce qui nécessite d'aller plus loin dans l'analyse de la trame avec la

superposition d'autres cartes (ex : pédologie, trame boisée calcicole, fourrés...) et la planification d'inventaires complémentaires. De plus, les corridors tels que définis par la méthode de dilatation-érosion ne prennent pas en compte la perméabilité de la matrice entre les zones nodales ; ils pourraient être redéfinis, par photointerprétation par exemple, pour exclure les milieux *a priori* assez imperméables à la dispersion des taxons, tels que les milieux agricoles ou urbains. A l'inverse, les corridors pourraient être renforcés par la présence de milieux naturels et semi-naturels plus susceptibles d'offrir des relais pour la dispersion des taxons.

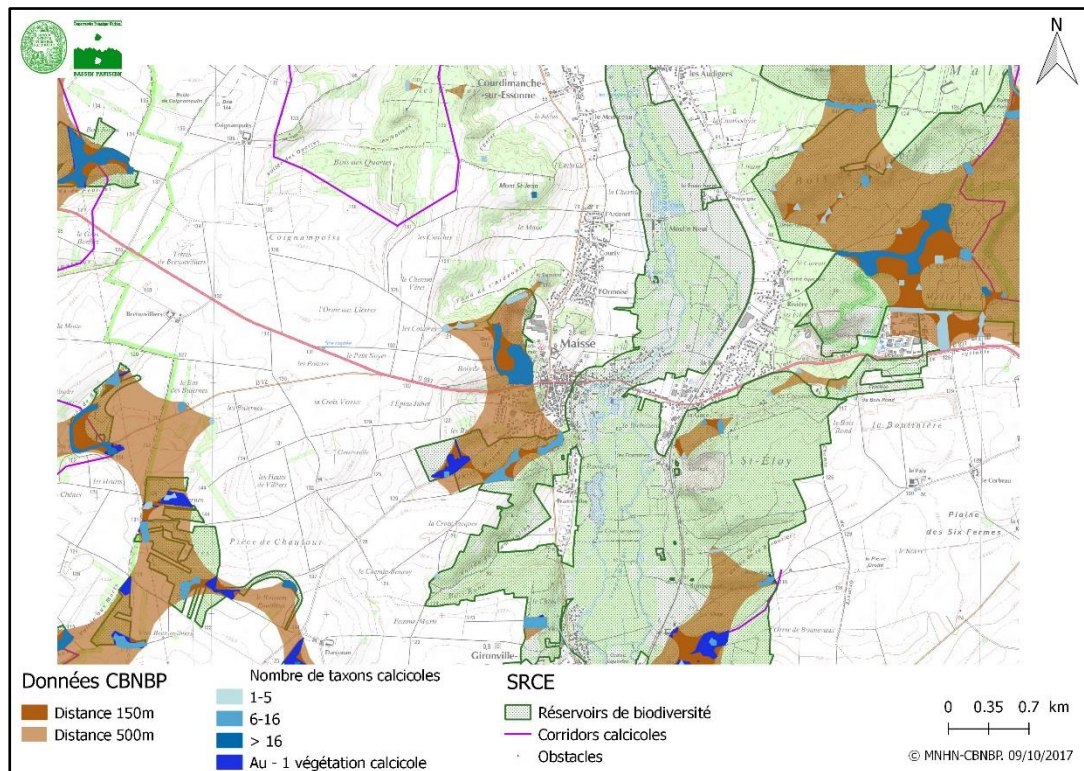


Figure 19 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse (distance à 150m et 500m), croisée avec le SRCE Île-de-France. Hiérarchie des polygones de la flore par le nombre de taxons calcicoles et ajout des polygones possédant au moins une végétation calcicole.

Sur le plan de l'évaluation des composantes de la TVB, à l'échelle du 1 : 25 000^{ème} et d'après les Figures 17 à 20, il ressort que les secteurs de Maisse avec les enjeux calcicoles les plus forts sont principalement localisés au sud-ouest, centre, et nord-est de la commune. Ces trois secteurs sont d'autant plus intéressants qu'ils possèdent une richesse calcicole plus élevée que dans le reste de la commune. En complément, ils abritent des taxons et végétations calcicoles à enjeux, ce qui donne un poids supplémentaire aux zones nodales qui les caractérisent. Ainsi, en regardant en parallèle les corridors, et les deux indicateurs de richesse taxonomique calcicole et de taxons/végétations calcicoles à enjeux (appliqués sur les zones nodales), il ressort une concordance importante entre la présence de corridors de moins de 1km de long, la richesse en taxons calcicoles et la présence de taxons et végétations calcicoles à enjeux. En résumé, les trois secteurs identifiés prioritairement dans cette évaluation se distinguent par leurs enjeux multiples : présence de plusieurs zones nodales à proximité, zones nodales avec plusieurs taxons/végétations calcicoles, zones nodales avec taxons/végétations calcicoles à enjeux.

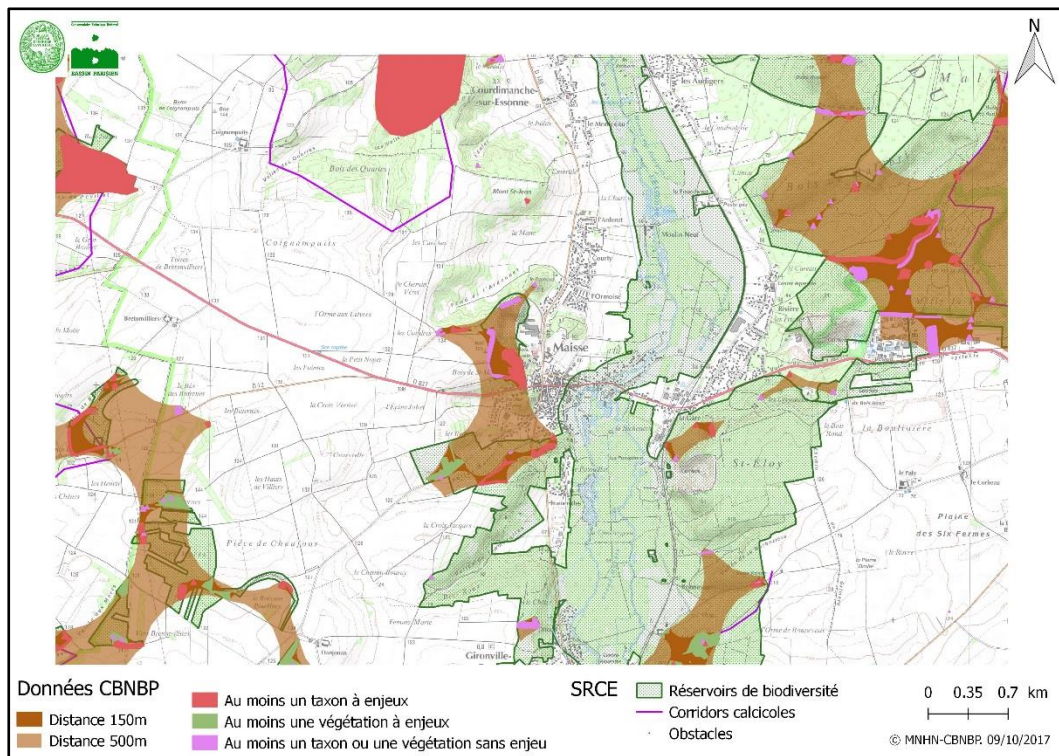


Figure 20 : Trame calcicole ouverte dans la commune de Maisse (distance à 150m et 500m). Localisation de la flore protégée et/ou menacée en rouge, des végétations d'intérêt régional en vert et de la flore et des végétations sans enjeu en violet.

