

Schéma Régional de Cohérence Écologique

Volume 2

Elaboration de la Trame Verte et Bleue



Agence de l'eau
Rhé-Meuse



l'Europe
s'engage
en Lorraine
avec le FEDER



Union européenne



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
LORRAINE



La Région
Lorraine

SRCE DE LORRAINE ÉLABORATION DE LA TVB

Version adoptée

Composition du SRCE

Volume 1
**Diagnostic
et enjeux régionaux**

Volume 2
Élaboration de la TVB

Volume 3
**Plan d'Action
Stratégique (PAS)**

Volume 4
Atlas cartographique



Septembre 2015

Photos : © Ecosphère sauf mention contraire



Sommaire

1. Continuités écologiques et Trame Verte et Bleue.....	3
1.1. Petit glossaire des éléments constitutifs du réseau écologique du SRCE.....	4
1.2. Importance des continuités écologiques pour la biodiversité.....	6
2. Méthodologie pour l'élaboration de la TVB.....	9
2.1. Étape 1 : disposer de la meilleure occupation du sol possible.....	10
2.1.1. Données générales.....	10
2.1.2. Sources de données principales.....	12
2.1.3. Données produites spécifiquement pour l'étude.....	17
2.1.4. Infrastructures de transport.....	22
2.1.5. Synthèse sur l'occupation du sol.....	26
2.2. Étape 2 : définir la stratégie en matière de réservoirs de biodiversité.....	27
2.2.1. Espaces intégrés automatiquement à la TVB.....	29
2.2.2. Réservoirs de Biodiversité retenus après analyse.....	30
2.2.3. Commentaires sur les choix opérés.....	32
2.2.4. Réservoirs de biodiversité potentiels relevant du niveau infrarégional.....	33
2.2.5. Choix pour les régions et pays limitrophes.....	34
2.3. Étape 3 : définir les perméabilités.....	35
2.3.1. Sélection des sous-trames.....	35
2.3.2. Méthode d'analyse des perméabilités.....	36
2.3.3. Étude des perméabilités par coût-déplacement.....	37
2.4. Étape 4 : définir les corridors écologiques.....	44
2.5. Étape 5 : relever les obstacles.....	48
3. Analyse succincte des continuités écologiques de Lorraine.....	50
3.1. Analyse des continuités écologiques pour la Trame Verte.....	51
3.1.1. Analyse des continuités écologiques pour les milieux forestiers.....	51
3.1.2. Analyse des continuités écologiques pour les milieux herbacés.....	53
3.1.3. Analyse des continuités écologiques pour les milieux thermophiles.....	54
3.1.4. Analyse des continuités écologiques pour les milieux humides et alluviaux.....	54
3.2. Analyse des continuités écologiques pour la Trame Bleue.....	56
3.3. Analyse des liens avec les régions et pays périphériques.....	57
4. Atlas cartographique.....	61





Table des tableaux

Tableau 1 : mares et plans d'eau.....	15
Tableau 2 : crues décennales.....	19
Tableau 3 : classification pour les réseaux de transport.....	23
Tableau 4 : gestion des croisements.....	24
Tableau 5 : occupation du sol.....	26
Tableau 6 : espaces intégrés automatiquement dans la TVB.....	29
Tableau 7 : espaces retenus au cas par cas.....	31
Tableau 8 : liste des guildes et espèces cibles utilisées pour les différentes sous-trames...39	
Tableau 9 : coefficients de résistance.....	42
Tableau 10 : les coefficients de résistance de la guildes des grands mammifères de la sous-trame des milieux forestiers.....	43

Table des cartes

Carte 1 : sous étape 1 – identifier les perméabilités.....	44
Carte 2 : sous étape 2 – définir des priorités.....	45
Carte 3 : sous étape 3 – tracer les corridors.....	46
Carte 4 : sous étapes 3, 4 et 5 – représenter les corridors.....	47
Carte 5 : Synthèse des Trames Verte et Bleue à l'échelle des régions Alsace, Champagne-Ardenne, Franche-Comté et Lorraine.....	59

Atlas cartographique

Carte A : Occupation du sol.....	63
Carte B : Réservoirs surfaciques.....	64
Carte C : Réservoirs-corridors.....	65
Carte D : Réservoirs de biodiversité.....	66
Carte E : Sous-trame des milieux forestiers.....	67
Carte F : Zones de perméabilité des milieux forestiers.....	68
Carte G : Zones de perméabilité et corridors des milieux forestiers.....	69
Carte H : Sous-trame des milieux prairiaux.....	70
Carte I : Zones de perméabilité des milieux prairiaux.....	71
Carte J : Zones de perméabilité et corridors des milieux herbacés.....	72
Carte K : Sous-trame des milieux thermophiles.....	73
Carte L : Zones de perméabilité des milieux thermophiles.....	74
Carte M : Zones de perméabilité et corridors des milieux thermophiles.....	75
Carte N : Sous-trame des milieux humides et alluviaux.....	76
Carte O : Zones de perméabilité des milieux humides et alluviaux.....	77
Carte P : Zones de perméabilité et corridors des milieux humides et alluviaux.....	78
Carte Q : Perméabilités et corridors écologiques – synthèse.....	79
Carte R : Schéma de synthèse de la TVB Lorraine.....	80
Carte S : Principaux obstacles au droit des corridors et des réservoirs-corridors.....	81

1. Continuités écologiques et Trame Verte et Bleue





La Trame Verte et Bleue (TVB) a pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural¹.

La Trame Verte et Bleue est le réseau écologique formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées au travers de démarches de planification ou de projet à chaque échelle territoriale pertinente. C'est un outil d'aménagement durable du territoire. Les continuités écologiques constituant la Trame Verte et Bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques.

La Trame Verte et Bleue contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle doit permettre aux espèces animales et végétales de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation.

Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) est le volet régional d'un projet national issu du Grenelle de l'environnement qui vise la mise en œuvre de la Trame Verte et Bleue. Il s'agit d'un document cadre qui a pour objet principal la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. Sa rédaction est copilotée par la Région Lorraine et l'État et il contient² notamment les documents suivants.

- Un **résumé non technique**.
- Un **diagnostic du territoire régional** et une présentation des **enjeux** relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques à l'échelle régionale.
- Un volet présentant les **continuités écologiques** retenues pour constituer la Trame Verte et Bleue régionale et identifiant les réservoirs de biodiversité et les corridors qu'elles comprennent.
- Un **plan d'action stratégique**.
- Un **atlas cartographique**, comprenant notamment une cartographie de la Trame Verte et de la Trame Bleue à l'échelle du 1/100.000e..
- Un **dispositif de suivi** s'appuyant sur des indicateurs pour permettre l'évaluation de la mise en œuvre du schéma et des résultats obtenus.

1.1. Petit glossaire des éléments constitutifs du réseau écologique du SRCE

Les concepts ont parfois évolué avec le temps et des textes réglementaires sont venus codifier certains d'entre eux. C'est pourquoi, il apparaît déterminant de préciser le glossaire du SRCE afin que chacun sache à quoi correspondent les mots et concepts utilisés.

1 Art. L.371-1 du Code de l'Environnement

2 Conformément à l'article L371-3 du Code de l'Environnement

Petit glossaire des éléments constitutifs du réseau écologique du SRCE

Les **sous-trames** correspondent à de grandes catégories de milieux naturels, déterminés à la fois par des caractéristiques naturelles et par la gestion de l'Homme. On trouve ainsi la sous-trame forestière, la sous-trame aquatique, la sous-trame des prairies...

Les **réservoirs de biodiversité** sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante. Ils abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent. Ils sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces. Ils comprennent tout ou partie des espaces protégés et les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité régionale, nationale voire européenne.

Les **zones de perméabilité** représentent un ensemble de milieux favorables ou perméables au déplacement d'un groupe écologique donné d'espèces partageant les mêmes besoins. Les plus fonctionnels répondant aux besoins de plusieurs groupes écologiques d'espèces sont dénommés **zones de forte perméabilité**.

Les **corridors écologiques** sont des liaisons fonctionnelles permettant des connexions (donc la possibilité d'échanges) entre des réservoirs de biodiversité. Ce sont des voies potentielles de déplacement pour les espèces. Les **corridors écologiques** relient ainsi entre eux des réservoirs de biodiversité en traversant préférentiellement les zones de forte perméabilité. Les corridors écologiques, ne sont pas nécessairement constitués d'habitats « remarquables » et sont généralement des espaces de nature ordinaire.

Le terme de **réservoir-corridor** utilisé dans le SRCE concerne les tronçons de cours d'eau en réservoir de biodiversité qui de facto jouent aussi un rôle de corridor écologique.

Les **continuités écologiques**, aquatiques ou terrestres, aussi dénommées **Trame Verte et Bleue** (TVB) correspondent à l'ensemble des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Les codes de l'urbanisme et de l'environnement y font référence.

Des ruptures peuvent exister sur les corridors qu'il s'agisse d'**obstacles** liés aux infrastructures ou bien de changement d'occupation du sol. Le degré de rupture est à évaluer. Si besoin, des actions seront mises en œuvre pour restaurer la continuité.

La préservation des continuités écologiques vise le maintien de leur fonctionnalité. La remise en bon état des continuités écologiques vise l'amélioration ou le rétablissement de leur fonctionnalité.

La fonctionnalité des continuités écologiques repose notamment sur :

- la diversité et la structure des milieux qui les composent et leur niveau de fragmentation
- les interactions entre milieux, entre espèces et entre espèces et milieux
- une densité suffisante de continuités écologiques à l'échelle du territoire concerné.





1.2. Importance des continuités écologiques pour la biodiversité

La Lorraine est une région privilégiée de par la diversité de ses paysages et la biodiversité qui y est associée : montagnes vosgiennes, plaines humides parsemées d'étangs, succession de côtes qui rythment le plateau lorrain, lui-même découpé par les grandes vallées alluviales qui sillonnent la région du Nord au Sud. Dans le cadre du SRCE, il faut faire comprendre l'importance de cette biodiversité, en étudier les déterminismes et l'évolution en lien avec les caractéristiques des continuités écologiques.

"Depuis le début des années 80, les écologues du paysage ont montré l'importance, pour la survie des espèces, de la présence de réseaux écologiques formés de corridors entre les taches d'habitat répartis dans une matrice plus ou moins perméable." (Source : Schal, la Recherche, numéro spécial, septembre 2008).

Depuis quelques années, un mouvement s'est amorcé visant en effet à ménager des continuités écologiques afin d'endiguer la perte de biodiversité. Il fait suite à deux premières approches développées depuis le début du 20^e siècle dans le droit français de la protection de la nature :

- l'entrée espèce : listes de protection, mise en place de plan d'actions...
- l'entrée espace : divers systèmes d'espaces protégés, maîtrise foncière, études d'impacts...

Les réseaux écologiques apparaissent comme le troisième temps de la conservation de la nature. Il s'agit de favoriser la biodiversité via la circulation des espèces dans des matrices d'habitats favorables.

Les espèces, même les moins mobiles, ont besoin de se déplacer. La graine d'une plante ne peut germer à l'exact endroit de la plante mère : il lui faut trouver une autre place. La majorité des animaux n'ont d'autre alternative que de trouver un territoire disponible différent de celui de leurs parents. Le cycle de vie de la majorité des êtres vivants implique au moins un déplacement, sur une plus ou moins grande distance. Cette phase de déplacement s'appelle la **dispersion**. Elle a généralement lieu entre la naissance et la première reproduction d'un organisme. Le besoin de trouver un nouveau territoire n'est pas le seul facteur en jeu : limiter la consanguinité est essentiel, si bien que l'avenir de différentes populations est lié à leur interconnexion.

Les déplacements ne concernent pas uniquement la dispersion mais aussi la migration. De nombreuses espèces effectuent des déplacements journaliers au sein de leur domaine vital, et beaucoup font une ou deux migrations dans l'année. Les espèces occupent fréquemment plusieurs types d'habitats complémentaires, exploités de façon successive au cours de l'année : par exemple beaucoup d'amphibiens se reproduisent dans les mares mais passent le reste de la saison dans le milieu terrestre (boisements, prairies, terriers).

Par ailleurs, les changements climatiques et globaux entraînent une modification géographique des conditions bioclimatiques, forçant les espèces à migrer afin de conserver des conditions favorables à leur cycle de vie. Ces phénomènes déjà en cours devraient s'amplifier dans les décennies à venir.

Les capacités de dispersion des différents organismes sont extrêmement variables : de l'ordre de quelques mètres pour certaines graines, quelques centaines de mètres pour les carabidés, quelques kilomètres pour les amphibiens, plusieurs dizaines de kilomètres pour certains mammifères. Cette distance est fonction du mode de locomotion, de la taille, et du temps disponible pour cette étape du cycle de vie. En règle générale, les organismes strictement terrestres et de petite taille (amphibiens, reptiles, micromammifères, certains

invertébrés...) ont des capacités de déplacement bien inférieures aux animaux de grande taille (grands mammifères) ou aux organismes volants (oiseaux, chauves-souris, papillons, libellules, la plupart des orthoptères, etc.). Toutefois, au sein d'un même groupe taxonomique, chaque espèce présente des potentialités qui lui sont propres.

Si certaines espèces sont ubiquistes, ou au moins capables de traverser un habitat différent du leur, d'autres ne sont pas capables de franchir les milieux séparant deux parcelles de leur habitat. Suivant les espèces, l'obstacle ne sera pas le même. Les forêts peuvent constituer un obstacle au déplacement des espèces spécialistes des milieux prairiaux par exemple.

Les trajectoires de dispersion et de migration des organismes peuvent être très différentes d'une espèce à l'autre, en fonction du cadre dans lequel elles se déroulent. Par exemple, en l'absence d'obstacle la migration pré-nuptiale des amphibiens s'effectue généralement en ligne droite (forte motivation des individus pour la reproduction) tandis que la migration post-nuptiale est bien moins linéaire et tend à sélectionner les couloirs de migrations les plus perméables au déplacement. Les migrations annuelles des oiseaux migrateurs s'effectuent généralement en ligne droite ou en suivant de grands axes. Au contraire, les phases de dispersion juvénile et les déplacements journaliers de certains papillons, chauves-souris ou passereaux s'effectuent le long de structures de guidage (haies, etc.) ou par "sauts" entre fragments d'habitats favorables plus ou moins éloignés.

Pour les espèces végétales et certaines espèces animales (insectes, mollusques terrestres), on ne perdra pas de vue les modes de dispersion par le vent, par la fixation sur les animaux et évidemment directement ou indirectement par l'Homme et en particulier ses moyens de transport. Ils permettent des dispersions parfois très éloignées des sites d'origine.

Les possibilités de dispersion des espèces dépendent de leur taille et de leur mode de déplacement (aérien, aquatique ou terrestre), mais également de l'organisation des paysages et de la qualité des habitats. Quelques points méritent ainsi d'être retenus.

- Les espaces naturels vastes, bien conservés et bien reliés les uns aux autres abritent généralement plus d'espèces animales et végétales que les espaces isolés et dégradés. Ils répondent en effet aux besoins spécifiques du plus grand nombre d'espèces pour leur alimentation, leurs déplacements et leur reproduction.
- La diversité des habitats naturels ou semi-naturels constitue ce que l'on nomme des "mosaïques de milieux". Ces mosaïques sont favorables à la biodiversité par l'association :
 - de parcelles variées (cultures, prairies, friches, bois),
 - d'éléments ponctuels (bosquets, arbres isolés, mares et mouillères),
 - de linéaires qui relient les espaces entre eux et servent de couloirs de circulation à la faune (fossés, bandes enherbées, haies, chemins...).
- A une échelle plus locale, la fragmentation des milieux perturbe le déplacement des espèces. Ainsi, la raréfaction des haies, des ripisylves, des pelouses calcaires le long des coteaux ou des zones humides entraîne la disparition de micro-couloirs écologiques empruntés par de nombreuses espèces (papillons, amphibiens, petits mammifères terrestres, chauves-souris...) qui utilisent systématiquement ces linéaires dans leur déplacement. Aux Pays-Bas, il a été montré qu'une coupure de 50 mètres dans un linéaire de haies pouvait déjà jouer sur les modes de déplacements des chauves-souris (Verboom Huitema, 1997).