4. – Guide d’usages

4.1 – Limites à connaître au préalable

La méthodologie développée par le CBNBP pour élaborer des continuités écologiques et alimenter la TVB comprend bien évidemment des limites qu’il est important de souligner et de garder en mémoire dans les différents usages qui seront faits des résultats obtenus.

Tout d’abord, il est important que l’échelle d’interprétation des résultats soit identique ou plus large que l’échelle de cartographie des données. Dans le cas de la flore et des végétations, la majorité des données ayant été cartographiées au 1 : 25 000^{ème}, il est déconseillé d’interpréter les cartes proposées à de plus grandes échelles de précision.

Ensuite, comme énoncé à plusieurs reprises, bien que le niveau de prospection de la flore régionale d’Île-de-France soit élevé, celui-ci est loin d’être exhaustif. Certaines données sont d’ailleurs déjà anciennes, et ne reflètent peut-être plus la réalité d’aujourd’hui. Pour les végétations, la couverture régionale est importante, mais une partie des données est photo-interprétée et non issue d’observations de terrain ce qui engendre une moins grande fiabilité de la présence effective de la végétation. De plus, chaque donnée ne fait l’objet que d’un seul passage ; l’occupation du sol a probablement évolué sur certains secteurs. Aussi l’absence de donnée ne signifie pas l’absence d’éléments de la trame ; et inversement, des éléments de la trame mis en évidence peuvent ne plus être d’actualité.

Autres limites, bien que la construction de la trame calcicole ouverte se base sur des étapes clefs qui ont nécessité des choix précautionneusement réalisés et argumentés, il reste néanmoins des sources de variations possibles dans la représentation cartographique de la trame dues au fait que :

- **la liste support des taxons est définie à dire d’experts.** Les taxons sélectionnés sont alors plus ou moins spécialistes par rapport aux milieux calcicoles. Certains se développent parfois dans d’autres milieux, c’est pourquoi il est utile d’examiner la richesse en taxons de la guilda dans les zones nodales car la présence d’un cortège important de taxons y indique une probabilité beaucoup plus forte de présence de la trame calcicole ouverte ;
- **la méthode d’identification des continuités ne se base que sur des mesures de distances** et ne prend pas en compte la perméabilité de la matrice, ni la présence d’obstacles au déplacement des taxons, ni les ruptures de continuités ;
- **les zones tampons dessinent des continuités qui, parfois, ne correspondent à aucune réalité de terrain qu’il convient donc de vérifier dans la mesure du possible.**

Pour finir, la trame calcicole ouverte de cette étude correspond à des données filtrées et synthétiques obtenues à partir des relevés flore et de la cartographie des végétations pour répondre aux problématiques de continuités écologiques. Ces données filtrées et synthétiques ne doivent pas être utilisées par raccourci dans d’autres types d’études, indépendantes de la thématique, et qui demanderaient de revenir aux données sources. La méthode proposée dans ce rapport apporte donc juste des premiers éléments de répartition des continuités écologiques en région Île-de-France, à

différentes échelles spatiales, à partir des données flore et végétations. Son objectif est de mettre en avant les secteurs avec des enjeux calcicoles forts et leur connectivité éventuelle.

4.2 – Usages pour le SRCE et la définition d'une TVB

Le travail réalisé par le CBNBP est compatible avec le SRCE (et la TVB en général). La comparaison des trames obtenues dans ces deux projets montre que les résultats se complètent, et que leurs différences s'expliquent par l'intermédiaire des sources de données qu'ils utilisent. Aussi, il est envisageable à partir de la trame calcicole ouverte flore et végétations :

- **d'affiner spatialement le contenu des réservoirs de biodiversité du SRCE ;**
- **de relier ces réservoirs aux trames qu'ils recourent** pour en préciser la nature, y compris de façon fine avec les sous-trames et sous-sous-trames, afin d'identifier la responsabilité de certains territoires pour la conservation de milieux à répartition géographique restreinte ;
- **de conforter certains corridors**, ou d'expliquer pourquoi ils n'apparaissent pas avec les données flore et végétations ;
- **de hiérarchiser l'importance en termes d'enjeux de conservation des composantes** des trames étudiées ;
- **de combler les lacunes, enjeux, et actions de connaissance du SRCE** (Sordello, 2016).

Dans la limite de ses compétences, le CBNBP peut s'inscrire dans la mise en place des actions qui sont à enclencher pour couvrir les principaux besoins du SRCE d'Île-de-France (cf. § 1.2 Cas du Schéma Régional de Cohérence Écologique). Le travail présenté dans ce rapport couvre déjà en partie le besoin de disposer de données naturalistes précises et localisées pour divers taxons et milieux naturels. De plus, certains projets du CBNBP portant sur les traits d'histoire de vie des taxons, et sur l'amélioration des données des milieux humides et aquatiques, pourraient se recouper avec les autres besoins. Par contre, il est encore difficile pour le CBNBP de proposer des indicateurs de suivi ; peu de réflexions ont été menées à ce propos en interne, mais le sujet pourrait être exploré plus en détail.

4.3 – Usages pour les territoires de projets

La TVB se décline localement et de manière opérationnelle dans les documents d'urbanisme des territoires, documents qui peuvent se présenter sous forme de chartes (ex : Parcs Naturels Régionaux, Pays, Plans paysagers), de documents de planification urbaine (SCOT, PLU, PLUi), et de grands projets de conception et de gestion (ex : infrastructures linéaires). Dans son plan d'action, le SRCE prévoit ainsi le développement d'un recueil de recommandations, cadrées dans un cahier des charges des études TVB, qui est ensuite intégré au document d'urbanisme d'un territoire spécifique. L'étude TVB devrait constituer alors l'une des premières étapes des documents d'urbanisme ; elle identifie les enjeux de biodiversité (taxons, habitats, fonctionnalité), les hiérarchise, et aboutit à la cartographie locale des continuités écologiques et des obstacles. Elle doit être mise en relation avec les autres thématiques traitées dans ces documents (ex : urbanisme, agriculture, tourisme). Le profil

des intervenants est par conséquent pluridisciplinaire, les compétences en écologie et les spécialistes devraient nécessairement être sollicités (Kuhn and Thiollière, 2015).

Concernant le travail du CBNBP plus particulièrement, un des aspects intéressants des données flore et végétations pour les documents d'urbanisme, repose sur leur disponibilité sur les territoires voisins, ce qui s'avère précieux dans la construction collective d'une stratégie territoriale. Il est préconisé d'ailleurs dans le SRCE de prendre *a minima* une zone tampon de 1km autour du périmètre de projet pour élaborer une trame (Zucca and Bernard, 2015). Par contre, la trame flore et végétations ne peut pas être appréhendée directement aux échelles locales associées aux documents d'urbanisme, qui concernent le 1 : 5000^{ème}, voire le 1 : 2000^{ème} (cas de certains PLU). Construite à une échelle plus large au même titre que le SRCE, cette trame sert juste de support pour la TVB locale, dont il s'agit de redéfinir le contour par croisement avec d'autres sources de données (ex : cartes de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), cartes pédologiques, cours d'eau et plans d'eau) et par des expertises de terrain complémentaires.

Ensuite, dans les limites d'utilisation des continuités écologiques du CBNBP aux échelles locales, et comme il a déjà été souligné précédemment, l'absence de composantes d'une trame ne signifie pas qu'il n'y a pas d'enjeu de continuités, mais qu'il n'y a pas d'enjeu flore et végétations particulier pour cette trame à large échelle (avec tous les biais du § 4.1). Pour les corridors plus spécifiquement, même si leurs représentations issues des trois distances de dilatation-érosion paraissent précises, ils ne doivent pas être interprétés comme des traits "exacts". Ces corridors ne donnent que des indications de probabilités de dispersion des taxons floristiques. Or il existe probablement des corridors qui sortent de ces enveloppes, même s'ils ne passent pas par le chemin le plus court.

Aussi, les polygones précis des données flore et végétations sont à intégrer aux analyses portant sur un territoire de projet pour évaluer le niveau de connaissance et la fonctionnalité de sa TVB locale (les données sont-elles suffisamment nombreuses, récentes, précises, homogènes ?), et ce en articulation avec les continuités écologiques obtenues à plus large échelle (ex : trame flore et végétations globale, trames du SRCE). Il est important d'y recenser les autres projets, CBNBP ou non, passés ou en cours, qui pourraient contribuer à une meilleure connaissance des enjeux. Ensuite, au regard des données mobilisables et des enjeux connus ou présumés, une nouvelle campagne de terrain est envisageable afin d'obtenir une information la plus exhaustive et réaliste possible de ce territoire. La méthode finale de diagnostic des continuités écologiques locales s'adaptera alors en fonction des éléments de réponse apportés au questionnement précédent, de la taille du territoire, de son niveau d'urbanisation, des financements de l'étude... Il n'existe pas de méthode prête à l'emploi aux plus fines échelles (même si certaines étapes sont reproductibles). Le dire d'expert (basé sur de l'expérience, du terrain, de l'analyse précise sous SIG), jouera un rôle prépondérant dans l'interprétation des résultats, dans l'analyse d'incidence et dans la préconisation de mesures de gestion (ex : mesures d'évitement, de réduction, de compensation) et/ou de moyens d'actions (ex : contrat nature trame verte et bleue) pour définir et préciser la TVB d'un territoire. Par exemple, dans le cas du travail sur la trame calcicole ouverte, celle-ci pourrait être couplée à une trame calcicole arbustive et arborée ; ces deux trames appartenant à la même série dynamique de végétation permettraient ainsi d'identifier des secteurs fermés à restaurer en milieux ouverts.

Conclusions - Perspectives

Le présent travail a permis de faire un tour d'horizon des projets du CBNBP portant sur la thématique des continuités écologiques et sur l'outil TVB. Les premiers travaux remontent à une dizaine d'années, et jusqu'à maintenant, la plupart d'entre eux ont été réalisés en Île-de-France. Leur synthèse a conduit à proposer une méthodologie permettant d'élaborer des continuités écologiques flore et végétations à l'échelle régionale. Les bases de données du CBNBP ont montré leur pertinence dans la réalisation de cette méthodologie, Flora par la grande quantité d'informations à disposition, et Habitat par la qualité et l'aspect novateur des données utilisées. La dilatation/érosion sur trois distances (150m, 500m, 1000m) autour des données flore et végétations, s'est imposée comme outil pour tracer des continuités, par son adéquation avec les données et sa facilité d'exécution. Les résultats obtenus confirment et complètent ceux du SRCE, en termes de cartographie notamment, et s'inscrivent dans le plan d'action stratégique de celui-ci. Ces résultats sont également déclinables localement (ex : à l'échelle des communes), mais avec beaucoup de prudence, selon certaines précautions d'emploi et des adaptations en fonction des territoires d'étude.

La trame calcicole ouverte s'est avérée être une très bonne candidate pour tester la méthodologie retenue dans ce travail. Sa liste de taxons et végétations, ainsi que le jeu de données associé, sont conséquents. Certains des taxons sont même protégés et/ou menacés, et certaines végétations d'intérêt régional en Île-de-France. Pour la suite, d'autres trames sont envisagées (Marais, tourbières et landes humides ; Gazons inondables ou amphibies ; Landes et pelouses acidiphiles sèches ; Prairies humides ou inondables ; Roselières, magnocariçaias et mégaphorbiaies ; Forêts ; Végétations aquatiques ; Messicoles). Toutefois, la méthode est difficilement reproductible sur les trames paucispécifiques, c'est-à-dire lorsque la liste de taxons est restreinte (ex : certaines végétations aquatiques avec moins de 10 taxons). Les relevés y sont peu nombreux, et dans le cas de relevé monospécifique, la présence d'un seul individu (éventuellement en marge écologique) ne révèle pas nécessairement la présence de la trame (d'autant plus si le taxon est généraliste). Dans ces cas de figure, l'idée sera de proposer une cartographie des taxons et végétations qui appartiennent à la trame, sans chercher à cartographier des continuités. Pour les milieux urbains, plus que la liste des taxons/végétations, c'est surtout le jeu de données flore et végétations, qui risque de faire défaut et d'être très incomplet. Des méthodes basées sur l'occupation du sol, et notamment une cartographie des espaces végétalisés, devraient au moins suffire à mettre en évidence quelques éléments de trames urbaines (Hüse et al., 2016). Les végétations pourraient dans cette optique être regroupées et simplifiées en types de milieux en présence (ex : végétations arborées/végétations herbacées) puisque beaucoup d'entre elles sont rudéralisées.

Par la suite, il sera également possible de réaliser des analyses diachroniques pour voir comment évolue la flore et les végétations des trames au cours du temps. Pour cela, il faudra réaliser des comparaisons entre les inventaires passés (antérieurs à 1980, 1990 ou 2000) et les inventaires modernes. L'hétérogénéité des prospections passées et le manque de données précises (données communales) risquent néanmoins de limiter les possibilités d'analyses et d'interprétation, comme il a été montré dans l'étude des Pays-de-la-Loire (Lacroix and Vallet, 2012). Le test à l'échelle du territoire

de projet sera peut-être plus concluant. En complément, les trames seront à comparer à des données d'autres groupes taxonomiques, notamment à des cartes de répartition d'insectes qui se révéleraient de bons candidats pour certaines trames. Cela permettrait de mesurer par un autre moyen la fonctionnalité des trames. D'ailleurs, cette fonctionnalité doit à terme être mesurable par des analyses de connectivité plus poussées que la simple utilisation de la distance par dilatation-érosion. Aucune méthode permettant d'évaluer la connectivité des trames dans leur ensemble n'a été proposée dans ce travail. Il conviendrait d'en proposer une adaptée aux données flore et végétations (ex : réseau de neurones, analyses de similarité floristique), notamment pour les TVB les plus locales et soumises à des projets d'aménagement.

Pour terminer, dans le cadre de ce programme en partenariat avec la DRIEE, la méthodologie générale de ce rapport est en cours d'application sur l'ensemble des 40 trames finalement sélectionnées par le CBNBP (cf. Annexe 4). La diffusion des couches géographiques associées est envisagée. Les résultats seront dès lors intégrables dans les TVB futures, ou dans les autres politiques compatibles. Quant à l'utilisation des résultats localement, les acteurs pourront se rapprocher du CBNBP en cas de doute ou de questions sur l'usage des couches d'informations géographiques afin d'éviter les erreurs d'interprétation et les conclusions hâtives.