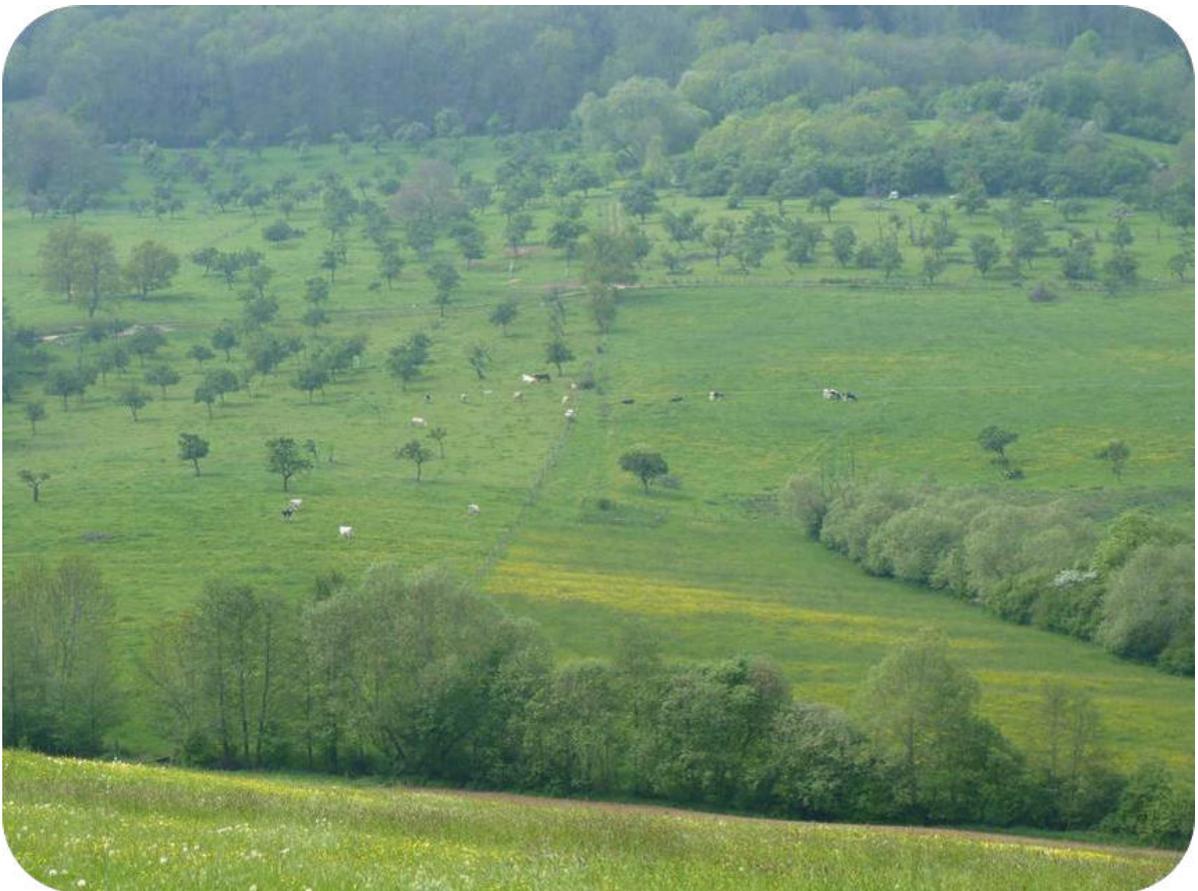




La fragmentation des écosystèmes constitue l'une des causes mondiales de dégradation de la biodiversité. Elle engendre :

- une diminution de la taille des différents habitats naturels³, pouvant aller jusqu'à une taille critique ou une organisation dans l'espace qui ne permet plus la survie des espèces qui y vivent,
- une diminution du nombre de corridors écologiques entre les différents noyaux, donc une diminution ou une disparition des échanges et filtres nécessaires au maintien des équilibres biologiques.

La fragmentation et l'isolement des parcelles d'habitat favorables condamnent ainsi une partie des espèces les moins mobiles au cloisonnement, et à l'extinction à plus ou moins long terme des populations isolées, faute de renouvellement lié à l'immigration de nouveaux individus.



Paysage en mosaïque offrant une diversité d'habitats : forêt, prés-vergers, prairies, cours d'eau soulignés par leur ripisylve

3 Par souci de simplification, l'habitat naturel est considéré ici comme équivalent aux mots biotopes ou écosystèmes même si dans la réalité des concepts scientifiques complémentaires sont sous-tendus par ces mots.

2. Méthodologie pour l'élaboration de la TVB





La méthodologie utilisée est guidée par le décret n° 2014-45 concernant les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. Cinq étapes ont été réalisées pour arriver à la définition de la TVB.

- **Étape 1** : disposer de la meilleure occupation du sol possible
- **Étape 2** : définir la stratégie en matière de réservoirs de biodiversité
- **Étape 3** : définir les perméabilités par sous-trame selon les guildes d'espèces
- **Étape 4** : définir les corridors écologiques
- **Étape 5** : relever les obstacles.

Ces étapes seront présentées ci-dessous et ont permis la production de l'Atlas cartographique du SRCE au 1/100.000e. En annexe à ce volume sur l'élaboration de la TVB, un atlas plus réduit est aussi proposé avec certaines informations plus détaillées.

2.1. Étape 1 : disposer de la meilleure occupation du sol possible

Toutes les méthodologies utilisables pour définir les continuités écologiques partent de la notion d'occupation du sol. Plus elle est traitée finement sur le plan écologique, plus les résultats sont intéressants. L'écart à la réalité (occupation du sol réelle) dépend de trois paramètres fondamentaux :

- la typologie utilisée,
- l'échelle de saisie des informations,
- l'ancienneté des informations.

L'exercice consiste à optimiser au mieux ces trois paramètres en fonction des données disponibles et des capacités informatiques à croiser les informations de base.

Le travail sur l'occupation du sol a donc visé à :

- optimiser la typologie en intégrant au mieux une approche basée sur l'écologie du paysage,
- saisir les informations avec l'échelle la plus précise possible.

2.1.1. Données générales

L'échelle finale demandée pour ce travail est le 1/100.000e, mais les informations utilisées sont souvent saisies à une échelle plus fine (mais aussi moins fine dans quelques rares cas).

Un travail sur les continuités écologiques nécessite bien sûr de ne pas se limiter au territoire et d'analyser la continuité avec les territoires environnants. Il a ainsi été décidé de travailler sur un périmètre d'étude équivalent au territoire régional lorrain, agrandi d'une zone tampon de 10 km. Toutefois sur cette zone tampon, certaines données sont moins fiables car un certain nombre des informations utilisées pour la Lorraine ne sont pas disponibles en dehors du territoire de la Région Lorraine.

La création de la typologie des différentes classes d'occupation du sol, en fonction des données disponibles, de l'objectif visé et de la précision attendue, constitue un choix fondamental pour l'étude. Ici l'objectif est de se rapprocher au mieux d'une typologie écologique même s'il n'est pas envisageable de cartographier des formations végétales détaillées.

A chaque classe de cette typologie, des données sources seront associées. Elles peuvent être brutes et correspondre à des données produites par diverses institutions. Il est cependant souvent nécessaire de traiter ces sources de données :

- en regroupant des informations dont l'utilité n'est pas pertinente pour la TVB (ex : différents type de céréales produites) ou en extrayant seulement une partie des données,
- en créant de nouvelles couches de données par croisement SIG puis nettoyage des informations issues de différents producteurs.

Les différentes couches de données sont ajoutées une à une et avec un ordre déterminé dans la carte "occupation du sol", qui se constitue ainsi petit à petit. Lors de cette agglomération, quelques parties du territoire restent vierges d'information car aucune couche de données ne les répertorie. Après analyse, il est apparu utile de les classer dans une typologie dénommée "saltus et broussailles". Le saltus correspond à l'espace non cultivé (ager), non planté d'arbres (sylva) et non jardiné (hortus). Il était souvent voué au pacage dans les temps anciens mais est plus souvent embroussaillé de nos jours. On peut aussi l'appeler milieu de transition.

Dans un premier temps, la couche d'occupation du sol est constituée en vecteur et peut ainsi être représentée ou être utilisée à différentes échelles. Il est par contre utile de transformer le vecteur finalement obtenu en raster afin de réaliser un certain nombre de traitements. La rasterisation est un procédé qui consiste à convertir une image vectorielle en une image matricielle. L'image est alors découpée en pixel de la largeur choisie.

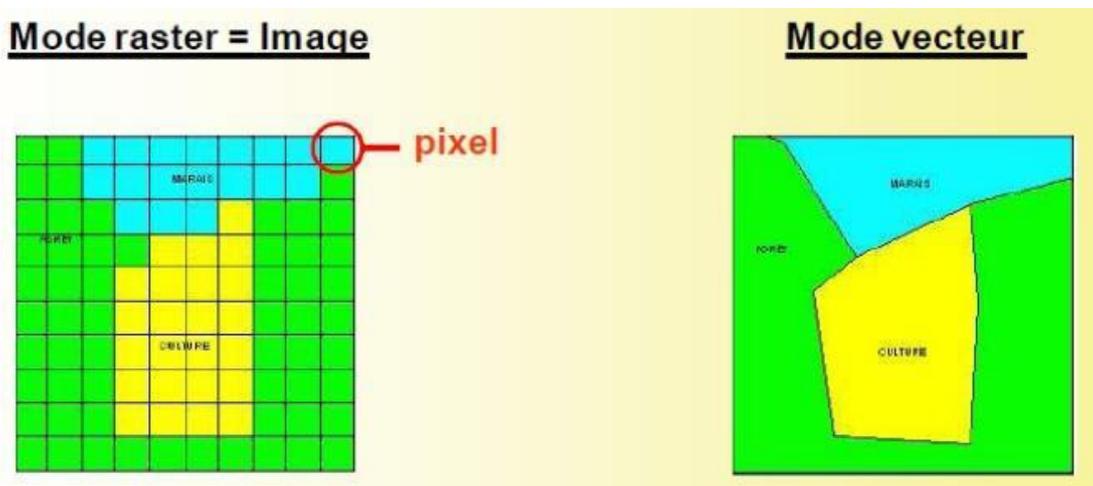


Illustration de la différence entre les modes raster et vecteur

Les rasters seront nécessaires à la modélisation (méthode coût-distance) très utile pour définir les perméabilités et les corridors écologiques à l'échelle de la région. L'inconvénient du raster réside par contre dans la généralisation des informations qui réduit la précision des données. Pour le SRCE, un pixel de 5 m de côté est utilisé. La perte d'information est alors négligeable à l'échelle de travail choisie et ce d'autant que les réseaux (transport, cours d'eau) ont été rasterisés de façon spécifique.





2.1.2. Sources de données principales

Plusieurs bases de données géographiques composées de couches géoréférencées ont été utilisées avec en général un traitement informatique permettant d'isoler des informations spécifiques (descripteurs) ou des caractéristiques particulières (taille, forme...). Les principales sources de données sont décrites ci-dessous ainsi que les compléments qui y ont été apportés.

Pour le SRCE de Lorraine, les couches de données suivantes ont été utilisées : BD Carthage, BD Topo, BD Alti, Inventaire Forestier National, Registre Parcellaire Graphique, Corine Land Cover. D'autres informations ont aussi été intégrées. Elles sont issues de la Région (zones thermophiles, étude sur les zones humides), de l'Etat (aléas d'inondation), d'Ecosphère (vergers, mares, divers), du CEN-Lorraine (tourbières, mares), du CEREMA (réseaux), etc.

L'objectif général est d'obtenir une cartographie de l'occupation du sol en une seule couche, c'est-à-dire sans recouvrement des polygones correspondant aux différentes typologies d'occupation du sol. Des couches de fond imprécises restent ainsi utiles pour couvrir les vides. On y trouve les différents éléments de Corine Land Cover qui ont été maintenus après avoir été découpés par toutes les couches précises. Enfin, une couche de fond couvre tout le territoire de la Lorraine pour couvrir les artefacts. La typologie « saltus, broussailles et milieux de transition » lui a été affectée.

2.1.2.1. BD Topo et informations associées

La base de données vectorielle BD Topo est réalisée par l'IGN à partir de la modélisation 3D du territoire et de ses infrastructures. De précision métrique, ses échelles vont du 1/5.000e au 1/50.000e. Cependant l'échelle d'utilisation conseillée est le 1/25.000e. L'information utilisée initialement date de 2011 et l'actualisation 2013 n'a pas pu être utilisée de façon standardisée pour tous les travaux.

La BD Topo contient une description des éléments du paysage sous forme de vecteurs, classés selon une thématique adaptée. Les thèmes proposés sont au nombre de 10 mais seuls 3 ont été utilisés pour la production de l'occupation du sol :

- végétation arborée,
- bâtiments et autres constructions ainsi que zones d'activités,
- réseau hydrographique (cours d'eau et points d'eau).

A. *Végétation arborée (forêts, haies, bosquets et petits boisements)*

Le thème végétation de la BD Topo est très peu discriminant puisque seul l'attribut « zone arborée » existe. Il délimite ainsi les milieux fermés, à une échelle très fine (1/10.000e) sans précision sur la nature de la végétation. La BD Topo recense les haies ou alignements d'arbres de moins de 25 m de largeur et les bois de plus de 5.000 m². Les arbres et bosquets de plus de 500 m² en zone de culture sont également inclus. La BD Topo 2011 a été utilisée mais des contrôles ont été menés avec la BD Topo 2013.

Une analyse colorimétrique numérique des objets verts du SCAN25 a cependant permis d'isoler les vergers et les vignes afin de les traiter en tant qu'entité spécifique. Après une vérification manuelle, elles ont été isolées et sorties des objets « végétation » de la BD Topo. Les limites des objets vergers obtenus sont cohérentes à l'échelle demandée (1/100.000e) mais pourraient être affinées dans les travaux infrarégionaux.

Les objets « végétation » restants de la BD Topo ont été classés selon leur taille avec :

- les haies, alignements d'arbres et fourrés ainsi que les bosquets (de 5 ares jusqu'à 50 ares),
- les petits boisements (jusqu'à 2,25 ha),
- les forêts (plus de 2,25 ha).

L'IGN (service Inventaire Forestier) définit ainsi le bosquet comme « *un territoire occupant une superficie supérieure ou égale à 5 ares et inférieure à 50 ares, comportant des arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à 5 mètres à maturité in situ, un couvert arboré de plus de 40 % et une largeur d'au moins 20 mètres* ». Cette définition est reprise dans la circulaire DGPAAT/C2013-3071 – DGAL/C2013-8003 du 31 juillet 2013 qui concernait l'éco-conditionnalité du pilier 1 de la PAC.

Lorsque la taille est supérieure à 50 ares et inférieure à 2,25 ha, la terminologie petits boisements a été utilisée. Au-delà, la typologie forêt a été choisie et des croisements avec les informations de l'ex Inventaire Forestier National⁴ ont permis de définir les catégories suivantes :

- forêt de feuillus,
- forêt de résineux,
- forêt indifférenciée,
- saltus et broussailles,
- peupleraie,
- forêt alluviale.

Les données IFN utilisées pour qualifier les forêts sont anciennes et pas toujours adaptées aux besoins concernant les continuités écologiques. Ainsi, à l'instar des travaux en cours dans le PNR de Lorraine, il serait intéressant de disposer à terme d'une carte des formations forestières. Une actualisation nationale des données de l'IFN est en cours et prendra fin en 2018 sous l'égide de l'IGN. Les données disponibles qui ont été utilisées pour ce travail sont plus anciennes et datent de :

- 1987 pour la Meuse,
- 1989 pour les Vosges,
- 2001 pour la Meurthe-et-Moselle et la Moselle.

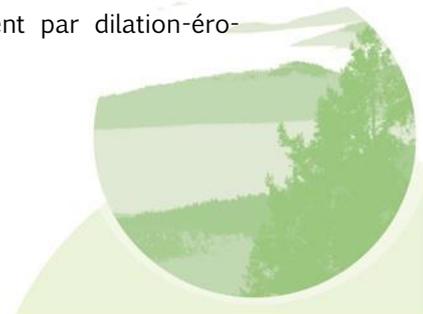
Même anciennes, ces données sont tout de même plus précises que les données forestières de Corine Land Cover et sont donc encore pertinentes.

B. Bâtiments, constructions et zones d'activités

La typologie bâtiment est extraite de la BD Topo 2013. Contrairement aux jardins, espaces verts et espaces en friches, les bâtiments et les réseaux goudronnés urbains constituent en général des obstacles infranchissables pour la faune et la flore. Selon leur architecture, ils peuvent néanmoins constituer des gîtes pour certaines espèces (chiroptères, hirondelles, et autres espèces rupicoles d'origine).

La BD Topo est très précise pour les espaces bâtis, chaque unité étant identifiée. Afin de simplifier les couches et de s'adapter à l'échelle de rendu, un traitement par dilation-éro-

⁴ Aujourd'hui intégré à l'IGN





sion (distance arbitraire de 20 m) a été réalisé afin de relier les constructions entre elles. Les bâtiments isolés et occupant moins de 20 m² ne constituent pas un enjeu à l'échelle du SRCE ; ils n'ont donc pas été retenus.

Cette couche a surtout un intérêt dans les zones urbaines discontinues. Au sein des centres villes, la couche Corine Land Cover « tissu urbain continu » a été utilisée pour faciliter le traitement et rendre homogène les zones les plus denses.

C. Les cours d'eau

Le réseau hydrographique constitue un support important pour les déplacements de la faune, qui suit souvent les cours d'eau ou longe leurs berges et ripisylves. Cependant, ces mêmes cours d'eau peuvent constituer des obstacles aux déplacements de certaines espèces qui ne sont pas aptes à les traverser sauf dans des conditions particulières (ex : transport sur des supports lors des inondations).