Bibliographie

Adriaensen, F., Chardon, J.P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., Matthysen, E., 2003. The application of “least-cost” modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning* 64, 233–247. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00242-6](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00242-6)

Allag-Dhuisme, F., Amsallem, J., Barthod, C., Deshayes, M., Graffin, V., Lefeuvre, C., Salles, E., Barnetche, C., Brouard-Masson, J., Delaunay, A., Garnier, C., Trouvilliez, J., 2010. Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l’élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique [WWW Document]. URL /documentation/references-bibliographiques/guide-methodologique-identifiant-enjeux-nationaux (accessed 5.22.17).

Amsallem, J., Deshayes, M., Bonneville, M., 2010. Analyse comparative de méthodes d’élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. *Sciences Eaux & Territoires, Irstea* 3, 40–45.

Auvert, S., Filoche, S., Beylot, A., Hendoux, F., 2011. Liste rouge régionale de la flore vasculaire d’Île-de-France. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Azuelos, L., Renault, O., 2013. Les milieux naturels et les continuités écologiques de Seine-et-Marne, Attals de la biodiversité en Seine-et-Marne. *Illustria*, Paris.

Beier, P., Majka, D.R., Spencer, W.D., 2008. Forks in the Road: Choices in Procedures for Designing Wildland Linkages. *Conservation Biology* 22, 836–851. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00942.x>

Bennett, G., 1991. Vers un réseau écologique européen. Institut pour une Politique Européenne de l’Environnement, Arnhem.

Bernier, A., Théau, J., 2013. Modélisation de réseaux écologiques et impacts des choix méthodologiques sur leur configuration spatiale : analyse de cas en Estrie (Québec, Canada). *Vertigo - la revue électronique en sciences de l’environnement* 13. <https://doi.org/10.4000/vertigo.14105>

Bruckmann, S.V., Krauss, J., Steffan-Dewenter, I., 2010. Butterfly and plant specialists suffer from reduced connectivity in fragmented landscape. *Journal of Applied Ecology* 47, 799–809.

Cain, M.L., Milligan, B.G., Strand, A.E., 2000. Long-distance seed dispersal in plant populations. *American Journal of Botany* 87, 1217–1127.

Calabrese, J.M., Fagan, W.F., 2004. A comparison-shopper’s guide to connectivity metrics. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2, 529–536.

Chetkiewicz, C.-L.B., Clair, C.C.S., Boyce, M.S., 2006. Corridors for Conservation: Integrating Pattern and Process [WWW Document]. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110050>. URL <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110050> (accessed 1.20.17).

Cook, E.A., 2002. Landscape structure indices for assessing urban ecological networks. *Landscape and Urban Planning* 58, 269–280.

Couderchet, L., Amelot, X., 2010. Faut-il brûler les Znieff ? *Cybergeo : European Journal of Geography, Espace, Société, Territoire* 27.

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. Provence Alpes-Côte d'Azur, 2017. SRCE : comment l'intégrer dans mon document d'urbanisme ?

Duchesne, S., Bélanger, L., Grenier, M., Hone, F., 1998. Guide de conservation des corridors forestiers en milieu agricole. Service canadien de la Faune (région du Québec) et Fondation Les oiseleurs du Québec.

Fernez, T., Lafon, P., Hendoux, F., 2015. Guide des végétations remarquables de la région Ile-de-France. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Geneletti, D., 2004. A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an alpine valley. *Land Use Policy* 21, 149–160. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.09.005>

Haddad, N.M., Tewksbury, J.J., 2006. Impacts of corridors on populations and communities, in: Cambridge University Press. Kevin R. Crooks and M. Sanjayan, pp. 390–415.

Hernández, A., Miranda, M., Arellano, E.C., Saura, S., Ovalle, C., 2014. Landscape dynamics and their effect on the functional connectivity of a Mediterranean landscape in Chile. *Ecological Indicators* 48, 198–206.

Hüse, B., Szabó, S., Deák, B., Tóthmérész, B., 2016. Mapping an ecological network of green habitat patches and their role in maintaining urban biodiversity in and around Debrecen city (Eastern Hungary). *Land Use Policy* 57, 574–581.

Just, A., Gourvil, J., Millet, J., Boulet, V., Milon, T., Mandon, I., Dutrève, B., 2015. SIFlore, a dataset of geographical distribution of vascular plants covering five centuries of knowledge in France : Results of a collaborative project coordinated by the Federation of the National Botanical Conservatories. *PhytoKeys* 56, 47–60.

Kolb, A., 2008. Habitat fragmentation reduces plant fitness by disturbing pollination and modifying response to herbivory. *Biological Conservation* 141, 2540–2549.

Kolb, A., Diekmann, M., 2005. Effects of life history traits on responses of plant species to forest fragmentation. *Conservation Biology* 19, 929–938.

Kuhn, S., Thiollière, B., 2015. Mise en œuvre du SRCE Cahier des charges des études Trame verte et bleue dans les documents d'urbanisme Principes et termes de référence [WWW Document]. URL http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/srce-termes-reference-tvb_vdef_nov2015.pdf (accessed 5.22.17).

Lacroix, P., Vallet, J., 2012. Contribution au Schéma Régional de Cohérence Ecologique des Pays de la Loire. Caractérisation des sous-trames en termes de potentialités de présence de grands types de

végétations (Etude). Conservatoire botanique national du Bassin parisien et le Conservatoire Botanique National de Brest.

Lechner, A.M., Brown, G., Raymond, C.M., 2015. Modeling the impact of future development and public conservation orientation on landscape connectivity for conservation planning. *Landscape Ecology* 30, 699–713.

Lehane, F., 2015. Essai de définition d'une Trame Verte et Bleue en vallée de l'Orge aval. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Levey, D.J., Tewksbury, J.J., Bolker, B.M., 2008. Modelling long-distance seed dispersal in heterogeneous landscapes. *Journal of Ecology* 96, 599–608.

Linehan, J., Gross, M., Finn, J., 1995. Greenway planning: developing a landscape ecological network approach. *Landscape and Urban Planning* 33, 179–193.

Miroir, J., 2011. Note de synthèse : Programme Symbiose.

Mondion, J., 2014. Essai de définition de TVB en Basses vallées de l'Essonne et de la Juine. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Mondion, J., 2013. Vers une approche de Trame Verte et Bleue en val de Seine. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Mondion, J., 2011. Essai d'une Trame Verte simplifiée en Essonne. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Muratet, A., Lorrillière, R., Clergeau, P., Fontaine, C., 2013. Evaluation of landscape connectivity at community level using satellite-derived NDVI. *Landscape Ecol* 28, 95–105. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9817-1>

Nathan, R., 2006. Long-distance dispersal of plants. *Science* 313, 786–788.

Newman, B.J., Ladd, P., Brundrett, M., Dixon, K.W., 2013. Effects of habitat fragmentation on plant reproductive success and population viability at the landscape and habitat scale. *Biological Conservation* 159, 16–223.