L'importance de l'obstacle dépend en partie de la nature des berges : des berges fortement artificielles (palplanches ou berges inclinées en béton) constituent souvent des pièges mortels pour la grande faune qui ne trouve pas de points d'appui pour ressortir de l'eau et meurt bien souvent noyée. La petite et méso-faune peut franchir plus facilement cet obstacle, mais traverse beaucoup plus rarement à la nage. En second lieu la largeur du cours d'eau influe sur la force du courant et les possibilités d'embâcles et donc sur la capacité de la faune à le traverser. Les cours d'eau peuvent donc être classés selon plusieurs critères dont la largeur du cours d'eau et la nature des berges.

La BD Topo est plus complète que la BD Carthage en ce qui concerne le recensement des objets aquatiques et a été privilégiée. Après comparaison avec le SCAN25 et la BD Topo, il s'avère que la précision et la complétude des zones en eau analysées par BD Carthage sont en effet nettement insuffisantes. Par contre, la typologie utilisée dans les tables attributaires (lorsqu'elles sont renseignées) est la plus performante.

La largeur d'un cours d'eau aura un impact sur la résistance au déplacement des espèces et ce phénomène est pris en compte car la BD Topo utilise la largeur réelle des cours d'eau. Ainsi, la couche « TRONCON_COURS_EAU » de la BD Topo 2013 (polylignes) est utilisée pour les éléments linéaires de moins de 7,5 m de large. La couche « SURFACE_EAU » de la BD Topo contient toutes les surfaces d'eau de plus de 20 m de long ainsi que les cours d'eau de plus de 7,5 m de large. Seuls ces derniers ont été conservés en y associant les annexes ou points d'eau en contact direct.

Enfin, pour tenir compte de l'effet barrière des canaux, les couches précédentes ont été croisées avec la BD Carthage afin de définir la couche des canaux.

En dehors de la région Lorraine, pour le territoire situé dans la zone tampon de 10 km, seules les données de la BD Carthage sont utilisées, car la BD Topo n'était pas disponible.

D. Plans d'eau et mares

La **BD Topo** est nettement plus complète que la BD Carthage pour le recensement des objets de l'hydrographie de surface mais les attributs renseignés sont peu discriminants pour les problématiques écologiques. La classe d'entité « SURFACE_EAU » de la BD Topo 2013 contient ainsi toutes les surfaces d'eau de plus de 20 m de long. Après vérification et modification manuelle des quelques cas douteux, seuls les objets surfaces d'eau ont été maintenus (élimination des cours d'eau). Par contre, tous les bassins de plus de 10 m sont également recensés mais ces objets n'ont pas été conservés car ils correspondent en général à des zones très anthropisées, souvent avec des berges verticales.

Les divers plans d'eau, étangs et mares identifiés⁵ ont été classés en fonction de leur surface de la façon suivante :

- plan d'eau supérieur ou égal à 10 ha : ils peuvent faire l'objet d'obligations en ce qui concerne la couverture végétale permanente mentionnée au nouvel article L. 211-14 du Code de l'environnement,
- plan d'eau supérieur à 1 ha : ils peuvent faire l'objet d'autorisations spécifiques au titre de la Loi sur l'eau,
- petit étang ou mare inférieur ou égal à 1 ha : ils peuvent faire l'objet de déclarations spécifiques au titre de la Loi sur l'eau,
- point d'eau ou mare inférieur à 0,1 ha (importants pour la faune).

Les mares et petits plans d'eau priment sur toutes les autres catégories d'occupation du sol. C'est pour les petits points d'eau que la BD Topo présente les manques les plus évidents, d'où l'apport de couches complémentaires pour les mares. Quatre types de couches sont ainsi venus compléter les mares :

- le CEN Lorraine a réalisé, avec la Commission Reptiles et Amphibiens de Lorraine (CRA) une synthèse régionale de l'ensemble des données mares disponibles en septembre 2013 (n = 4.295). Elle est issue d'un stage de Master II mené par Mathieu VUILLAUME. Les mares de cette base de données sont des mares inventoriées sur le terrain, existantes au moment de leur description,
- des mares détectées par Ecosphère lors de différentes études (massif de Rambervillers en particulier),
- une analyse colorimétrique numérique des SCAN25 réalisée par Ecosphère sur le territoire du SCoT Sud 54 (permet de recenser tous les objets dessinés qui font plus de 2,5 m de long, sa précision est donc supérieure à celle de la BD Topo),
- des objets « surface d'eau » de moins de 0,1 ha détectés lors d'une étude sur les zones humides de Lorraine de 2013 par le bureau Memoris pour le compte du Conseil Régional de Lorraine.

Tableau 1 : mares et plans d'eau					
	<0,1 ha	De 0,1 à 1 ha	De 1 à 10 ha	>10 ha	TOTAL
Total du SRCE	13 080	6 702	1 758	185	21 725

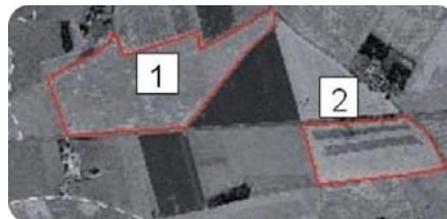
La méthode reste légèrement hétérogène et comprend toujours des manques : ainsi les mares forestières non déterminées à ce jour ne peuvent être extraites d'une base de données cartographiques existante. L'hétérogénéité ne semble pas gênante dans le cadre de l'étude, dans la mesure où la thématique s'intéresse plus à la notion de réseau de mares qu'à la localisation précise de ces mares et qu'un très grand nombre est déjà répertorié.

5 Les points d'eau en continuité directe avec les cours d'eau sont restés associés aux cours d'eau.



2.1.2.2. Registre Parcellaire Graphique

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) est utilisé pour la gestion des aides européennes liées à l'agriculture. La base de données nationale contient plus de 6 millions d'îlots (plus de 27 millions d'hectares) déclarés annuellement par près de 400.000 agriculteurs.



Un îlot correspond à un ensemble contigu de parcelles culturales exploitées par un même agriculteur. La précision géographique du RPG est de 1/5.000e.

Chaque îlot est associé à un code, lui-même correspondant à un type d'occupation du sol. La base de données utilisée pour cette étude date de 2010 et correspond à la base la plus précise à disposition au moment du traitement.

Au sein du RPG⁶, les regroupements typologiques ont été réalisés en 4 catégories : cultures et assimilés, milieux prairiaux, vergers/vignes et « saltus, broussailles et milieux de transition ». Il faut noter que les informations sur les éléments arborés et les vergers viennent recouvrir les couches du RPG et feront gagner en précision.

Avec les îlots à catégories multiples, en ayant tenu compte de leur superficie moyenne⁷, trois modes de traitement sont établis.

- Lorsque la culture, la vigne et le divers représentent plus de 80 % de l'îlot, la résistance au déplacement des espèces est estimée être équivalente à celle des cultures. La catégorie « cultures et assimilés » a alors été affectée.



- Lorsque les prairies permanentes et les vergers⁸ représentent plus de 80 % de l'îlot, la résistance au déplacement qui est utilisée est équivalente à celle des prairies. La catégorie « milieux prairiaux » a alors été affectée.

- Lorsqu'aucune des deux conditions précédentes n'est vraie, une nouvelle catégorie spécifique est créée, dénommée « mosaïque de polyculture ». Elle est alors recroisée avec la dominante de l'îlot pour fournir les deux catégories suivantes : mosaïque de polyculture à dominante soit grandes cultures, soit prairies. Néanmoins, grâce à l'étude sur les zones humides de Lorraine (Memoris, 2013) des prairies complémentaires ont pu être récupérées pour l'ensemble de la Lorraine⁹. Elles ont alors été affectées à la catégorie « milieux prairiaux ». Cela a particulièrement concerné la catégorie « mosaïque de polyculture à dominante prairies ». C'est pourquoi, une fois les prairies identifiées, cette catégorie a été supprimée au profit de « mosaïque de polyculture à dominante grandes cultures ».

6 Dont les prairies temporaires

7 5,5 ha pour le 54 (max 241), 7,9 ha pour le 55 (max 270), 4,5 ha pour le 57 (max 243) et 4,1 ha pour le 88 (max 241)

8 Rappelons que les vergers ont été identifiés et isolés par ailleurs

9 Avec néanmoins des déficits sur les zones de l'inventaire où les zones humides avaient été étudiées avec des critères plus stricts

2.1.3. Données produites spécifiquement pour l'étude

Les couches des données de référence ne sont en général pas adaptées de façon suffisamment fine à des travaux portant sur l'écologie du paysage ou des espèces. Une unité typologique donnée peut ainsi être totalement manquante. Par exemple, la notion de zone humide ou de zone thermophile calcaire n'est pas présente directement dans les référentiels. C'est pourquoi des travaux d'analyses sont nécessaires pour créer des informations nouvelles par croisement des paramètres de description issus de différentes sources. Ce croisement vise à disposer de la typologie la plus adaptée possible aux études écologiques.

2.1.3.1. Trame thermophile régionale

La Région Lorraine a défini la trame thermophile régionale en 2010. Au vu de l'intérêt écologique des milieux thermophiles, il est a minima nécessaire d'affecter une occupation du sol particulière aux espaces de pelouses et prairies thermophiles d'une part et aux boisements thermophiles d'autre part. Pour cela, la couche « trame thermophile permanente » produite par la Région a été utilisée afin d'attribuer aux prairies et boisements une caractéristique particulière.

La trame thermophile a été réalisée, puis révisée dans le cadre du SRCE, à partir du croisement de 3 informations :

- milieux ouverts non cultivés : issus initialement des bases de données CLC et IFN après élimination des zones cultivées du RPG,
- sur terrain calcaire : obtenu grâce à la répartition du substrat calcaire en Lorraine (Base de données du Référentiel Hydrogéologique Français) au 1/50.000e,
- en pente : utilisation du modèle MNT de la BD Topo. Les pentes ont été calculées avec l'extension Spatial Analyst de ESRI. Une couche de données contenant tous les secteurs aux pentes supérieures à 8° (soit environ 14 %) a été réalisée et combinée à celle des milieux ouverts non cultivés sur terrains calcaires.

Un attribut complémentaire a été fourni par croisement avec les différentes couches sur les éléments boisés, les vergers et les milieux ouverts.

2.1.3.2. Zones humides ou alluviales

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 a donné une définition des zones humides : « On entend par zone humide les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». Des textes réglementaires permettent de mieux définir les zones humides à partir d'analyse de sols et de végétations avec une vision assez extensive. Il faut noter que les espaces en eau comme les mares et les plans d'eau et étangs appartiennent bien au cortège des zones humides et sont ainsi visés tant par la convention internationale de Ramsar que par le Plan National d'Action sur les zones humides.

L'étude du Conseil Régional sur les zones potentiellement humides en Lorraine (Memoris, 2013) n'a pu être utilisée que partiellement mais cette étude a néanmoins été très utile pour récupérer des informations sur les mares et plans d'eau (grâce à la photo-interprétation) et sur les prairies par exemple.





A. Zones humides diverses

Toutes les tourbières ont été cartographiées à partir des couches du CEN-Lorraine acquises dans différentes études. Cette information peut donc être considérée comme complète et fiable.

Quelques « zones humides, marais ou roselières » ont été cartographiés à partir des différentes bases de données géographiques mais cette couche d'information reste nettement déficiente. Elle comprend trois catégories d'objets dans l'occupation du sol du SRCE :

- après vérification, certains objets de la couche « SURFACE_EAU » de la BD Topo de nature surface d'eau et de régime intermittent ont été maintenus dans cette couche,
- des éléments du SCAN25 représentant des zones humides (symbole roseaux) et récupérés par analyse colorimétrique numérique sur le périmètre du SCoT Sud 54 ont été maintenus,
- la typologie « roselières » fournie par le CEN-Lorraine pour ses sites a été intégrée.

Cette couche d'information contient donc une base minimum et devrait être améliorée dans le cadre des travaux de connaissances proposés par le SRCE. Ce caractère minimum n'est cependant pas préjudiciable à l'élaboration de la TVB car la notion de zone humide est assez extensive (inclusion des habitats de grandes cultures ou de zones artificialisées où la notion de zone humide est basée sur l'analyse pédologique). Cependant, la conséquence de cet état de fait a poussé le SRCE à privilégier les milieux alluviaux et les points d'eau (manque d'informations sur les zones humides fonctionnelles, repérées par la végétation hygrophile).

B. Couche des zones alluviales

Il est possible d'identifier les zones alluviales comme les ripisylves, les annexes hydrauliques, les forêts alluviales ou les prairies alluviales. Si ces zones alluviales ne sont pas toujours humides (topographie détaillée locale), la dominante humide et la fonctionnalité particulière (hydrosystème) font de ces espaces un bon modèle pour la Trame Verte et Bleue.

Pour définir la zone alluviale, les couches de données « aléas » de « cartorisque » sont utilisées. Les atlas des zones inondables sont publiés dans la partie information préventive de « cartorisque », sur le site internet de la DREAL Lorraine. Elles ont été produites par les DDE, les DDAF, l'EPAMA, les Services de Navigation et la DREAL LORRAINE. Les couches disponibles pour la représentation de l'atlas des zones inondables sont les suivantes.

- **Crue centennale modélisée** : Zone exposée à la crue théorique calculée à partir de l'analyse des crues passées et qui a une chance sur cent de se produire chaque année. On peut aussi dire que la crue centennale se produit en moyenne dix fois par millénaire. Sur le cours d'eau Moselle, c'est la crue de 1947 modélisée qui a été représentée dans la couche crue centennale modélisée car sa période de retour est supérieure à 100 ans. Néanmoins, si cette information est fondamentale pour les aléas, seules des crues régulières vont formater les milieux naturels. De plus le modèle numérique de terrain a indubitablement évolué depuis 1947¹⁰ (urbanisation, remblais...). C'est pourquoi les crues centennales n'ont été utilisées que pour quelques cours d'eau, quand l'information sur les crues d'ordre décennales retenues était manquante pour certains tronçons.
- **Crue de l'année XXXX** : il s'agit des zones exposées à une crue donnée, en général au moins décennale, observée dans le passé. Pour un cours d'eau donné, lorsque plusieurs crues étaient disponibles, la crue d'ordre décennale a été visée dans la mesure du possible.
- **Crue hydrogéomorphologique** : il s'agit de la zone maximale inondable définie par l'étude des hydrosystèmes fluviaux. La zone délimitée sur CARTORISQUE regroupe le lit mineur, le lit majeur et le lit majeur exceptionnel du cours d'eau. Cette donnée est donc utilisée en dernier recours, quand il s'agit de la seule information disponible.

Pour le SRCE, des crues d'ordre décennales ont été visées car leur occurrence (et les hauteurs de nappe associées) paraissent pouvoir être productrices de formations végétales alluviales alors que les crues centennales sont trop rares pour une telle action (sauf en ce qui concerne la création de bras morts par exemple). Néanmoins, des compléments ont été utilisés lorsque les données de crues décennales manquaient pour une partie du cours d'eau. Les tableaux suivants montrent, par cours d'eau, les informations retenues (+) et non retenues (-).

Tableau 2 : crues décennales						
Crue	Nied	Rosselle	Coney	Sanon	Horn	Bisten
1910						
1919						
1947						
1981	+	+			+	
1982			-			
Oct. 2006			+			
Crue hydrogéomorphologique				+		+

¹⁰ et à fortiori depuis 1919





Crue	Meuse	Ornain	Saulx	Chiers	Aire	Chée	Saône
1910	-						
1947		+					
1981				+	+	+	
Avr. 1983		-					
1995	-						
1999	-						
Crue hydrogéomorphologique			+				+
Crue centennale	+	En partie		En partie			

Crue	Affluents Madon	Seille	Meurthe aval	Meurthe amont	Vezouze	Sarre	Affluents Sarre
1947		-				+	
1981		+					+
1982	-		+	-			
mai-83	-			-			
Avr. 1983			-				
Avr-mai 1983					+	-	
1988				+			
1990						-	
1996						-	
1998	+				-		
1999				-			
2004					-		
Oct. 2006	-		-	-		-	
Crue hydrogéomorphologique		En partie					
Crue centennale				En partie			

Crue	Moselle	Affluents Moselle	Moselotte	Rupt de Mad	Orne	Madon	Madon amont
1919	-						
1947	En partie (amont)						
1981		+		+	+		
1982	+						
Avr. 1983	-						
Avr-mai 1983	-					-	
1990	En partie					-	En partie
1996						+	-
1998							+
Oct. 2006	-					-	
Crue hydro-géomorphologique			+	+		-	
Crue centennale					En partie		

Pour les rivières sur lesquelles ces données sont indisponibles, une autre approche, prudente, a été utilisée. Ainsi une zone tampon « potentiellement alluviale ou humide » a été créée de la façon suivante :

- cours d'eau de moins de 7,5 m de large : tampon de 10 m de part et d'autres, ramené à 5 m en zone montagne,
- cours d'eau de plus de 7,5 m de large : tampon de 20 m de part et d'autres ramené à 10 m en zone montagne.