Noss, R.F., Carroll, C., Vance-Borland, K., Wuerthner, G., 2002. A Multicriteria Assessment of the Irreplaceability and Vulnerability of Sites in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Conservation Biology* 16, 895–908. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01405.x>

Opdam, P., Steingröver, E., Rooij, S. van, 2006. Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. *Landscape and Urban Planning, Landscapes and sustainability* 75, 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.015>

Perriat, F., 2009. Synthèse de la convention entre GRTgaz Val de Seine, la Région Île-de-France et le CBNBP. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Roboüam, N., En cours. Contribution des données flore à la construction du Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Centre Val-de-Loire. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Orléans.

Rochelle, M., Harris, T., 2016. Bay Checkerspot Butterfly Dispersal Corridor Modeling for Coyote Ridge. *Baygeo Journal* 9.

Rouget, M., Cowling, R.M., Lombard, A.T., Knight, A.T., Kerley, G.I. h., 2006. Designing Large-Scale Conservation Corridors for Pattern and Process. *Conservation Biology* 20, 549–561. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00297.x>

Salvaudon, C., 2012. Inventaire de la flore sous les lignes électriques en Ile-de-France. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Singleton, P.H., Gaines, W.L., Lehmkühl, J.F., 2004. Landscape permeability for grizzly bear movements in Washington and southwestern British Columbia. *Ursus* 15, 90–103. [https://doi.org/10.2192/1537-6176\(2004\)015<0090:LPGFBM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.2192/1537-6176(2004)015<0090:LPGFBM>2.0.CO;2)

Sordello, R., 2016. Trame verte et bleue. Bilan technique sur la première génération des Schémas régionaux de cohérence écologique - Lacunes, enjeux et actions de connaissances [WWW Document]. URL http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/161216_-_besoins_et_actions_de_connaissance_srce_-_mnhn.pdf (accessed 8.8.17).

Thomson, F.J., Moles, A.T., Auld, T.D., Kingsford, R.T., 2011. Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. *Journal of Ecology* 99, 1299–1307.

Turcati, L., 2008. Impact de la fragmentation sur la structure des communautés végétales d'Île-de-France (Rapport de master 2). Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Vittoz, P., Engler, R., 2007. Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits. *Botanica Helvetica* 117, 109–124.

Wegnez, J., 2015. Programme de conservation de la Violette élevée (*Viola elatior* Fr.) et des prairies alluviales de la Bassée francilienne. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Wegnez, J., 2011. Domaine régional de Rougeau (Essonne et Seine-et-Marne). Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Wegnez, J., 2010a. Synthèse floristique du département des Yvelines. Muséum National d'Histoire Naturelle, Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Wegnez, J., 2010b. Forêt régionale de Bréviande (Seine-et-Marne). Etude des réseaux écologiques, préconisations de gestion et réflexion sur la mise en place d'un réseau de mares et d'îlots de sénescence. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Paris.

Zucca, M., Bernard, J.-L., 2015. Schéma régional de cohérence écologique de la région Île-de-France. Guide de lecture. Région Île-de-France/Natureparif/DRIEE, Paris.

Annexe 1 : Liste des études réalisées par le CBNBP en lien avec la thématique « continuités écologiques »

NUMERO	ETUDES	ANNEE	AUTEURS	DELEGATIONS	COMMANDITAIRES	EHELLES	FLORA	HABITAT	TRAMES / SOUS-TRAMES	OBJECTIFS
1	Synthèse de la convention entre GRTgaz Région Val de Seine, la Région Ile-de-France et le CBNBP	2009	PERRIAT Fabrice	Île-de-France	GRT Gaz	Linéaire : Gazoducs	x		. Boisée . Pelouses calcicoles . Humide	. Place des bandes de servitude dans la TVB . Enjeux patrimoniaux . Préconisations de gestion
2	Synthèse floristique du département des Yvelines	2010	WEGNEZ Jérôme	Île-de-France	CG 78	Département + Zone tampon de 15 km	x		. Pelouses calcicoles . Pelouses sablo-calcaires . Landes sèches et sables acidiphiles . Landes humides, tourbières et bas marais . Mares oligotrophes . Prairies alluviales de fauches	. TVB d'un département . Positionnement des communes face aux enjeux TVB
3	Forêt régionale de Bréviande (Seine-et-Marne) Etude des réseaux écologiques, préconisations de gestion et réflexion sur la mise en place d'un réseau de mares et d'îlots de sénescence	2010	WEGNEZ Jérôme	Île-de-France	AEV	Site : PRIF	x	x	. Habitats calcicoles . Landes sèches . Landes humides . Mares oligotrophes acidiphiles . Habitats forestiers . Habitats prairiaux . Cultures agricoles . Zones urbaines . Zones aquatiques	. Place d'un site au sein de la TVB . Mise en avant des espèces et végétations à enjeux . Préconisations de gestion
4	Expertise flore et habitat du domaine régional de Rougeau	2011	WEGNEZ Jérôme	Île-de-France	AEV	Site : PRIF	x	x	. Pelouses calcicoles . Landes sèches et des sables acidiphiles . Landes humides, tourbières et bas marais . Mares oligotrophes	. Place d'un site au sein de la TVB . Mise en avant des espèces et végétations à enjeux . Préconisations de gestion
5	Essai d'une Trame Verte simplifiée en Essonne	2011	MONDION Julien	Île-de-France	Essonne	Département + Zone tampon de 15 km	x		. Pelouses calcicoles . Pelouses sablo-calcaires . Pelouses sableuses acides et landes sèches . Mares oligotrophes . Roselières, végétations des eaux mésotrophes à eutrophes . Landes humides . Aulnaies marécageuses	. TVB d'un département . Positionnement des ENS acquis ou à acquérir
6	Inventaire de la flore sous les lignes électriques en Ile-de-France	2012	SALVAUDON Clémence	Île-de-France	RTE	Linéaire : Lignes à hautes tensions	x		. Pelouses calcicoles . Pelouses sablo-calcaires . Landes sèches et des sables acidiphiles . Landes humides, tourbières et bas-marais . Prairies alluviales . Mares oligotrophes . Milieux aquatiques mésotrophes à eutrophes	. Place des lignes à haute tension dans la TVB