L'ensemble des couches obtenues a été agrégé puis croisé avec les divers habitats pour donner le caractère alluvial. Le résultat est la couche des zones potentiellement alluviales qui est croisée avec les divers types de forêts et de prairies pour affecter in fine un attribut alluvial. Rappelons qu'il ne s'agit que de potentialités et que divers types de niveaux d'hygrophyllie peuvent exister au sein de ces ensembles (ex : prairies mésophiles, méso-hygrophiles ou hygrophiles).

2.1.3.3. Zones Montagne

A l'aide de la BD Alti, la zone Montagne est représentée sur certaines cartes pour les altitudes supérieures à 600 m, en cohérence avec les textes sur les zones agricoles défavorisées (comme précisé dans l'arrêté ministériel du 28/04/1976). Cette couche sera surtout utile pour l'étude des perméabilités avec une réflexion sur des guildes d'espèces spécifiques (cf. infra).

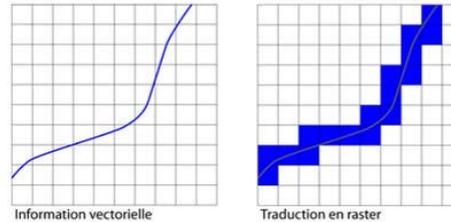




2.1.4. Infrastructures de transport

2.1.4.1. Traitements particuliers aux réseaux

Pour des raisons techniques il est nécessaire de rasteriser les réseaux à part car ce sont des données où la linéarité domine les notions surfaciques. Leur forme particulière demande un traitement précis dans la mesure où ils peuvent être totalement bloquants ou au contraire servir de corridors (ex : bermes routières). Les croisements de réseaux amènent aussi à réaliser des choix particuliers (ex : privilégier la route ou le cours d'eau dans le modèle).



Dans le cadre de la modélisation, il faut éviter que le parcours passe en diagonale entre deux pixels bloquants. Chaque élément linéaire doit ainsi posséder une épaisseur d'au moins 2 pixels comme montré sur la figure ci-contre. De plus, il a été décidé de travailler avec des pixels d'une taille de 5 m de côté mais le raster des réseaux routiers doit tout de même prendre en compte la largeur réelle. Une zone tampon est donc appliquée pour "épaissir" les tracés vectoriels pour les éléments ayant une largeur supérieure à 5 m.

Les bords de routes constituent aussi une zone particulière pour certaines espèces, puisqu'ils forment un bandeau d'une largeur de l'ordre de 1 à 2 m, qui permet le déplacement d'espèces de milieux ouverts, telles que les insectes, les reptiles, les micromammifères, etc. Cette bande peut jouer un rôle réel quand le milieu environnant est moins favorable : elle peut, par exemple, constituer un axe de passage pour des insectes à travers des cultures traitées aux pesticides (seul milieu herbeux encore présent) ou encore permettre à des espèces de milieux ouverts de traverser une forêt ("ouverture" à travers un habitat fermé).

D'autre part, elles peuvent avoir un rôle de zone « tampon » entre une occupation des sols favorable et un réseau très impactant. Cette double fonctionnalité a motivé la prise en compte des bermes autour des réseaux.

Au niveau de la modélisation, un tampon de 1 pixel sera donc appliqué sur les réseaux impactants et très impactants (hors zones urbaines). Lorsqu'il est nécessaire de tenir compte d'un grillage, la modélisation permet alors de jouer différemment sur les coefficients en fonction des espèces visées.

2.1.4.2. Sources de données utilisées et classification

Une étude a été menée en 2013 par le CEREMA (ex CETE de l'Est) sur le niveau de fragmentation du territoire lorrain par les infrastructures linéaires. Il a semblé pertinent de partir de ce travail pour cartographier les obstacles linéaires, notamment pour les informations de fréquentation routière. La typologie de la classification finale a par contre été adaptée afin que les informations puissent être utilisées dans le modèle numérique aboutissant aux perméabilités du territoire. Il a aussi été nécessaire de corriger certaines imprécisions liées aux croisements d'informations réalisés par le CEREMA ou encore à des ruptures inexplicables dans les axes. Enfin, les infrastructures superposées avec les zones « tissu urbain continu » ont été supprimées pour alléger les traitements.

De plus, une base de données européenne des principaux axes routiers et ferroviaires (données issues de ESRI) a été utilisée pour compléter les axes au-delà des limites de la région et à l'intérieur de la zone tampon de 10 km. Cette base est bien sûr moins précise.

Il a semblé important d'adapter légèrement la classification établie dans l'étude du CEREMA, afin de mieux correspondre aux besoins du SRCE, par exemple l'utilisation de 3 catégories de réseaux : infrastructures peu impactantes, impactantes et très impactantes. Les infrastructures grillagées ont aussi été traitées à part, car l'impact du grillage est très variable suivant le groupe faunistique concerné. Par exemple, les petits animaux terrestres vont passer entre les mailles et les animaux volants (insectes par exemple) vont passer au-dessus alors que la grande et moyenne faune terrestre est en général fortement bloquée.

La fréquentation (nombre de véhicules) semble être un critère plus impactant que la largeur des infrastructures car ce sont les véhicules qui forment généralement l'obstacle pour les animaux. Par exemple, une route est facilement franchissable par les reptiles en journée et par les batraciens la nuit, ou lorsqu'il pleut. Le ballast des voies ferrées peut même attirer les reptiles. La grande faune est également peu bloquée par les routes et va parfois emprunter les petites routes peu fréquentées.

Les données du CEREMA ont ainsi permis l'élaboration d'un coefficient "Largeur routes + Trafic".

Tableau 3 : classification pour les réseaux de transport

Coefficient Largeur + Trafic	Type	Occupation du sol rete- nue (raster)	Franchissabilité pour la petite faune terrestre ou volante	Franchissabilité pour la méso et grande faune
2-3	Non engrillagée	Infrastructure peu impactante	Franchissable	Franchissable
4-5		Infrastructure impactante	Difficilement franchissable	Difficilement franchissable
6-7		Infrastructure très impactante	Infranchissable	Infranchissable
2-3	Engrillagée	Infrastructure peu impactante engrillagée	Franchissable	Infranchissable
4-5		Infrastructure impactante engrillagée	Difficilement franchissable	Infranchissable
6-7		Infrastructure très impactante engrillagée	Infranchissable	Infranchissable





2.1.4.3. Prise en compte des intersections et des passages faune

Dans le cadre des continuités et de la rastérisation, il faut définir une stratégie spécifique pour les croisements. Elle tient au caractère plus ou moins franchissable des réseaux qui se croisent et, au besoin, aux notions de passages supérieurs/inférieurs. Il faut aussi mettre en évidence, dans la mesure du possible, les passages spécifiques utilisables par la faune : éco-ponts, passages supérieurs ou inférieurs spécifiques, rétablissements hydrauliques, crapauducs.

Lorsqu'il n'existe pas de passage spécifique, les espèces peuvent au besoin utiliser les passages prévus pour la desserte locale qui traversent les voies principales avec une résistance plus ou moins forte selon la nature du tronçon. Par défaut le tronçon le plus favorable au déplacement a été considéré comme étant en position supérieure sur le plan graphique qu'il s'agisse d'un pont, d'un passage inférieur ou d'un croisement à niveaux différents.

Pour un traitement systématisé, il a été nécessaire de faire des approximations et de définir des règles qui sont récapitulées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : gestion des croisements			
Croisements « à niveau »	Infrastructure très impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure peu impactante
Infrastructure très impactante	Infrastructure très impactante	Infrastructure très impactante	Infrastructure très impactante
Infrastructure impactante	Infrastructure très impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure impactante
Infrastructure peu impactante	Infrastructure très impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure peu impactante
Croisements tunnel/pont	Infrastructure très impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure peu impactante
Infrastructure très impactante	Infrastructure très impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure peu impactante
Infrastructure impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure impactante	Infrastructure peu impactante
Infrastructure peu impactante	Infrastructure peu impactante	Infrastructure peu impactante	Infrastructure peu impactante

S'il y a présence d'un grillage, la règle est la suivante : seul le croisement de deux infrastructures engrillagées est considéré comme engrillagé également. Enfin, il faut considérer que les grands tunnels et les viaducs (plus de 90 m de long), ne sont pas empruntés par la faune, dans le sens de leur longueur. En revanche, ces passages supérieurs ou inférieurs n'entravant pas ou peu la circulation des espèces, il a été convenu de les rendre transparents (rupture dans l'infrastructure concernée).

De même que les ponts et tunnels sans intersection, les passages à faune sont considérés comme transparents d'un point de vue du déplacement des espèces. Les infrastructures dédiées spécifiquement au passage de la faune sont issues de l'étude du CEREMA. Divers traitements ont permis de corriger les données ou de les compléter pour aboutir à :

- 64 passages « mixtes » non conservés (passage via des routes),
- 98 passages « Grande faune »,
- 9 passages « Petite faune ».

Il est clair que les passages hydrauliques, qui servent au moins à la petite et à la mésofaune, sont insuffisamment répertoriés et il en va probablement de même sur certains rétablissements agricoles ou plus généralement sur les passages au droit de réseaux non revêtus. Seule l'étude locale permet de les qualifier.

Après traitement, les pixels des passages « grande faune » sont classés en « saltus et milieux de transition ». Au contraire, les pixels « passage petite faune » dispose d'une codification spécifique car ils ne permettent pas le passage de la grande faune.

Si l'on adopte la vision des espèces qui cherchent à se déplacer, l'occupation du sol est différente pour une espèce aquatique et pour une espèce terrestre. Un pont par exemple, sera utile pour un hérisson (si la route qui l'accompagne n'est pas trop fréquentée) pour passer une rivière : il faut donc faire apparaître le pont qui coupe la rivière. A l'inverse pour un poisson, le pont est complètement transparent pour la continuité aquatique : dans ce cas, il faut faire apparaître le cours d'eau qui coupera le pont et la route. Autre exemple, un cours d'eau permettra à un castor de traverser une zone urbanisée : l'information linéaire « cours d'eau » doit donc être prioritaire par rapport à celle de la zone urbanisée. Pour cette raison, deux occupations du sol sont réalisées en raster pour la modélisation : une pour la « trame verte » et une pour la « trame bleue », pour lesquelles l'ordre d'agglomération, c'est-à-dire en fait la priorité d'une information par rapport à une autre est différent :

- les routes recouvrent les cours d'eau pour la modélisation en trame verte,
- les cours d'eau recouvrent les routes pour la modélisation en trame bleue.

Enfin, il est important de se placer dans l'optique des « événements extraordinaires » qui permettent des déplacements ponctuels à quelques individus, comme une crue qui va emporter des amphibiens, qui n'utilisent pas habituellement les cours d'eau ou bien la période de fort étiage qui permettra à un hérisson de traverser une rivière habituellement infranchissable à la nage.





2.1.5. Synthèse sur l'occupation du sol

A partir des informations retenues, le territoire a été découpé en 40 postes typologiques dont certains directement basés sur des paramètres du milieu naturel (thermophile, humide). Le tableau ci-joint liste les types retenus et leur étendue approximative en Lorraine. On notera que les modes de traitement limitent la prise en compte des éléments linéaires le long des routes et des rivières. Les marais et roselières sont la catégorie la moins bien perçue et un travail fin de reprise à l'aide des informations issues de l'étude Memoris pourrait s'avérer utile.

Tableau 5 : occupation du sol		
NB : les catégories d'occupation du sol en grisé sont présentes dans deux sous-trames différentes		
Code	Typologie	Surface ou longueur en Lorraine
101	Surface construite et tissu urbain continu	± 47 200 ha
102	Zone artificialisée	± 98 235 ha
103	Espace vert ou zone arborée en milieu urbain	± 6 870 ha
104	Passage petite faune	-
Code	Typologie	Surface ou longueur en Lorraine
105	Infrastructure très impactante avec grillage	± 66 740 Km ¹¹
106	Infrastructure très impactante sans grillage	
107	Infrastructure impactante avec grillage	
108	Infrastructure impactante sans grillage	
109	Infrastructure peu impactante avec grillage	
110	Infrastructure peu impactante sans grillage	
111	Berme routière	-
201	Culture et assimilé	± 525 385 ha
202	Mosaïque de polyculture à dominante grandes cultures	± 317 380 ha
203	Prairie permanente ou équivalent	± 293 785 ha
204	Prairie alluviale	± 47 640 ha
205	Prairie ou pelouse thermophile	± 19 375 ha
206	Vergers (ou assimilés), vigne	± 21 795 ha
207	Vergers ou vigne thermophile	± 5 100 ha
208	Saltus, broussailles et milieu de transition	
209	Saltus, broussailles et milieu de transition alluvial	± 88 430 ha ¹²
210	Saltus, broussailles et milieu de transition thermophile	
301	Forêt ou bois indifférencié	± 3 425 ha

11 Les autoroutes sont comptées deux fois ou plus en raison du nombre de voies de circulation. Les ronds-points sont également comptabilisés. Cela rend difficile l'interprétation des chiffres.

12 Surface moins précise que pour les autres typologies car issue de données raster vectorisées.

302	Forêt de feuillus	± 550 350 ha
303	Forêt de résineux	± 196 520 ha
304	Peupleraie	± 1 860 ha
305	Forêt alluviale	± 11 340 ha
306	Forêt thermophile	± 13 130 ha
307	Petit boisement indifférencié	± 13 340 ha
308	Bosquet ou haie	± 68 215 ha
309	Petit boisement indifférencié thermophile	± 1 760 ha
310	Petit boisement indifférencié alluvial	± 1 945 ha
400	Tourbière	± 1 135 ha
401	Zone humide, marais, roselière	± 920 ha ¹³
402	Point d'eau ou mare inférieurs à 0,1 ha	± 430 ha
403	Petit étang ou mare inférieurs ou égaux à 1 ha	± 2 220 ha
404	Plan d'eau supérieur à 1 ha	± 4 965 ha
405	Plan d'eau supérieur ou égal à 10 ha	± 7 235 ha
Code	Typologie	Surface ou longueur en Lorraine
406	Canal, chenal	± 1 250 ha
407	Cours d'eau naturel de moins de 7,5 m de largeur	± 23 855 km (polylignes)
408	Cours d'eau naturel de plus 7,5 m de largeur	± 6 325 ha (polygones)

2.2. Étape 2 : définir la stratégie en matière de réservoirs de biodiversité

Le système français de prise en compte ou de protection de la nature et des paysages est très riche car l'histoire y a superposé des approches nationales, des approches liées aux différents niveaux de la décentralisation, des approches communautaires, voire des approches associatives.

En outre, se superposent des concepts différents selon que l'on s'adresse plus à l'écologie du paysage (sites), à un objectif global d'état de conservation d'habitats (Natura 2000), à des approches stationnelles sur les espèces (APPB), à des lieux à haute plus-value (réserves naturelles) ou encore à une approche globale de développement durable (Parc Naturel Régional). Les moyens varient selon que l'on mette en œuvre de la maîtrise foncière, des accords de gestion ou de la réglementation. Enfin, de nombreux sites sont intégrés dans les zonages d'inventaire du patrimoine naturel sans pour autant être protégés.

L'élaboration de la Trame Verte et Bleue est l'occasion de simplifier l'approche pour une sensibilisation adaptée des élus, des citoyens et des acteurs du territoire. C'est aussi l'occasion de définir une additionnalité pour aboutir à un réseau écologique et non à des espaces déconnectés. C'est ainsi que la Trame Verte et Bleue est composée de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques.

¹³ Chiffre probablement fortement sous-évalué





La réglementation encadre la définition des réservoirs de biodiversité avec le décret sur les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques (décret n°2014-45 du 20/01/2013). Il fournit une définition pour les réservoirs de biodiversité qui « sont des espaces dans lesquels la biodiversité, rare ou commune, menacée ou non menacée, est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante. Ce sont des espaces pouvant abriter des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent, ou susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces ».

Sur le plan réglementaire, les réservoirs de biodiversité recouvrent (source : Code de l'Environnement) :

- les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité mentionnés au 1° du II de l'article L. 371-1 du code de l'environnement,
- **tout ou partie** des espaces protégés au titre des dispositions du livre III et du titre Ier du livre IV du code de l'environnement,
- **tout ou partie** des cours d'eau et canaux mentionnés au 1° et au 3° du III de l'article L. 371-1 du code de l'environnement qui constituent à la fois des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques,
- **tout ou partie** des zones humides mentionnées au 2° et au 3° du III de l'article L. 371-1 du code de l'environnement, qui peuvent jouer le rôle soit de réservoirs de biodiversité, soit de corridors écologiques, soit les deux à la fois.

Le Code de l'Environnement insiste sur le caractère important des espaces concernés, ce qui implique une forme de hiérarchisation, sans se limiter aux espaces réglementaires. Le 2e point vise une large palette d'espaces réglementés mais aussi plus généralement les sites de l'inventaire départemental du patrimoine naturel (L.310-1) ou les Parcs Naturels Régionaux. Enfin les 3e et 4e points, centrés sur les milieux aquatiques et humides, laissent le choix de la dénomination « Réservoirs de biodiversité » ou « Corridors écologiques », l'implication réglementaire étant de même nature puisque les deux constituent les continuités écologiques. Pour le SRCE Lorraine, le mot réservoir-corridor a été choisi.

On notera que les zones humides, espaces de transition, peuvent être considérées au titre de la Trame Verte ou de la Trame Bleue. Cela n'ayant pas d'incidence de nature réglementaire, il a été choisi ici de les représenter au sein de la Trame Verte. La Trame Bleue étant constituée des réservoirs-corridors compris dans les cours d'eau.

Pour la définition des réservoirs de biodiversité, il y a donc une logique de choix et de justification dans le respect de l'objectif général, à savoir prendre en compte les espaces importants pour la biodiversité, vecteurs de dispersion des espèces ou d'accueil de nouvelles populations. La stratégie suivante a ainsi été retenue.

- Toutes les catégories d'espaces définies dans le projet de décret sont analysées et deux listes sont proposées : une liste de sites retenus et des sites potentiels qui ne relèvent que du niveau infrarégional (subsidiarité) selon les choix des collectivités.

- Un gradient existe entre les deux approches extrêmes suivantes :
 - prendre le maximum de réservoirs de biodiversité et y proposer un niveau de contraintes minimum (approche exclusivement pédagogique),
 - prendre le minimum de réservoirs de biodiversité et y proposer un niveau de contraintes maximum (approche sanctuaire).
- Aucune des deux approches extrêmes n'est réaliste au regard du projet national et de son objectif d'enrayer la perte de biodiversité. La conséquence principale est que la définition de la TVB reposera sur un principe d'additionnalité par rapport aux politiques déjà mises en œuvre mais prendra en compte les activités humaines, et notamment agricoles et forestières, en milieu rural.

La liste des Réservoirs de Biodiversité reste figée jusqu'à révision du SRCE en 2021.

2.2.1. Espaces intégrés automatiquement à la TVB

Les espaces intégrés automatiquement sont répertoriés dans le décret portant adoption des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

Tableau 6 : espaces intégrés automatiquement dans la TVB			
Socle obligatoire pour les réservoirs surfaciques (définis ici comme relevant de la Trame Verte)	Nbr.	Ha	% Lorraine 2.366.320 ha
Réserves naturelles nationales	7	2 037	0,09
Réserves naturelles régionales	6	1 406,5	0,06
Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope	34	1 640	0,07
Zones humides d'intérêt environnemental particulier (ZHIEP) définies dans le cadre des SAGE	0	0	0
Fortement recommandé mais non obligatoire			
Zones humides identifiées dans les SDAGE (notamment dans les registres des zones protégées), leur programme de mesures ou les SAGE: les zones humides remarquables surfaciques du SDAGE ont été choisies pour les 3 bassins versants.	465	55 244,8	2,33
Réserves biologiques domaniales et forestières	34	5 491,1	0,23





Socle obligatoire pour les réservoirs linéaires (définis ici comme relevant de la Trame Bleue)	Km	% Lorraine ¹⁴
Couvertures végétales permanentes le long des cours d'eau mentionnées au I de l'article L.211-14 du Code de l'Environnement	0	0
Cours d'eau classés en liste 1 ou 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement (base : BD Carthage, information sur les 3 bassins versants)	6 529,3	44,6
Fortement recommandé mais non obligatoire		
Espaces de mobilité des cours d'eau identifiés dans les SDAGE ¹⁵	687	4,7

Concernant les couvertures végétales permanentes (article L.211-14 du Code de l'environnement), aucune précision n'a été apportée par l'Etat à ce jour. La liste sera arrêtée par l'autorité administrative en lien avec la Directive Cadre sur l'Eau et la PAC, le public devant être consulté dans les départements concernés.

Concernant les zones humides remarquables des SDAGE et les espaces de mobilité des cours d'eau, il faudra éventuellement s'adapter aux critères de révision qui pourraient être mis en œuvre en 2015 dans le cadre de la révision des SDAGE. Cette opération sera réalisée lors de la prochaine révision du SRCE en 2021.

2.2.2. Réservoirs de Biodiversité retenus après analyse

Le décret sur les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques liste les autres zones de protection et zonages d'inventaires dont la contribution à la TVB doit être analysée au cas par cas. Les réservoirs de biodiversité suivants ont été retenus.

14 La BD Carthage 2012 et la BD Topo 2013 recensent des linéaires très différents : 26.681 km pour la BD Topo contre 14.620 km pour BD Carthage. Malheureusement les deux types de couches ne sont pas interopérables. Les pourcentages cités ne le sont donc qu'à titre indicatif par rapport à l'une ou l'autre des géodatabases et ne peuvent être cumulés.

15 Base : BD Carthage bassin Rhin-Meuse, pas de données SIG pour les autres bassins versants, pas d'information dans les SAGE et les Schémas Départementaux de Carrières

Tableau 7 : espaces retenus au cas par cas			
Retenus après étude au cas par cas pour les réservoirs surfaciques (définis ici comme relevant de la Trame Verte)	Nbr.	Ha	% Lorraine 2.366.320 ha
Sites classés au titre du patrimoine naturel (thèmes « site naturel » et « grand paysage »)	29	5 698,29	0,24
Sites Natura 2000	95	194 365,6	8,21
Réserve nationale de chasse et faune sauvage	1	1 720,68	0,07
Propriétés du CELRL ¹⁶	4	99	0,004
Espaces gérés par le CEN-Lorraine	278	5 881,84	0,25
Les bois et forêts classés ou en cours de classement comme forêts de protection pour cause d'utilité publique ¹⁷ (article L. 141-1 du code forestier)	2	14 168,62	0,60
ZNIEFF de type I ¹⁸	778	291 427	12,31
Les Espaces Naturels Sensibles des Départements absents des autres réservoirs de biodiversité surfaciques ¹⁹	-	1 163,37	0,05
Tourbières identifiées par le CEN-Lorraine	367	1 133,32	0,05

Retenus après étude au cas par cas pour les réservoirs linéaires (définis ici comme relevant de la Trame Bleue)	Km	% Lorraine ²⁰
Réservoirs biologiques du SDAGE (base : BD Carthage, information sur les 3 bassins versants)	2 604,47	17,8
Masses d'eau en très bon ou en bon état écologique 2013 (base : BD Carthage)	2 113,71	14,46
Parties de cours d'eau incluses dans les réservoirs de biodiversité surfaciques (base : BD Topo)	7 105,1	26,7
Zones de présences d'écrevisses autochtones, données des fédérations départementales de pêche, coordination FDP-54 (base : inconnue)	439,7	-
Les Espaces Naturels Sensibles rivières des Départements de la Meuse et des Vosges (base : BD Carthage).	789,25	5,40

16 Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres

17 Pour l'une des deux forêts de protection, la Forêt de Haye, l'enquête publique a eu lieu à l'automne 2013 (périmètre de 10.476 ha) mais l'arrêté de protection n'a pas encore été pris.

18 La différence de superficie avec celle annoncée sur le site de la DREAL est liée aux différences de logiciels et de projections.

19 Pour le département des Vosges, seuls ceux dont la mise à jour est postérieure à 2007 ont été retenus

20 Cf. la note du tableau précédent





La superficie totale des Réservoirs de Biodiversité surfaciques est de 410 447,30 ha soit 17,35 % de la Région Lorraine. Les sources géoréférencées pour les réservoirs-corridors n'étant pas interoperables, il n'est pas possible de calculer à ce jour le nombre de kilomètres linéaires pour la Trame Bleue.

2.2.3. Commentaires sur les choix opérés

- Le décret sur les ONTVB stipule qu'il faut prendre en compte l'évolution de ces zones dans la mesure du possible. Pour la Lorraine, elles seront arrêtées à la date du SRCE et revues lors de sa révision en 2021.
- L'inclusion des ZNIEFF de type 1 au titre des espaces importants pour la biodiversité apporte une additionnalité au SRCE. Rappelons que les ZNIEFF de type 1 sont identifiées à partir de critères publiés et validés par le Muséum National d'Histoire Naturelle après avis du Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel. Il reste environ 350 ZNIEFF de l'ancienne génération qui n'ont pas été révisées dont une centaine avec des premières propositions et des processus de validation allant jusqu'à 2014/2015. Sur cet échantillon, environ 80 pourraient ainsi être validées et une vingtaine supprimées. Aucune n'a été conservée pour le moment. Les ZNIEFF 1 qui seront validées dans le futur sont légitimes au sein de la démarche SRCE mais elles ne seront intégrées que lors du prochain processus de révision du SRCE, en 2021, après validation des données par le MNHN.
- Tous les départements de Lorraine ont une politique Espaces Naturels Sensibles (ENS). Ces espaces sont identifiés par les services techniques des conseils généraux sur des critères propres aux départements concernés puis validés par des assemblées d'élus. Ils ont donc pleine légitimité à intégrer le SRCE. Néanmoins, ils sont quasiment tous repris dans les autres réservoirs de biodiversité (ex : la plupart d'entre eux sont aussi en ZNIEFF de type 1). Ainsi, seuls ont été identifiés, après une consultation des services des conseils généraux, les ENS ou parties d'ENS non présents dans les autres réservoirs de biodiversité et jugés importants par les départements.
- Plusieurs espaces bénéficient déjà de procédures réglementaires et leur inclusion dans la TVB est logique tant du point de vue des critères qui ont permis de classer ces sites que de la cohérence avec la volonté publique de les préserver : sites classés au titre du patrimoine naturel (thèmes nature et grands paysages, les arbres, parcs ou patrimoine bâti n'ayant pas été conservés), forêts de protection, sites Natura 2000, réserves nationales de chasse et de faune sauvage, etc..
- Concernant les sites Natura 2000, il faut savoir que tant le discours communautaire que celui de l'état français est de ne pas considérer le réseau comme protégé par défaut ou mis sous cloche. La Commission européenne édite ainsi des guides sur la réalisation de parcs éoliens ou de carrières au sein des sites du réseau. La procédure est par contre très stricte et l'état de conservation d'un certain nombre d'habitats et d'espèces ne doit pas être dégradé.
- Un certain nombre de sites fait l'objet d'une maîtrise d'usage ou d'une maîtrise foncière avec une part importante, si ce n'est totale, de fonds publics investis. Ils visent des milieux naturels de qualité et les intégrer dans les réservoirs de biodiversité se justifie. Il s'agit avant tout des terrains maîtrisés par le Conservatoire des Espaces Naturels de Lorraine.

- Pour les cours d'eau, en lien avec les obligations de la Directive Cadre sur l'Eau, les cours d'eau en très bon état écologique ou en bon état écologique 2013 ont été considérés comme réservoirs de biodiversité.
- Au vu de leur grande fragilité, toutes les tourbières ont été intégrées. Elles correspondent aux inventaires du CEN-Lorraine souvent issus des suivis écologiques menés par cet organisme en collaboration avec l'Agence de l'eau et le Conseil Régional de Lorraine. Le SIG des propriétés du CEN-Lorraine (mis à jour en décembre 2012) a aussi pu être utilisé dans ce cadre.

L'intégration de certaines Zones de Protections Spéciale (ZPS) très larges et comprenant des villes et des villages a été conservée. Il en va ainsi de la ZPS de Jarny-Mars-la-Tour (plus de 8.000 ha) qui vise avant tout les populations de rapaces des zones de grandes cultures. Deux stratégies étaient alors possibles :

- Il pouvait être convenu de ne pas prendre en compte les parties des sites Natura 2000 considérées par l'occupation du sol en tant que surface construite ou zones artificialisées. Cependant, cela revenait à donner une forte importance à la limite du site au détriment du projet en lui-même et devait s'appliquer à toutes les autres catégories de réservoirs de biodiversité.
- Les limites pouvaient ne pas être modifiées en laissant aux échelons infrarégionaux et aux projets le soin de démontrer la prise en compte ou le choix justifié de non prise en compte.

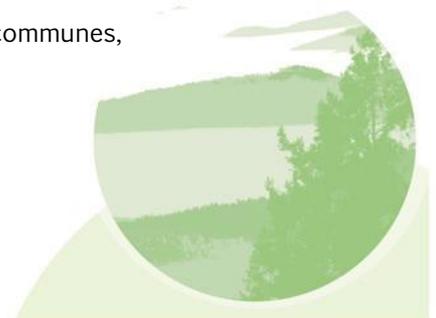
La deuxième option a paru la plus appropriée. Elle permet par ailleurs de respecter le principe de subsidiarité. Cette question s'étendait bien évidemment à tous les réservoirs de biodiversité qui, dans leur globalité, intègrent près de 5.000 ha de zones bâties et de 1.300 ha de zones artificialisées.

Les territoires des Parcs Naturels Régionaux de Lorraine, des Ballons des Vosges et des Vosges du Nord n'ont pas été retenus. Quels que soient les efforts menés en faveur de la biodiversité sur ces territoires, leurs tailles et leurs caractéristiques territoriales ne permettent pas de conserver ces espaces dans leur ensemble. Il en va de même pour certaines méga-zones qui sont très hétérogènes. Ainsi les ZNIEFF de type II, même si elles intègrent souvent des zones de grand intérêt, la réserve de Biosphère (au sein du PNR des Vosges du Nord) et la Zone Ramsar (au sein du PNR de Lorraine) n'ont pas été conservées. Les parties les plus importantes de ces sites sont déjà intégrées au titre des autres catégories.

2.2.4. Réservoirs de biodiversité potentiels relevant du niveau infrarégional

Si l'on suit le décret portant adoption des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques, de nombreux autres réservoirs de biodiversité peuvent potentiellement être choisis. Dans le cadre de l'élaboration de la TVB en Lorraine, il a été considéré qu'un principe de subsidiarité était nécessaire. Ainsi les documents d'urbanisme infrarégionaux (SCoT, PLU, ...) peuvent, en fonction des expertises menées, choisir ou non d'intégrer les espaces suivants parmi les réservoirs de biodiversité :

- les zones agricoles protégées et les formations linéaires boisées (articles L. 112-2 et L.126-3 du code rural et de la pêche maritime),
- les forêts domaniales et communales (article L. 211-1 du code forestier),
- les espaces identifiés par les atlas de la biodiversité dans les communes,





- les réserves de pêche (article L. 436-12 du code de l'environnement) si une gestion conservatoire est prévue,
- les réserves de chasse et de faune sauvage organisées en réseaux départementaux (article L. 422-27 du code de l'environnement) si une gestion conservatoire est prévue,
- les immeubles situés dans les zones de préemption du Conservatoire du littoral et des Départements au sens de l'article L. 142-3 du code de l'urbanisme,
- les axes identifiés comme prioritaires ou importants pour le maintien et la restauration des habitats naturels et habitats d'espèces aquatiques (secteurs pertinents du registre des zones protégées de la DCE,...),
- les masses d'eau prioritaires pour les opérations sur l'hydromorphologie listées dans les enjeux de migration locale entre zones de reproduction, croissance et alimentation d'espèces non prises en compte dans les classements de cours d'eau,
- les espaces revêtant au moins un caractère semi-naturel situés dans des périmètres de protection de captage d'eau, dans des carrières en activité ou réaménagées, dans des centres d'enfouissement techniques en activité ou réaménagés, dans des friches ou sites industriels, dans certaines bordures d'ouvrages linéaires situés en zone urbaine,
- le dessus ou le dessous des réseaux de transport (gaz ou électricité...),
- les sites inscrits,
- les frayères protégées par l'article R.432 du Code de l'Environnement. Les inventaires et les arrêtés concernant leur désignation en sont au stade suivant (décembre 2013) :
 - publication pour la Moselle,
 - en fin de procédure pour la Meuse,
 - en cours de délimitation pour la Meurthe-et-Moselle,
 - non réalisé pour les Vosges.

2.2.5. Choix pour les régions et pays limitrophes

Pour compléter la cartographie sur les régions voisines, les réservoirs de biodiversité ont été définis en se basant sur les mêmes informations que pour la Lorraine, de façon à conserver une homogénéité de traitement. En effet, il n'existe pas d'harmonisation interrégionale sur la définition des réservoirs de biodiversité. Les cartes produites n'engagent pas les régions voisines en ce qui concerne ces réservoirs. Enfin, pour les pays limitrophes, seuls les sites Natura 2000 ont été inscrits en tant que réservoirs de biodiversité sachant que ces pays peuvent éventuellement avoir une définition plus vaste.

2.3. Étape 3 : définir les perméabilités

2.3.1. Sélection des sous-trames

Une sous-trame représente l'ensemble des espaces constitués par un même type de milieu identifié au niveau régional à partir de l'analyse de l'occupation des sols. Un point du territoire peut éventuellement appartenir à plusieurs sous-trames selon la typologie utilisée (ex : une prairie de la sous-trame des milieux herbacés peut aussi appartenir à la sous-trame des milieux thermophiles). Il existe deux catégories de sous-trames en Lorraine :

- les sous-trames généralistes qui représentent les grandes sous-trames structurantes pour le paysage régional,
- les sous-trames spécialisées constituées d'habitats particuliers et souvent propres à la région.

A. *La sous-trame des milieux forestiers*

Cette sous-trame généraliste concerne tous les types de boisements (feuillus, résineux, mixtes, alluviaux...) quel que soit leur taille (forêts, petits boisements, bosquets...).