NUMERO	ETUDES	ANNEE	AUTEURS	DELEGATIONS	COMMANDITAIRES	EHELLES	FLORA	HABITAT	TRAMES / SOUS-TRAMES	OBJECTIFS
7	Contribution au Schéma Régional de Cohérence Ecologique des Pays de la Loire. Caractérisation des sous-trames en termes de potentialités de grands types de végétations	2012	VALLET Jeanne	Sarthe	DREAL Pays-de-la-Loire	Pays-de-la-Loire	X		<ul style="list-style-type: none"> . Végétations aquatiques des eaux douces . Végétations aquatiques des eaux stagnantes, saumâtres et salées . Bas-marais . Prairies humides fauchées ou pâturées, mésotrophiles à eutrophiles . Prairies humides fauchées ou pâturées, oligotrophiles à mésotrophiles . Gazons amphibies et végétations des berges exondées . Végétations de ceinture des bords des eaux . Landes humides . Végétation des vases salées . Végétations des côtes rocheuses et plages de galets . Végétation des dunes côtières et plages de sable . Pelouses sèches calcaires et pelouses sablo-calcaires . Landes sèches . Pelouses sèches silicicoles . Végétations adventices des cultures et des vignes . Forêts alluviales, marécageuses ou tourbeuses et lisières humides . Forêts sèches à fraîches et ourlets sur sols acides à calcaires . Forêts et ourlets thermophiles sur sols calcaires 	<ul style="list-style-type: none"> . Mettre en évidence les principaux grands types de végétations constituant chaque sous-trame du SRCE . Cartographier à une échelle régionale les réseaux écologiques correspondant à ces grands types de végétations . Contribuer à l'identification des réservoirs de biodiversité à une échelle plus fine (1/100000)
8	Vers une approche de Trame Verte et Bleue en val de Seine	2013	MONDION Julien	Île-de-France	Essonne	Site : Vallée	x	x	<ul style="list-style-type: none"> . Milieux forestiers . Milieux herbacés . Zones humides 	<ul style="list-style-type: none"> . TVB d'une vallée en contexte urbain . Positionnement des ENS acquis ou à acquérir
9	Les milieux naturels et les continuités écologiques de Seine-et-Marne	2013	AZUELOS Laurent	Île-de-France	Seine-et-Marne	Département	x	x	<ul style="list-style-type: none"> . Pelouses calcicoles . Pelouses et landes sèches acides . Prairies alluviales et mégaphorbiaies . Tourbières, landes humides et bas-marais . Mares oligotrohes . Messicoles sur terrains calcaires 	<ul style="list-style-type: none"> . TVB d'un département . Positionnement des petites régions naturelles face aux enjeux TVB
10	Essai de TVB en Basses vallées de l'Essonne et de la Juine	2014	MONDION Julien	Île-de-France	Essonne	Site : Vallée	x	x	<ul style="list-style-type: none"> . Aulnaies-Frênaies . Aulnaies marécageuses . Milieux ouverts . Zones humides 	<ul style="list-style-type: none"> . TVB de vallées . Positionnement des ENS acquis ou à acquérir
11	Programme de conservation de la Violette élevée (Viola elatior Fr.) et des prairies alluviales de la Bassée	2015	WEGNEZ Jérôme	Île-de-France	GRT Gaz	Linéaire : Gazoducs	x	x	<ul style="list-style-type: none"> . Prairies alluviales 	<ul style="list-style-type: none"> . Etat et évaluation du réseau écologique dans la Bassée amont . Conservation des habitats à enjeux et de Viola
12	Essai de définition d'une trame verte et bleue en vallée de l'Orge Aval	2015	LEHANE Fiona	Île-de-France	CG 91	Site : Vallée	x	x	<ul style="list-style-type: none"> . Humide . Milieux ouverts . Forestière 	<ul style="list-style-type: none"> . TVB d'une vallée . Positionnement des ENS acquis ou à acquérir
13	Contribution des données flore à la construction du Schéma Régional de Cohérence Ecologique de la région Centre-Val-de-Loire	En cours	ROBOÛAM Nicolas	Centre-Val-de-Loire	DREAL Centre	Centre	x		<ul style="list-style-type: none"> . Milieux humides (hors habitats aquatiques des cours d'eau) . Pelouses et landes sèches à humides sur sols acides 	<ul style="list-style-type: none"> . Appui dans l'élaboration du SRCE régional
14	Programme Symbiose	En standby	MIROIR Jérémy	Champagne-Ardenne	Région Champagne-Ardenne	35 communes de la Marne	x		<ul style="list-style-type: none"> . Boisements . Zones humides 	<ul style="list-style-type: none"> . Mettre en place, sur une zone pilote, des aménagements simples dont l'intérêt sera identifié par le biais d'indicateurs . Identifier et concevoir des outils et des méthodes d'évaluation des performances «biodiversité» reproductibles et évaluables . Assurer la diffusion et la valorisation de l'expérience acquise sur ce territoire

Annexe 2: Liste des trames utilisées dans les études passées du CBNBP

Trame	Boisée	Herbacée calcaire	Autre Herbacée	Bleue	Agricole	Urbaine	Fréquence
Milieux forestiers/fermés	x						4
Milieux forestiers (hors boisements sur sols acides)	x						1
Aulnaies-Frênaies	x						1
Aulnaies marécageuses	x			x			2
Milieux herbacés/ouverts		x	x				3
Habitats prairiaux			x				1
Prairies alluviales			x	x			3
Prairies alluviales de fauches			x	x			1
Prairies alluviales et mégaphorbiaies			x	x			1
Pelouses sableuses acides et landes sèches			x				1
Pelouses et landes sèches à humides sur sols acides			x				1
Landes sèches			x				1
Landes sèches et sables acidiphiles			x				5
Habitats calcicoles		x					1
Pelouses calcicoles		x					6
Pelouses sablo-calcaires		x					3
Pelouses et lisières sèches sur sols calcaires		x					1
Milieux humides				x			6
Landes humides			x	x			2
Landes humides, tourbières et bas marais			x	x			5
Roselières, végétations des eaux mésotrophes à eutrophes				x			1
Milieux aquatiques mésotrophes à eutrophes				x			1
Zones aquatiques				x			
Mares oligotrophes				x			5
Mares oligotrophes acidiphiles				x			1
Cultures agricoles					x		1
Messicoles sur terrains calcaires					x		1
Zones urbaines						x	1

Annexe 3: Liste des végétations et taxons appartenant à la trame calcicole

Liste des végétations de la trame calcicole

ID_SYNTAXON	SYNTAXON	trame calcicole	pelouses calcaires sèches	xerobromion	mesobromion	pelouses sablo-calcaires	ourlets calcicoles
20110809181128Bau	Mesobromion erecti	1	1	0	1	0	0
20110809181204Bau	Xerobromion erecti	1	1	1	0	0	0
20110809181250Bau	Koelerio macranthae - Phleion phleoidis	1	0	0	0	1	0
20110809181694Bau	Sileno conicae - Cerastion semidecandri	1	0	0	0	1	0
20110809183121Bau	Alysso alyssoidis - Sedion albi	1	1	0	0	0	0
20110809183123Bau	Cerastietum pumili	1	1	1	0	0	0
20110809183127Bau	Helianthemo apennini - Sedetum acris	1	1	1	0	0	0
20110809183388Bau	Leontodontion hyoseroidis	1	1	0	0	0	0
20110809183467Bau	Geranion sanguinei	1	1	0	1	0	1