B. *La sous-trame des milieux herbacés*

Cette sous-trame généraliste intègre les divers types de prairies permanentes de même que le saltus ou les milieux de transition (friches, prairies-pelouses non agricoles, bermes routières...). Les vergers y ont été associés car ils sont souvent présents au sein de prairies.

C. *La sous-trame des zones alluviales ou humides*

Cette sous-trame intègre toutes les eaux de surface non courantes, différentes zones humides (tourbières et marais) ainsi que tous les milieux, en général humides, dépendant des hydrosystèmes (eaux courantes et/ou phréatiques). Elle est en fait composée d'une sous-trame généraliste (zones humides) et d'une sous-trame plus spécialisée, (zones alluviales), composante importante du paysage lorrain. Après divers tests, il a été décidé de fusionner ces deux sous-trames.

Les eaux de surface non courantes ont été réparties en plusieurs classes selon leur superficie (ex : petit étang ou plan d'eau inférieur ou égal à 1 ha) et regroupent les points d'eau stagnants tels que les mares de diverses tailles, les étangs, les lacs ou encore les plans d'eau issus de carrières.

Selon les caractéristiques topographiques du paysage en lit majeur, la nature des sols et des nappes, les prairies et les boisements pourront afficher un caractère plus ou moins hygrophile au sein des zones alluviales. Le caractère humide reste cependant potentiel, différents facteurs n'étant à ce jour pas pris en compte (microtopographie, drainage...).

D. *La sous-trame des milieux thermophiles*

Les zones thermophiles, caractéristiques du paysage lorrain, sont définies principalement selon la pente, l'exposition et la nature géologique. La couche des zones thermophiles a été élaborée par la Région Lorraine en 2010. Cette sous-trame est souvent très riche d'un point de vue biologique.





E. La sous-trame aquatique des cours d'eau

Cette sous-trame généraliste intègre des cours d'eau de toutes les largeurs (ruisseaux même intermittents, rivières et grandes rivières) qu'ils soient naturels ou plus artificialisés (canaux). C'est elle qui compose la base de la Trame Bleue à proprement parler (les zones humides pouvant appartenir tant à la Trame Verte qu'à la Trame Bleue). Pour cette sous-trame on parlera de réservoirs-corridors pour les tronçons retenus.

2.3.2. Méthode d'analyse des perméabilités

La détermination des continuités écologiques est principalement basée sur différentes techniques de modélisation via des traitements SIG de l'occupation des sols. Plusieurs méthodologies d'analyse ont d'ores-et-déjà été utilisées en France dans le cadre de réalisations de SRCE, de SCoT ou d'autres TVB locales sur une région donnée. Si l'on met à part l'analyse terrain ou celle de la photo-interprétation locale, adaptées à des grandes échelles ou des zooms, il existe différentes techniques de modélisation pour aider la démarche.

Deux d'entre-elles sont classiquement retenues (l'analyse « dilatation-érosion » et l'analyse « coût-déplacement ») mais de nombreuses variantes ou autre approches sont possibles.

La méthode de dilatation-érosion, dite méthode « CRENAM²¹ », est basée sur l'utilisation du mode vectoriel des SIG. Elle avait été utilisée par la Région Lorraine en 2009 pour ses premiers travaux. La méthode repose sur la définition de zones tampons positives ou négatives pour faire émerger des continuités. Cette méthode, structurelle et non fonctionnelle, est moins précise que le coût-déplacement car elle prend peu en compte la résistance des milieux périphériques. Elle n'a pas été retenue pour le SRCE Lorraine.

La méthode « coût-déplacement » analyse la connectivité fonctionnelle par opposition à d'autres qui analysent la connectivité structurelle. Elle est donc plus précise. Elle regroupe des approches avec des dénominations multiples : coût-déplacement, trajectoires ou distances de moindre coût, aires de migration simulées, cartes d'accessibilité... La méthode repose sur une modélisation numérique à partir de rasters d'occupation du sol. Elle prend en compte les différentes typologies d'occupation du sol et les caractéristiques écologiques propres aux espèces cibles étudiées ou aux guildes d'espèces étudiées.

Des coefficients de friction ou de rugosité sont ainsi définis pour chaque maille de 5m x 5m selon la nature du milieu et la capacité de l'espèce à le traverser plus ou moins facilement. On calcule ainsi un coût énergétique lié au déplacement jusqu'à épuisement d'un capital maximum lié aux distances maximums de déplacement connues pour l'espèce ou définies pour la guildes.

Il s'agit de la méthode retenue pour le SRCE.

21 Proposée par le Centre de REcherche sur l'ENvironnement et l'AMénagement, CNRS, UMR 5600, Université de Saint-Etienne

2.3.3. Étude des perméabilités par coût-déplacement

2.3.3.1. Espèces cibles et guildes d'espèces retenues par sous-trames

L'étude des perméabilités est à la base de la définition des corridors écologiques. Elle repose sur une modélisation informatique à partir de l'occupation du sol et des capacités de déplacements des espèces.

Les guildes d'espèces correspondent à un ensemble d'espèces appartenant à un même groupe fonctionnel et qui exploitent une niche écosystémique similaire avec des exigences écologiques comparables en termes d'habitat et de possibilités de déplacement. La caractérisation des guildes ne repose pas uniquement sur les espèces de cohérence nationale. Elles intègrent aussi d'autres espèces intéressantes, qu'elles soient patrimoniales ou dites « de nature ordinaire ».

Il faut préciser que certaines guildes ne peuvent pas être utilisées car des informations "clés" manquent pour caractériser les habitats spécialisés. Par exemple, en l'absence de cartographie spécifique des vieux boisements ou des gros bois, on ne peut pas modéliser les continuums pour les espèces cavernicoles (Oiseaux, Chauve-souris, insectes). Enfin, les guildes ne prennent que peu en compte les logiques liées aux espèces trop mobiles (oiseaux) ou trop peu mobiles (insectes non volants...) parce que la modélisation à l'échelle régionale conduirait à considérer pour les premières que toute la région est interconnectée, ou pour les secondes, que tous les réservoirs de populations sont isolés. Par contre, les logiques d'habitats inhérentes aux sous-trames permettent tout de même de prendre en compte leurs caractéristiques stationnelles.

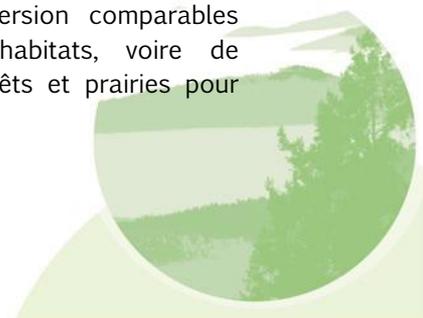
Selon les sous-trames, de 2 à 5 guildes d'espèces, présentant des utilisations variées de l'espace, ont pu être utilisées. Pour une sous-trame donnée, chaque guildes est caractérisée en fonction des capacités de dispersion et de franchissement d'obstacles et selon l'adaptation des espèces cibles choisies à différents types de milieux naturels. Trois catégories de guildes sont visées lorsque cela est possible. Ce qui est important, c'est la variabilité des niveaux d'exigences. Ces catégories sont les suivantes.

- Catégorie a, niveau d'exigence le plus faible : espèces plus ou moins ubiquistes, ou à grand rayon de dispersion et/ou ayant de bonnes capacités de franchissement,
- Catégorie b, niveau d'exigence moyen : espèces plus spécialisées ou à rayon de dispersion moyen et/ou ayant des capacités de franchissement moyennes,
- Catégorie c, niveau d'exigence le plus fort : espèces spécialisées ou à faible rayon de dispersion et/ou ayant des capacités de franchissement faibles.

Les guildes utilisées visent à obtenir des gradients de continuums utiles pour les visions de synthèse et les simulations de déplacement.

A. Choix des guildes pour la sous-trame des milieux forestiers

La guildes des grands mammifères (catégorie a) regroupe des espèces aux capacités de dispersion importantes puisque représentant plusieurs dizaines de kilomètres (ex : 40 km pour le Chevreuil, 80 km pour le Sanglier). De plus, elles sont en mesure de se déplacer facilement dans plusieurs types de grands milieux (forêts, prairies, cultures) notamment via leurs facultés de franchissement d'obstacles. Cette guildes se distingue de celle des mammifères moyens ubiquistes (catégorie b1), aux capacités de dispersion comparables (ex : 30 km pour Blaireau) mais plus exigeantes en termes d'habitats, voire de franchissement d'obstacles (ex : besoin de la complémentarité entre forêts et prairies pour





permettre au Chat forestier de traverser). Cette guildes se rapproche par ailleurs de la guildes des chiroptères forestiers (catégorie b2) qui dispose de plus d'aisance à franchir les obstacles (espèces volantes) mais qui est exigeante sur la présence d'éléments de guidage (haies, lisières, bosquets). Enfin, la guildes des papillons forestiers (catégorie c1) et celle des coléoptères de montagne (catégorie c2)²² se démarquent des autres par leurs fortes affinités forestières (en particulier les forêts de résineux pour les Cérambycidés ciblés) et leurs capacités de dispersion faibles (moins de 5 km pour les espèces cibles).

B. Choix des guildes pour la sous-trame des milieux herbacés

A l'image de l'analyse précédente, la guildes des papillons des milieux herbacés (a) possède le plus d'aptitudes à se déplacer, exploiter des milieux variés (prairies, friches, lisières, etc.) sans que la présence d'obstacles influent véritablement sur leurs déplacements. La guildes des mammifères moyens (b) retenue se disperse jusqu'à 10 km (ex : Lièvre d'Europe) dans bon nombre de milieux, mais ce phénomène est plus limité lorsqu'apparaissent des obstacles. Enfin, les guildes des orthoptères des plaines et plateaux (c1) ou de montagne (c2), sont représentées par des espèces généralement peu mobiles sur de longues distances. Elles exploitent des habitats plus spécifiques (ex : Decticelle des alpages dans les chaumes d'altitude) et peuvent rester plus ou moins sensibles à la présence d'obstacles.

C. Choix des guildes pour la sous-trame des milieux ouverts thermophiles

Seules deux guildes ont été retenues pour cette sous-trame, et aucune de catégorie (a). La guildes des orthoptères et papillons thermophiles (b) est représentée par des espèces cibles à forte exigence en termes d'habitats xérophiles (ex : Azuré du thym, Caloptène italien), mais dont les capacités de dispersion de plusieurs kilomètres leur permettent de coloniser facilement de nouveaux milieux sans que les obstacles ne soient réellement bloquants (espèces volantes). La guildes des reptiles (c), moins mobile (ex : 6 km pour la Coronelle lisse) et plus sensible aux obstacles, peut tout de même s'accommoder de milieux assez variés pourvus qu'existent des micro-habitats favorables où ils peuvent se dissimuler.

D. Choix des guildes pour la sous-trame des zones alluviales ou humides

Initialement séparées, ces deux sous-trames ont bénéficié d'un plus grand nombre de guildes.

La guildes des amphibiens ubiquistes (a) est celle qui possède la plus forte faculté de dispersion (plus de 10 km pour le complexe des Grenouilles vertes par exemple) et de colonisation de points d'eau de tout type. Seule la présence d'obstacles (infrastructures notamment) peut freiner singulièrement leurs déplacements en phase terrestre. La guildes des reptiles des zones humides et boisements alluviaux (a), représentée essentiellement par la Couleuvre à collier, possède de faibles distances de dispersion (quelques kilomètres) mais une forte valence écologique dans le choix des zones vitales. La présence d'obstacles peut, selon les cas (infrastructures routières surtout), lui être assez néfaste.

La guildes des odonates des eaux stagnantes (b) n'est pas influencée dans ses mouvements aériens par les barrières physiques, d'autant plus que les espèces cibles qui la représentent peuvent se disperser facilement sur plusieurs kilomètres de distance. En revanche, ces dernières exigent des zones humides souvent assez spécifiques telles que les tourbières (ex : Cordulie arctique). Les espèces cibles qui caractérisent la guildes des papillons et orthoptères des milieux prairiaux alluviaux (b) sont généralement dépendants d'habitats et de micro-habitats à fort caractère hygrophile. Sauf cas particulier (ex : distance de dispersion de

²² Des modélisations différentes existent pour la zone montagne

20 km pour le Cuivré des marais qui n'est pas exclusivement dépendant d'un substrat humide), ces espèces se dispersent globalement peu (moins de 1 000 m pour le Conocéphale des roseaux contre 3 km pour le Criquet ensanglanté) et peuvent être fortement sensibles à la présence d'obstacles (cas des Azurés des paluds/sanguisorbe).

Enfin, la guildes des amphibiens spécialistes (c) se disperse peu dans les habitats terrestres bordant les zones humides (1 à 2 km), ce qui limite d'autant plus leurs capacités à franchir des obstacles. Les zones de reproduction exploitées peuvent toutefois être assez variées et situées dans différents types de milieu (ex : forestiers, prairiaux, voire contexte plus urbain). On notera pour ces deux dernières guildes que la répartition entre les catégories (b et c) est difficile.

Tableau 8 : liste des guildes et espèces cibles utilisées pour les différentes sous-trames					
Sous-trames	Guildes				
	Catégorie a	Catégorie b		Catégorie c	
		b1	b2	c1	c2
Milieu forestiers	Grands mammifères (ex : Chevreuil, Sanglier, Chamois, etc.)	Mammifères moyens ubiquistes (ex : Chat forestier*, Blaireau, etc.)	Chiroptères forestiers (ex : Petit Rhinolophe*, Murin de Bechstein, Barbastelle d'Europe, etc.)	Papillons des plaines et plateaux (ex : Bacchante*, Tircis, Petit sylvain, etc.)	Coléoptères de montagne (Oxymerus cursor, Molorchus minor, Carilia virginea, etc.)
Milieu prairiaux et de transition	Papillons des milieux herbacés (ex : Demi-deuil, Piéride de la rave, Azuré commun, Damier de la succise, etc.)	Mammifères petits/moyens (ex : Lapin, Lièvre, etc.)		Orthoptères de plaines et plateaux (ex : Phanéroptères commun, Grande Sauterelle verte, etc.)	Orthoptères de montagne (ex : Miramelle des alpes, Decticelle des alpages, Barbitiste ventru, etc.)
Milieu ouverts thermophiles	-	Papillons (ex : Azurés bleu-céleste et bleu nacré, Azuré du serpolet, etc.) et orthoptères (ex : Decticelle chagrinée, Caloptène italien, etc.)		Reptiles (ex : Lézard des souches*, Coronelle lisse*)	
Zones humides : mares, plans d'eau, tourbières et marais	Amphibiens ubiquistes (ex : Grenouilles « vertes », Crapaud commun)	Odonates des eaux stagnantes (ex : Epithèque bimaculée*, Cordulie alpestre*, Leucorrhine douteuse*)		Amphibiens spécialistes (ex : Tritons crêté*, ponctué*, palmé* et alpestre*)	
Zones alluviales	Reptiles des zones humides et des boisements alluviaux (ex : Couleuvre à collier)	Papillons (ex : Azurés des paluds/sanguisorbe*, Cuivré des marais, etc.) et Orthoptères (ex : Conocéphale des roseaux*, Criquet ensanglanté, etc.) des milieux prairiaux alluviaux		Amphibiens spécialistes (ex : Tritons crêté*, ponctué*, palmé*, Salamandre tachetée)	

* : espèce de cohérence nationale pour le territoire lorrain





2.3.3.2. Élaboration des perméabilités

Une espèce considérée, ou par extension sa guilda, dispose d'un potentiel énergétique au départ des milieux favorables d'un réservoir de biodiversité. Avec l'algorithme utilisé dans le modèle du « coût-déplacement », le passage d'un pixel d'occupation du sol à un autre fait « perdre des points » d'énergie correspondants au coût de friction de l'habitat traversé par l'espèce.

Deux paramètres importants vont permettre de calibrer le modèle : les distances maximales de déplacement et les classes de résistance. Sur cette base seront créés des coefficients de résistance qui pourront être appliqués aux pixels traversés afin de visualiser sur une carte les perméabilités.

A. Distances maximales de déplacement

Les distances maximales de déplacement attribuées à chaque guilda d'espèces sont issues d'une recherche bibliographique et de discussions avec des experts naturalistes sur la base de plusieurs dizaines de publications scientifiques et de documents spécialisés. Ces distances sélectionnées sont parfois liées aux aires vitales des espèces étudiées. Le but est d'observer les trajectoires possibles pour chaque guilda d'espèces dans le cas d'un comportement de dispersion mais aussi de recherche de nourriture ou de migration saisonnière entre les sites d'estivage et d'hivernage comme celle des amphibiens ou des cervidés.

La distance maximale de déplacement doit permettre in fine de mettre en évidence les perméabilités et corridors et n'est donc pas la distance réelle de dispersion d'une espèce. Par précaution, et pour ne pas contraindre le modèle, ces distances ont plutôt été maximisées parfois par un facteur de 2-3. Cela permet de prendre en compte le facteur temps, les événements exceptionnels, le fait que l'on s'intéresse essentiellement aux individus les plus mobiles d'une population ou encore le manque de données biologiques. En effet, il ne faut pas que la distance constitue un facteur limitant pour l'expression des continuités dans le paysage.

B. Classes de résistance

Pour chaque guilda d'espèces, des classes de résistance sont établies sur la base de huit niveaux d'attractivité/répulsion. Elles sont établies pour chaque type d'occupation du sol et vont de 1 pour les milieux structurants à 8 pour les milieux bloquants, avec les six classes intermédiaires. Ces classes sont fonction de l'affinité de chaque guilda d'espèces pour les différents milieux de l'occupation du sol. L'objectif est de disposer de valeurs de coût pour chaque pixel de 5 m de côté traversé.

Le choix de ces classes a fait l'objet de concertations entre experts naturalistes afin qu'elles soient le plus proche possible de l'écologie des espèces ou guildes sélectionnées. Elles ont par ailleurs été harmonisées entre les différentes guildes afin d'obtenir un résultat cohérent. Pour une sous-trame donnée, il reste possible que le caractère répulsif ou attractif de certains types d'occupation du sol puisse répondre à d'autres logiques que celle choisie. Néanmoins, le caractère logarithmique du modèle limite les écarts entre deux catégories (sauf pour le milieu bloquant).

C. Coefficients de résistance

L'algorithme utilisé va permettre de calculer des coefficients de résistance en fonction des distances maximales de déplacement et des classes de résistance selon les milieux de l'occupation du sol. Ces coefficients permettront pour une grille d'une sous-trame donnée de créer une carte des perméabilités (ou cartes de coûts).

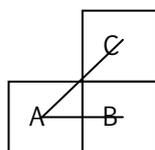
À partir des milieux structurants des réservoirs de biodiversité²³, des aires de déplacement potentielles vont être calculées en fonction de la distance maximale définie.

Chaque coefficient de résistance traduit le coût physiologique que la traversée d'un pixel implique et donc le caractère plus ou moins favorable (voire très défavorable) au déplacement des individus pour chaque catégorie d'occupation du sol. Le coefficient de résistance est exprimé en « mètres consommés/mètres parcourus ». En revanche chaque déplacement dans le modèle se fait sur des pixels de 5 m. Ainsi, lorsque la distance encore consommable est inférieure à 5 m, le pixel devient bloquant. C'est en particulier le cas pour toutes les catégories d'occupation du sol dont la classe de résistance est bloquante.

Par contre, au sein des milieux les plus structurants d'un réservoir de biodiversité, l'individu est censé ne pas être bloqué par ses consommations énergétiques, sachant qu'il peut se ressourcer en tout point du réservoir.

D. Aspects techniques de l'algorithme de calcul

Les aires de déplacement potentielles sont calculées par un algorithme d'accumulation de coûts :



$$\text{Coût}_{AB} = p \times \frac{\text{Coût}_A + \text{Coût}_B}{2}$$

p = taille de la cellule

Coût_A = valeur de coût de la cellule A

Chaque cellule d'occupation des sols (pixel de 5 m de côté) a un coût de passage. L'algorithme commence au centre d'une cellule source et passe ensuite aux centres des cellules adjacentes. Ainsi, il calcule le coût de passage d'une cellule à l'autre : pour cela, il estime la moyenne des coûts et la multiplie par la distance entre le centre des deux cellules. Pour les cellules en diagonale, il ajuste la valeur en multipliant le résultat par la racine carrée de 2. La fonction « distance de coût » sous ArcGis permet de calculer cet algorithme.

Les coefficients de résistance U_x suivent une évolution exponentielle et peuvent donc être calculés par le biais d'une suite géométrique :

$$U_{n+1} = q \times U_n$$

q = raison de U

²³ Ou de tout point de départ connu (gîtes, sites de reproduction...) pour des simulations plus précises





Le coefficient de résistance minimal est fixé par définition à 1 puisque 1 mètre parcouru doit consommer au minimum 1 mètre de la distance maximale à parcourir. Le coefficient de résistance maximal est attribué à tout milieu considéré comme bloquant : dès son départ d'une cellule source, l'espèce consomme la totalité de son « capital ». Il dépend directement de la distance de déplacement maximale définie pour chaque guildes et de la taille des cellules :

$$d = p \times ((U1 + U8)/2)$$

U_x = coefficient de résistance ; p = largeur du pixel ; d = distance de déplacement choisie.

Avec $U1=1$, cette formule permet de calculer la raison de la suite géométrique, et ainsi calculer les différentes valeurs de U_n . $U8$ correspond à l'épuisement total du modèle c'est-à-dire au coefficient de résistance d'un milieu bloquant. Il est lié à la distance maximale choisie et à la largeur du pixel :

$$U8 = [(2 \times d)/p] - 1$$

Le coefficient de résistance est différent en fonction de la guildes considérée puisqu'il est directement lié à la distance de déplacement maximale.

Les coefficients de résistance intermédiaire (des niveaux 2 à 7) suivent donc une progression géométrique dont la raison q est définie par :

$$q = \sqrt[n-1]{U_n}$$

On peut alors calculer les coefficients de résistance de chaque niveau grâce à $U8$ et q :

Tableau 9 : coefficients de résistance		
Classe	Milieux	Coefficient
1	Milieux structurants	$U1 = 1$
2	Milieux très attractifs	$U2 = qU1$
3	Milieux attractifs	$U3 = qU2$
4	Milieux favorables	$U4 = qU3$
5	Milieux peu favorables	$U5 = qU4$
6	Milieux répulsifs	$U6 = qU5$
7	Milieux très répulsifs	$U7 = qU6$
8	Milieux bloquants	$U8 = qU7$

Ce modèle mathématique basé sur une suite géométrique est le plus adapté que l'on connaisse à ce jour. Néanmoins, l'utilisation de 8 classes revient à être relativement sévère sur les possibilités en matière de continuité, donc de déplacement des espèces, dès la classe 2. C'est pourquoi, les coefficients de résistance, et donc les distances qui peuvent être parcourues, ont été recalculés sur 11 classes avec :

- élimination de la catégorie intermédiaire séparant les milieux « perméables » des milieux « résistants » de façon à mieux caractériser la différence entre les deux catégories de milieux et augmenter les capitaux de déplacement dans les milieux perméables (ex : pour les milieux très perméables, la distance passe ainsi de 12 165 m pour un calcul à 8 classes à 16 667 m pour un calcul à 11 classes),
- élimination des catégories non significatives en termes de capitaux de déplacement (ex : entre 3 m et 49 m au 1/100.000).

A titre d'exemple, sont présentés ci-dessous les coefficients de résistance de la guildes des grands mammifères de la sous-trame des milieux forestiers pour lesquels la distance de déplacement maximale est fixée à 50 000 m.

Tableau 10 : les coefficients de résistance de la guildes des grands mammifères de la sous-trame des milieux forestiers			
Sous-trame des milieux forestiers Guildes : grands mammifères	Coefficients de résistance pour 11 classes	Coefficients de résistance pour les 8 classes retenues	Capital de déplacement pour le milieu considéré
Milieux structurants (1)	1	1	50 000 m
Milieux très perméables (2)	3	3	16 667 m
Milieux perméables (3)	7	7	7 143 m
Milieux semi-perméables (4)	20	20	2 500 m
	53		
Milieux assez résistants (5)	141	141	355 m
Milieux résistants (6)	381	381	131 m
Milieux très résistants (7)	1 025	1 025	49 m
	2 767		
	7 472		
Milieux bloquants (8)	19 999	19 999	3 m
$q = 10\sqrt{19\,999}$	2,69		

Dans l'exemple choisi, pour les milieux bloquants, la guildes doit consommer une quantité d'énergie de 19.999 m pour 1 mètre parcouru dans l'espace. En d'autres termes, la guildes épuise théoriquement tout son capital au bout de 3 m de déplacement, soit moins que la taille du pixel qui est de 5 m.

Enfin, pour une sous-trame donnée, les points de départ du modèle correspondent aux milieux structurants présents au sein des réservoirs de biodiversité choisis par le SRCE. Cet exercice peut créer des artefacts mais le choix d'un seuil permet de s'affranchir de ce problème. Ainsi, pour la plupart des guildes des sous-frames, un seuil de 0,01 ha a été choisi pour les points de départ du modèle



2.3.3.3. Classement des perméabilités

La modélisation permet de produire des cartes de perméabilité pour chaque guildes d'espèces d'une sous-trame donnée. Ces cartes peuvent alors être compilées par sous-trame et le SRCE a défini le classement suivant pour les perméabilités :

- pour un pixel donné, les perméabilités sont dites fortes lorsqu'elles sont valides pour toutes les guildes de la sous-trame en même temps,
- pour un pixel donné, les perméabilités sont dites moyennes lorsqu'elles sont valides pour toutes les guildes de la sous-trame sauf une (n-1),
- les perméabilités sont dites faibles dans les autres cas.

2.4. Étape 4 : définir les corridors écologiques

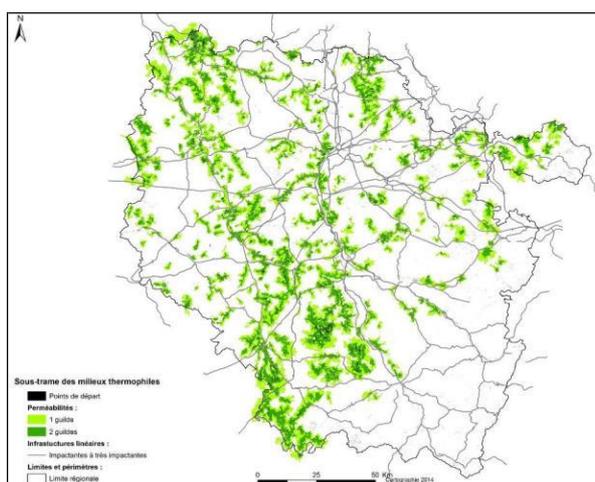
Pour les cours d'eau de la Trame Bleue, les réservoirs de biodiversité sont aussi des corridors écologiques (d'où leur nom de réservoirs/corridors) et il n'a pas été nécessaire de définir de nouvelles zones.

Les corridors écologiques de la Trame Verte ont été définis pour chacune des quatre sous-trames suivantes :

- corridors écologiques des milieux herbacés thermophiles,
- corridors écologiques des milieux herbacés alluviaux ou humides,
- corridors écologiques des autres milieux herbacés²⁴,
- corridors écologiques des milieux forestiers.

La définition des corridors passe par 4 sous-étapes qui seront illustrées ici avec les milieux thermophiles :

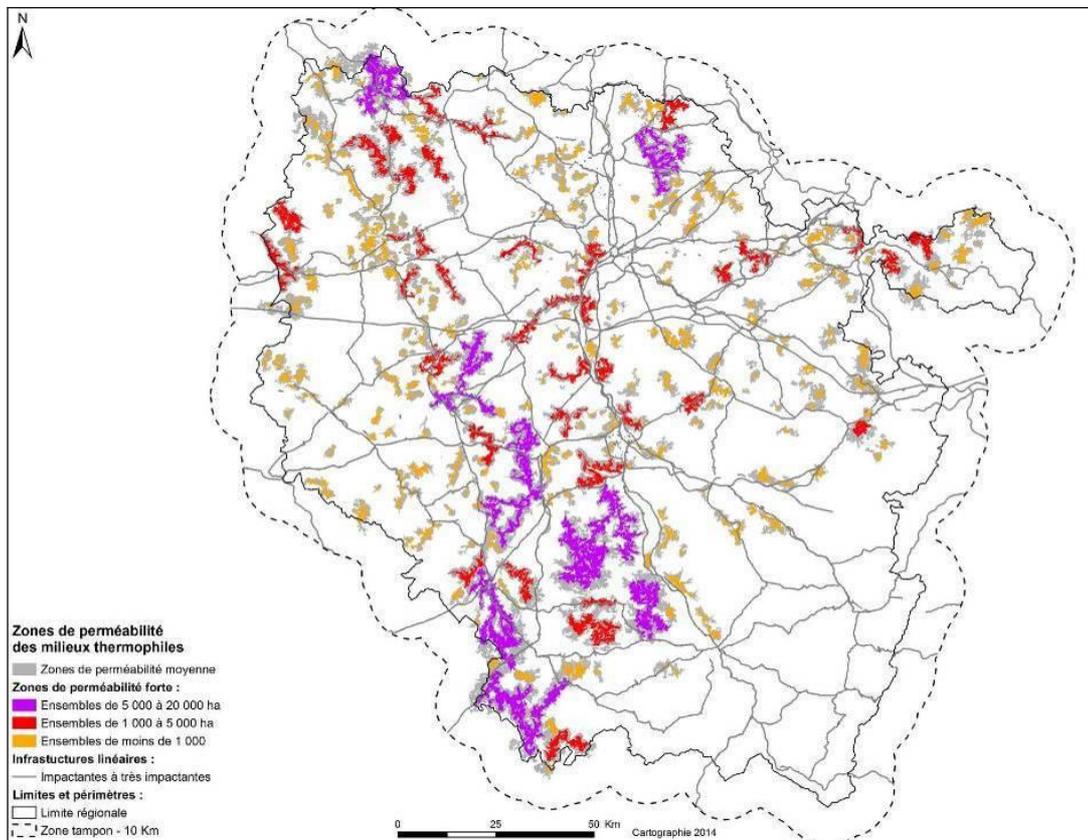
- **Sous-étape 1** : il s'agit de définir les zones de perméabilité (ou continuums) selon la méthodologie décrite au paragraphe précédent. Pour les continuités thermophiles illustrées par la carte suivante seules deux guildes d'espèces ont été utilisées et le Sud-Est des Vosges ne comprend rien du fait de la nature non calcaire du milieu.



Carte 1 : sous étape 1 – identifier les perméabilités

24 Seuls ont été visés les secteurs où les milieux herbacés thermophiles ou alluviaux étaient absents

- **Sous-étape 2** : certaines des zones de perméabilité forment des ensembles continus de plus ou moins grande taille. En se basant sur les travaux d'écologie du paysage (ex : Burel & Baudry 1999), il est convenu que la taille des fragments d'habitats détermine la taille des populations qui les fréquentent et leur viabilité. Les grands fragments hébergent en général les plus grandes populations, de même que la probabilité de présence des espèces diminue lorsque les taches sont isolées des grands ensembles sources (cf. projet de recherche distrafor). Cette vision, qui est l'inverse de la fragmentation va permettre de définir des priorités (relier deux fragments) ou des fragilités (goulets d'étranglement). Elle va aider à la détermination des corridors.