Liste des taxons de la trame calcicole

CD_REF	TAXON	trame calcicole	pelouses calcaires sèches	xerobromion	mesobromion	pelouses sablo-calcaires	ourlets calcicoles
80980	<i>Ajuga genevensis</i> L., 1753	1	0	0	0	0	0
81520	<i>Allium sphaerocephalon</i> L., 1753	1	1	1	0	0	0
81878	<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L., 1759	1	0	0	0	1	0
81923	<i>Alyssum montanum</i> L., 1753	1	0	0	0	0	0
82652	<i>Anemone pulsatilla</i> L., 1753	1	0	0	0	0	0
82903	<i>Anthericum liliago</i> L., 1753	1	1	1	0	0	0
82909	<i>Anthericum ramosum</i> L., 1753	1	1	0	1	0	0
83332	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop., 1772	1	0	0	0	0	1
83398	<i>Arabis sagittata</i> (Bertol.) DC., 1815	1	0	0	0	0	0
83584	<i>Arenaria grandiflora</i> L., 1759	1	0	0	0	1	0
83809	<i>Armeria arenaria</i> (Pers.) Schult., 1820	1	0	0	0	1	0
83953	<i>Artemisia campestris</i> L., 1753	1	0	0	0	1	0
84306	<i>Asperula cynanchica</i> L., 1753	1	1	0	1	0	0
84330	<i>Asperula tinctoria</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
84626	<i>Aster amellus</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
84869	<i>Astragalus monspessulanus</i> L., 1753	1	1	1	0	0	0
85774	<i>Berberis vulgaris</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
86136	<i>Bombycilaena erecta</i> (L.) Smoljan., 1955	1	0	0	0	0	0
86169	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng, 1936	1	0	0	0	0	0
86894	<i>Buglossoides purpureocaerulea</i> (L.) I.M.Johnst., 1954	1	0	0	0	0	1
86983	<i>Bunium bulbocastanum</i> L., 1753	1	0	0	0	0	0
87027	<i>Bupleurum baldense</i> Turra, 1764	1	0	0	0	0	0
87044	<i>Bupleurum falcatum</i> L., 1753	1	0	0	0	0	0
87620	<i>Campanula cervicaria</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
87652	<i>Campanula glomerata</i> L., 1753	1	1	0	1	0	0
87693	<i>Campanula persicifolia</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
88465	<i>Carex depauperata</i> Curtis ex With., 1787	1	0	0	0	0	1
88560	<i>Carex halleriana</i> Asso, 1779	1	1	1	0	0	0
88582	<i>Carex humilis</i> Leyss., 1758	1	0	0	0	1	0
88637	<i>Carex liparocarpos</i> Gaudin, 1804	1	0	0	0	1	0
88788	<i>Carex praecox</i> Schreb., 1771	1	0	0	0	1	0
89235	<i>Carthamus mitissimus</i> L., 1753	1	1	0	1	0	0
90278	<i>Cervaria rivini</i> Gaertn., 1788	1	0	0	0	0	1
91898	<i>Clinopodium acinos</i> (L.) Kuntze, 1891	1	0	0	0	0	0
92527	<i>Coronilla minima</i> L., 1756	1	1	1	0	0	0
94111	<i>Cytisus decumbens</i> (Durande) Spach, 1845	1	1	0	1	0	0
94716	<i>Dianthus carthusianorum</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
94945	<i>Digitalis lutea</i> L., 1753	1	0	0	0	0	1
96432	<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser, 1809	1	0	0	0	0	0
96456	<i>Epipactis muelleri</i> Godfery, 1921	1	0	0	0	0	1
97660	<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck., 1770	1	1	1	0	0	0
98334	<i>Festuca lemanii</i> Bastard, 1809	1	0	0	0	0	0
98358	<i>Festuca marginata</i> (Hack.) K.Richt., 1890	1	0	0	0	0	0
99028	<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. & Godr., 1847	1	1	1	0	0	0

CD_REF	TAXON	trame calcicole	pelouses calcaires sèches	xerobromion	mesobromion	pelouses sablo-calcaires	ourlets calcicoles
99244	Galatella linosyris (L.) Rchb.f., 1854	1	1	0	1	0	0
99429	Galium glaucum L., 1753	1	1	0	1	0	0
99511	Galium pumilum Murray, 1770	1	1	0	1	0	0
99810	Genista sagittalis L., 1753	1	0	0	0	1	0
99881	Gentiana cruciata L., 1753	1	0	0	0	0	1
99986	Gentianella germanica (Willd.) Börner, 1912	1	1	0	1	0	0
100149	Geranium sanguineum L., 1753	1	0	0	0	0	1
100338	Globularia bisnagarica L., 1753	1	1	0	1	0	0
100607	Gymnadenia conopsea (L.) R.Br., 1813	1	0	0	0	0	0
100896	Helianthemum apenninum (L.) Mill., 1768	1	1	1	0	0	0
100905	Helianthemum canum (L.) Baumg., 1816	1	1	1	0	0	0
100956	Helianthemum nummularium (L.) Mill., 1768	1	0	0	0	0	0
101315	Herminium monorchis (L.) R.Br., 1813	1	1	0	1	0	0
102842	Hippocrepis comosa L., 1753	1	1	0	1	0	0
103019	Hornungia petraea (L.) Rchb., 1838	1	0	0	0	1	0
103301	Hypericum montanum L., 1755	1	0	0	0	0	1
103631	Inula hirta L., 1753	1	0	0	0	0	1
104644	Koeleria macrantha (Ledeb.) Schult., 1824	1	0	0	0	1	0
104665	Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv., 1812	1	0	0	0	0	0
104680	Koeleria vallesiana (Honck.) Gaudin, 1808	1	1	1	0	0	0
104764	Lactuca perennis L., 1753	1	0	0	0	0	0
105076	Laserpitium latifolium L., 1753	1	0	0	0	0	1
105230	Lathyrus niger (L.) Bernh., 1800	1	0	0	0	0	1
106026	Limodorum abortivum (L.) Sw., 1799	1	0	0	0	0	1
106306	Linum leonii F.W.Schultz, 1838	1	1	0	1	0	0
106346	Linum tenuifolium L., 1753	1	1	0	1	0	0
107662	Medicago monspeliaca (L.) Trautv., 1841	1	0	0	0	1	0
107790	Melampyrum cristatum L., 1753	1	0	0	0	0	1
107851	Melica ciliata L., 1753	1	1	0	1	0	0
108617	Minuartia setacea (Thuill.) Hayek, 1911	1	0	0	0	1	0
109102	Myosotis stricta Link ex Roem. & Schult., 1819	1	0	0	0	1	0
110211	Ononis natrix L., 1753	1	1	0	1	0	0
110221	Ononis pusilla L., 1759	1	1	1	0	0	0
110345	Ophrys aranifera Huds., 1778	1	1	0	1	0	0
110392	Ophrys fuciflora (F.W.Schmidt) Moench, 1802	1	1	0	1	0	0
110410	Ophrys insectifera L., 1753	1	0	0	0	0	0
110801	Orchis anthropophora (L.) All., 1785	1	1	0	1	0	0
110920	Orchis militaris L., 1753	1	0	0	0	0	0
110987	Orchis simia Lam., 1779	1	0	0	0	0	0
111250	Oreoselinum nigrum Delarbre, 1800	1	0	0	0	0	1
111447	Orobanche alba Stephan ex Willd., 1800	1	1	0	1	0	0
111556	Orobanche gracilis Sm., 1798	1	1	0	1	0	0
111686	Orobanche teucroii Holandre, 1829	1	1	0	1	0	0
113090	Phelipanche arenaria (Borkh.) Pomel, 1874	1	0	0	0	1	0

CD_REF	TAXON	trame calcicole	pelouses calcaires sèches	xerobromion	mesobromion	pelouses sablo-calcaires	ourlets calcicoles
113099	Phelipanche purpurea (Jacq.) Soják, 1972	1	0	0	0	0	0
113219	Phleum phleoides (L.) H.Karst., 1880	1	0	0	0	1	0
113389	Phyteuma orbiculare L., 1753	1	1	0	1	0	0
114539	Polygala calcarea F.W.Schultz, 1837	1	1	0	1	0	0
114545	Polygala comosa Schkuhr, 1796	1	0	0	0	0	1
114612	Polygonatum odoratum (Mill.) Druce, 1906	1	0	0	0	0	1
115993	Prunella grandiflora (L.) Schöller, 1775	1	1	0	1	0	0
115998	Prunella laciniata (L.) L., 1763	1	1	0	1	0	0
117049	Ranunculus gramineus L., 1753	1	0	0	0	1	0
117986	Rosa agrestis Savi, 1798	1	0	0	0	0	1
118329	Rosa micrantha Borrer ex Sm., 1812	1	0	0	0	0	1
118521	Rosa spinosissima L., 1753	1	0	0	0	0	1
122162	Sedum forsterianum Sm., 1808	1	0	0	0	1	0
122998	Seseli annuum L., 1753	1	1	0	1	0	0
123037	Seseli montanum L., 1753	1	1	0	1	0	0
123071	Sesleria caerulea (L.) Ard., 1763	1	1	1	0	0	0
123448	Silene conica L., 1753	1	0	0	0	1	0
123577	Silene otites (L.) Wibel, 1799	1	0	0	0	1	0
125146	Stipa gallica Celak., 1883	1	1	1	0	0	0
126008	Teucrium montanum L., 1753	1	1	1	0	0	0
126159	Thalictrum minus L., 1753	1	0	0	0	0	0
126298	Thesium humifusum DC., 1815	1	1	0	1	0	0
127395	Trifolium montanum L., 1753	1	0	0	0	0	0
127463	Trifolium rubens L., 1753	1	0	0	0	0	1
127595	Trinia glauca (L.) Dumort., 1827	1	1	1	0	0	0
128803	Veronica austriaca L., 1759	1	0	0	0	0	0
128998	Veronica scheereri (J.-P.Brandt) Holub, 1973	1	0	0	0	0	0
129007	Veronica spicata L., 1753	1	0	0	0	1	0
129477	Vincetoxicum hirundinaria Medik., 1790	1	0	0	0	0	1
129674	Viola rupestris F.W.Schmidt, 1791	1	0	0	0	0	0
137190	Leontodon hispidus subsp. hyoseroides (Welw. ex Rchb.) Gremli, 1885	1	1	0	1	0	0
610580	Libanotis pyrenaica (L.) O.Schw arz, 1949	1	0	0	0	0	1
621080	Cirsium acaulon (L.) Scop., 1769	1	1	0	1	0	0
717224	Helictochloa pratensis (L.) Romero Zarco, 2011	1	0	0	0	0	0
103369	Hypochaeris maculata L., 1753	1	0	0	0	0	1
98334	Festuca lemanii Bastard, 1809	1	0	0	0	0	0
98358	Festuca marginata (Hack.) K.Richt., 1890	1	0	0	0	0	0
129674	Viola rupestris F.W.Schmidt, 1791	1	0	0	0	0	0

Annexe 4 : Liste des trames sélectionnées par le CBNBP pour les études futures

Numéro	Trame	Identifiant
1	Marais, tourbières et landes humides	MTLH
2	Bas-marais alcalins	MTLH-BMAL
3	Hauts-marais et landes tourbeuses acides	MTLH-HMLTAC
4	Landes humides	MTLH-LH
5	Gazons inondables ou amphibies	GIA
6	Substrats eutrophes riveraines	GIA-SER
7	Substrats eutrophes mouillères	GIA-SEM
8	Substrats oligotrophes acides	GIA-SOAC
9	Substrats oligotrophes alcalins	GIA-SOAL
10	Landes et pelouses acidiphiles sèches	LPAS
11	Landes sèches	LPAS-LS
12	Pelouses acidiphiles	LPAS-PA
13	Pelouses calcicoles et sablo-calcicoles sèches	PCSCS
14	Pelouses calcicoles très sèches et éboulis (Xérobromion)	PCSCS-PCTSE
15	Ourlets et fourrés calcicoles sèches	PCSCS-OFCS
16	Pelouses calcicoles sèches (Mesobromion)	PCSCS-PCS
17	Pelouses sablo calcicoles sèches	PCSCS-PSCS
18	Prairies humides ou inondables	PHI
19	Prairies de fauche mésotrophes à alcalines	PHI-PFMAL
20	Prairies humides oligotrophes acides	PHI-PHOAC
21	Prairies mésophiles	PM
22	Roselières, magnocariçaies et mégaphorbiaies	RMM
23	Magnocariçaies	RMM-M
24	Mégaphorbiaies mésotrophes à eutrophes et ourlets	RMM-MMEE
25	Roselières	RMM-R
26	Forêts	F
27	Forêts, marécageuses ou tourbeuses	F-FMT
28	Forêts alluviales et fraîches	F-FAF
29	Forêts mésophiles non acidiphiles	F-FMNAC
30	Forêts acidiphiles	F-FAC
31	Forêts calcicoles thermophiles	F-FCT
32	Végétations aquatiques	VA
33	Eaux mésotrophes à hypertrophes	VA-EMH
34	Eaux oligotrophes	VA-EO
35	Végétation annuelles	VAN
36	Végétations annuelles commensales des moissons	VAN-VACM
37	Acidiclinales	VAN-VACM-A
38	Calcicoles	VAN-VACM-C
39	Végétations annuelles et vivaces des zones anthropiques nitrophiles	VAN-VAVZAN
40	Friches	VAN-VAVZAN-F



Pour en savoir plus :

<http://www.cbnbp.mnhn.fr>

Le Conservatoire botanique national du Bassin parisien est un service scientifique du Muséum national d'Histoire naturelle.

Ses missions

- La **connaissance** de l'état et de l'évolution de la flore sauvage et des habitats naturels et semi-naturels.
- L'identification et la **conservation** des éléments rares et menacés de la flore et de la végétation *in situ* et *ex situ* ;
- La fourniture aux pouvoirs publics (État, Collectivités territoriales, Établissements publics...), aux gestionnaires et aux partenaires d'un **concours technique et scientifique** pouvant prendre la forme de missions d'expertise ;
- L'**information** et l'**éducation** du public à la connaissance et à la préservation de la diversité végétale.

Sa labellisation

- un agrément national conféré par le ministère en charge de l'environnement (JO du 07/07/1998, JO du 26/12/2003, JO du 17/05/2010) ;

Le Conservatoire intervient sur un périmètre constitué de quatre régions (Bourgogne, Centre, Champagne-Ardenne, Île-de-France), correspondant au cœur du Bassin parisien.



Contacts

Conservatoire botanique national du Bassin parisien

Muséum national d'Histoire naturelle

Directeur : Frédéric Hendoux

Directeur scientifique adjoint : Sébastien Filoche
61, rue Buffon - CP53

75005 PARIS

Tél. : 01 40 79 35 54 - Fax : 01 40 79 35 53

E-mail : cbnbp@mnhn.fr

Délégation Bourgogne

Responsable : Olivier Bardet

Maison du Parc Naturel Régional du Morvan
58230 SAINT-BRISSON

Tél. : 03 86 78 79 60 - Fax : 03 86 78 79 61

E-mail : obardet@mnhn.fr

Délégation Centre

Responsable : Jordane Cordier

DREAL Centre - BP6407

5, avenue Buffon - 45064 ORLEANS Cedex 2

Tél. : 02 36 17 41 31 - Fax : 02 36 17 41 30

E-mail : jcordier@mnhn.fr

Délégation Champagne-Ardenne

Responsable : Frédéric Hendoux

30, Chaussée du Port - CS 50423

51035 CHALONS-EN-CHAMPAGNE CEDEX

Tél. : 03 26 65 28 24

E-mail : hendoux@mnhn.fr

Délégation Île-de-France

Responsable : Jeanne Vallet

61, rue Buffon - 75005 PARIS

Tél. : 01 40 79 56 47 - Fax : 01 40 79 35 53

E-mail : jvallet@mnhn.fr