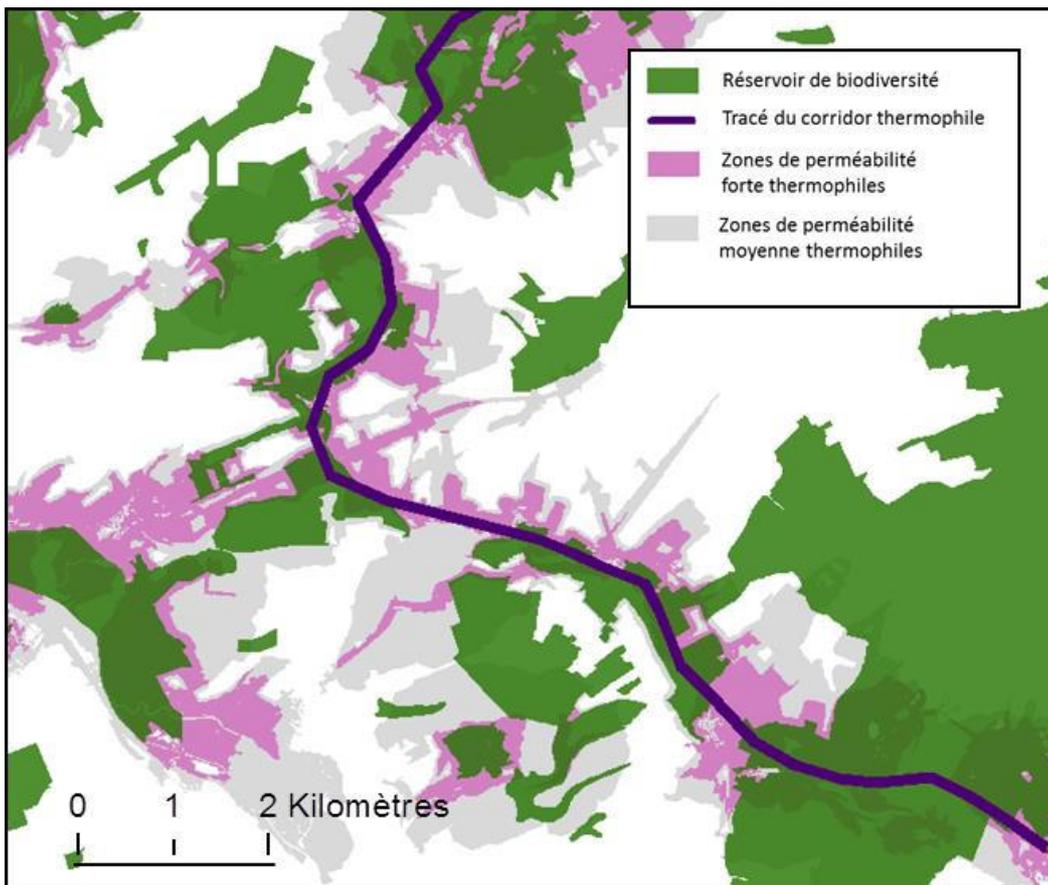


Carte 2 : sous étape 2 – définir des priorités



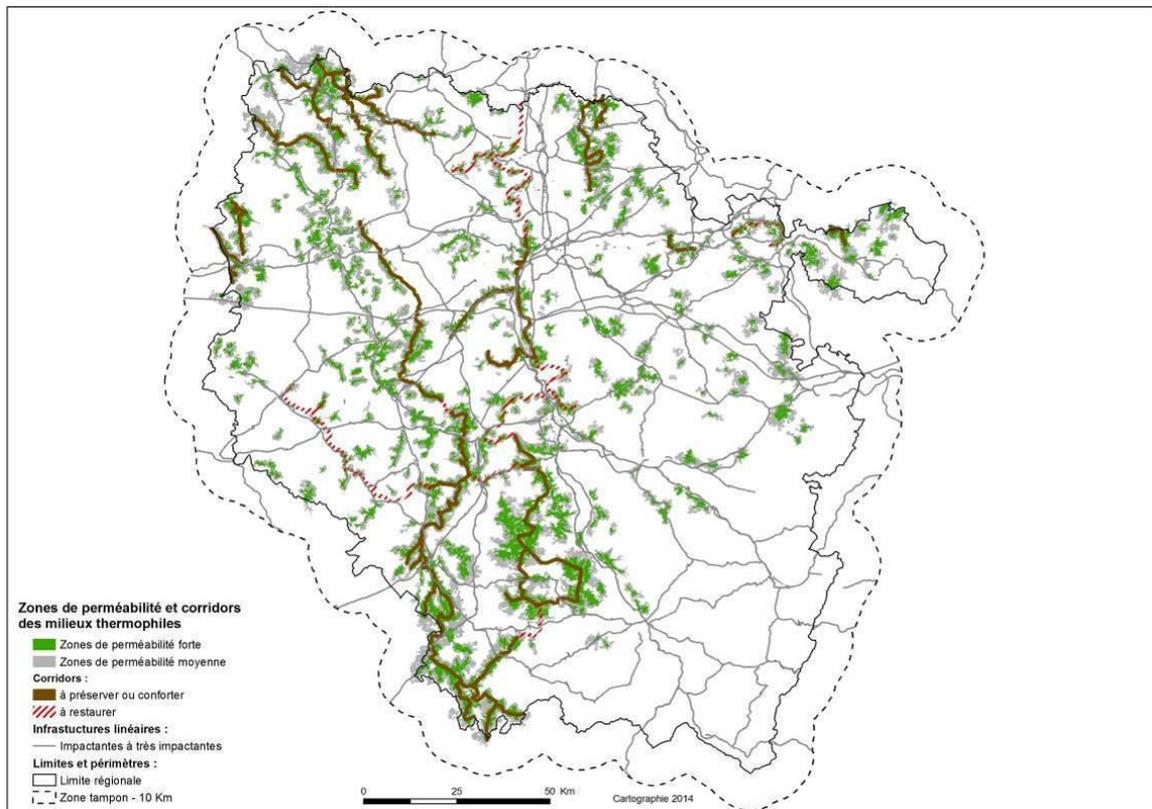


● **Sous-étape 3** : les corridors écologiques sont alors tracés manuellement, par sous-trames, de façon à relier les zones de perméabilité les plus importantes. Ils passent de façon privilégiée dans les zones de forte perméabilité, notamment au sein des réservoirs de biodiversité qu'ils relient. Le tracé de ces corridors répond également à certaines règles simples : éviter les villes dans la mesure du possible, traverser les réservoirs de biodiversité les plus grands, éviter les infrastructures impactantes lorsque c'est possible... Néanmoins, plusieurs corridors sont imaginables via les zones de perméabilité ce qui permettra une réelle marge de manœuvre pour les collectivités.



Carte 3 : sous étape 3 – tracer les corridors

- **Sous-étape 4** : d'autres corrections manuelles sont réalisées sur avis d'expert, notamment pour relier des territoires géographiques (ex : milieux forestiers du Barrois et de la vallée de la Meuse), pour pallier aux limites de la modélisation (corridor thermophile du Barrois par exemple, qui n'était pas mis en avant via la modélisation du fait de la quasi-absence de réservoirs de biodiversité dans ce secteur), ou pour supprimer certains points singuliers (ex : traversée d'un grand cours d'eau).



Carte 4 : sous étapes 3, 4 et 5 - représenter les corridors

- **Sous-étape 5** : pour la représentation au 1/100.000e, un tampon de 500 m de part et d'autres des traits de corridors tracés a été choisi. Ainsi, les corridors font 1 km de large, distance qui apparaît raisonnable pour que le niveau infrarégional puisse trouver des adaptations. Enfin, la fonctionnalité des corridors a été identifiée (dans la mesure du possible vu l'échelle régionale). Les corridors sont ainsi définis en corridors « à préserver ou conforter » lorsqu'ils traversent en intégralité les zones de perméabilité relatives à leur sous-trame, et en corridors « à restaurer » pour les tronçons se situant en majeure partie en dehors des zones de perméabilité.





2.5. Étape 5 : relever les obstacles

Deux types d'obstacles ont été relevés pour l'atlas :

- les obstacles liés aux infrastructures de transport,
- les obstacles aquatiques.

A. Les obstacles liés aux infrastructures de transport :

Dans un tampon de 400 m de part et d'autres des lignes de corridors tracées²⁵, ont été répertoriées toutes les intersections entre les réseaux impactants et :

- d'une part les réseaux peu impactants,
- d'autres part les cours d'eau.

Seules ont été conservées les intersections situées dans un angle approximatif de 45° par rapport à l'axe principal du corridor. Un nettoyage manuel a permis d'éliminer certaines aberrations ou certaines intersections correspondant à des réseaux routiers trop importants (zones urbaines par exemple).

Plus on s'éloigne du centre du corridor écologique, plus il y a de chances de quitter les zones de perméabilité et de concerner des villes et villages. C'est pourquoi, les obstacles ont été relevés sur une largeur légèrement plus étroite que celle du corridor. En tout état de cause, seules les analyses locales permettent de définir les vrais enjeux concernant les obstacles.

Un total de 87 obstacles potentiels (hors ROE) a ainsi été défini parmi lesquels :

- 21 sont liés à des intersections réseaux impactants/réseaux peu impactants,
- 66 à des intersections réseaux impactants/cours d'eau.

Seule une expertise sur site permettra de définir le niveau de franchissabilité de ces obstacles.

B. Les obstacles aquatiques

Les obstacles aquatiques sont définis à partir soit du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE), soit de travaux particuliers de la fédération de pêche du département des Vosges.

Concernant les obstacles aquatiques, l'ONEMA²⁶ recense et intègre dans la base de données (ROE) les obstacles à l'écoulement sur les cours d'eau français. À terme, ces informations sont destinées à être remplacées par une base de données de plus grande envergure sur la continuité écologique, nommée ICE (Informations sur la Continuité Ecologique).

Le ROE recense l'ensemble des ouvrages validés en date du 26 avril 2013, selon leur type. Les catégories suivantes sont retenues.

- **Barrage** : ouvrage qui barre plus que le lit mineur d'un cours d'eau permanent ou intermittent ou un talweg.
- **Seuil en rivière** : ouvrage fixe ou mobile, qui barre tout ou une partie du lit mineur contrairement au barrage qui, lui, barre plus que le lit mineur. Un seuil en ri-

25 alors que le tampon des corridors est de 500 m autour de la ligne centrale

26 Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

vière peut être composé d'un élément fixe, d'un élément mobile ou des deux simultanément (composition mixte).

- **Digue** : ouvrage linéaire, généralement de grande longueur, surélevé par rapport au terrain naturel et destiné à s'opposer au passage de l'eau ou à la canaliser.
- **Pont** : dans certaines configurations et suivant son type architectural, l'aménagement d'un pont peut engendrer l'apparition d'un obstacle à l'écoulement.
- **Épis de rivière** : ouvrage placé perpendiculairement au cours d'eau sur une partie du lit mineur ou du lit majeur permettant de diriger le courant et de limiter l'érosion d'une berge.
- **Grille** : dispositif fixe ou mobile situé en aval et/ou en amont d'une pisciculture empêchant la libre circulation des poissons.

Ce référentiel ROE (version novembre 2013) recense les obstacles à l'écoulement mais ne leur associe que des informations restreintes (code national unique, localisation, typologie). Les obstacles à l'écoulement sont représentés par une couche vectorielle de points, exploitable au 1/25.000e. Les informations complémentaires visées par la base ICE permettront d'obtenir des attributs sur la franchissabilité des obstacles (de même que les hauteurs de chute ou les usages actuels). Ces données sont encore très partielles, mais elles ont vocation à être intégrées de façon exhaustive et précise sur tout le territoire français. Pour l'instant, le niveau de franchissabilité de l'obstacle peut être défini par défaut à partir de son type :

- **infranchissable** pour les "Barrages" et "Grilles",
- **peu franchissable** pour les "Seuils en rivière",
- **franchissable** pour les "Obstacles induits par un pont", "Épis en rivière", les "Non-précisés" et les données non validées.

Les données de bases du ROE²⁷ fournies contiennent 7.582 points dans le bassin Rhin-Meuse et 4.280 en Lorraine. Une série de traitements a été appliquée afin de sélectionner les 1.750 obstacles à la continuité des cours d'eau. Pris en compte dans les atlas cartographiques, ils sont sélectionnés de la façon suivante :

- sélection des 4.280 points en Lorraine,
- sélection des points situés dans une zone tampon de 20 m autour des réservoirs-corridors (problèmes d'interopérabilité des couches),
- sélection exclusivement des obstacles de type : barrages (672), grilles de piscicultures (6) ou seuils en rivière (1 072).

Les travaux de la fédération de pêche des Vosges ont mis en évidence des ouvrages du ROE à traiter prioritairement ainsi que d'autres obstacles importants non répertoriés dans le ROE. Ces derniers ont été saisis sous SIG (n=32) et intégrés aux obstacles dans les atlas cartographiques.

27 5.882 si l'on prend la Lorraine ainsi que la zone tampon de 10 Km





3. Analyse succincte des continuités écologiques de Lorraine²⁸

28 Une partie de l'analyse ci-dessous est aussi présente dans le volume 1

L'atlas présenté dans ce document permet de visualiser les travaux menés pour l'élaboration de la TVB. Il comprend pour chaque sous-trame les continuums détaillés avec les différentes guildes ainsi qu'une carte de synthèse présentant les perméabilités fortes et moyennes. Pour les perméabilités fortes, des classes de couleur permettent de voir les ensembles d'un seul tenant.

A la suite de ces cartes thématiques, viennent une carte de synthèse et une carte qui offre une vision plus schématique à l'échelle de la région en intégrant toutes les sous-trames. La dernière carte représente les points "obstacles" situés sur les corridors ou sur les réservoirs-corridors. Ceux-ci sont en fait des points particuliers d'amélioration potentielle des continuités écologiques.

3.1. Analyse des continuités écologiques pour la Trame Verte

3.1.1. Analyse des continuités écologiques pour les milieux forestiers

Les continuités écologiques en milieu forestier permettent le maintien du milieu de vie d'espèces généralistes ainsi que le maintien de fonctionnalités particulières pour des services écosystémiques nombreux.

Elles doivent aussi permettre le maintien du milieu de vie d'espèces spécifiques propres aux Gros Bois/Très Gros Bois ou aux bois morts ou sénescents. Le maintien d'une surface ou d'un volume sur pied suffisant de Gros Bois (GB) et Très Gros Bois (TGB, qui génèrent en outre le bois mort sur pied) semble constituer un enjeu majeur pour les espèces spécialisées et leurs continuités. En tenant compte des connaissances actuelles et du caractère dynamique de la forêt gérée, il est difficile de caractériser un réseau à ce jour. C'est pourquoi il est important d'une part de suivre le ratio de GB + TGB dans les forêts lorraines et de comprendre si l'adaptation des filières (scieries, marché...) constitue un enjeu pour cela. Le caractère spécifique des espèces peut aussi être lié aux forêts anciennes et à la capacité de la flore forestière spécifique, en particulier, à lentement recoloniser les accrus. Une carte des forêts anciennes n'a cependant pas pu être utilisée pour ce premier SRCE. Enfin, les continuités devraient aussi se baser sur les formations forestières spécifiques qui ne sont pas répertoriées à ce jour.

Selon les principes exposés précédemment, les perméabilités forestières ont pu être simulées sur la Lorraine à partir de « guildes » d'espèces²⁹. L'approche qualitative selon la typologie fine ou les modes de gestion des milieux n'est par contre pas accessible au niveau régional.

Ces perméabilités ou continuums constituent les milieux favorables à la circulation des espèces des zones forestières (en particulier animales), au sein de la matrice paysagère. La carte E de l'atlas montre que les espèces forestières circulent largement en Lorraine même si quelques zones agricoles sont plus fragiles à ce niveau (à l'Est de l'Argonne par exemple). Néanmoins, certaines guildes d'espèces ont peu d'exigences alors que d'autres sont plus spécifiques aux grands ensembles forestiers.

Les zones de perméabilité les plus fonctionnelles, c'est-à-dire les zones où toutes les guildes d'espèces peuvent circuler, ont été regroupées en ensembles hiérarchisés par la taille (cf. carte F de l'atlas). Il s'en dégage les observations suivantes.

29 ensembles d'espèces à caractéristiques écologiques communes





Si l'on met de côté les enjeux intra-forestiers spécifiques, les continuités forestières apparaissent assez fonctionnelles en Lorraine du fait de l'importante couverture complétée par les petits boisements, les haies, les bosquets, ou les vergers qui vont jouer un rôle important pour les connectivités écologiques entre les forêts pour la faune : pas japonais, biodiversité propre, corridors pour les chauves-souris, ...

- Si les grands défrichements ou la surexploitation n'apparaissent pas comme des menaces majeures en Lorraine, les milieux forestiers peuvent néanmoins être localement convertis en d'autres usages du sol (infrastructures linéaires ou zones bâties essentiellement). La fragmentation liée aux infrastructures de transport reste un enjeu à traiter par des opérations de renforcement de la transparence écologique. Ainsi, au sein des zones de forte perméabilité, certains réseaux routiers ou ferrés créent des ruptures dans les ensembles de grande taille et correspondent à des secteurs où la mise en œuvre de rétablissements de la continuité écologique est nécessaire. Seule une ligne de rupture majeure a été identifiée : il s'agit **de la rupture de l'A31** dans la forêt de Haye. D'autres ruptures potentielles existent (ex : A30 dans la forêt domaniale de Moyeuve) ou demandent des informations complémentaires (ex : LGV³⁰).
- Plusieurs ensembles spécifiques ressortent comme d'enjeu régional et devront faire l'objet d'une analyse particulière pour les corridors en lien avec les fragmentations par les voies linéaires en particulier :
 - un grand axe Nord-Sud avec les côtes de Meuse, la Woëvre et la réunion des côtes dans l'Ouest des Vosges,
 - le Sud du Département des Vosges avec en particulier la Vôge et sa poursuite sur les collines sous-vosgiennes,
 - la forêt de montagne sur les Vosges mais aussi l'ensemble des Vosges du Nord,
 - l'Argonne et le Barrois où la continuité semble plus fragmentée.
- L'association entre les continuités forestières et prairiales, en particulier dans les Vosges et la Meuse, constitue une particularité de la Lorraine menacée aujourd'hui par la régression des prairies. Les exigences du Chat forestier en termes d'habitat en font une espèce indicatrice de cette association. Sa large présence en Lorraine, un des bastions européens, indique que les continuités forestières et prairiales sont fonctionnelles sur une surface importante, ce qui profite aussi à de nombreuses autres espèces.

Les différentes modélisations ont permis de combiner les milieux forestiers et les milieux arborés hors forêt pour dresser une carte simplifiée des principaux corridors écologiques (cf. carte G de l'atlas). Ceux-ci traversent principalement les grands secteurs perméables exposés précédemment. Pour les forêts plus que pour les autres sous-trames, les possibilités de corridors écologiques sont multiples. Ont été retenus ceux qui représentaient le mieux la lecture régionale des priorités. Néanmoins, les collectivités auront beaucoup de marge pour cette sous-trame dans l'adaptation au niveau local.

On relèvera que dans les Vosges la notion de continuité se partage pleinement avec les forêts alsaciennes. La rupture des continuités par l'A4 au niveau du col de Saverne est donc une réalité qui affecte aussi le territoire lorrain.

30 L'ensemble des données sur les ouvrages de cette nouvelle ligne ne sont pas disponibles mais le bilan loi LOTI, prévu prochainement, permettra de valider l'efficacité des rétablissements.

3.1.2. Analyse des continuités écologiques pour les milieux herbacés

Les milieux herbacés comprennent avant tout les prairies et le saltus mais aussi les roselières par exemple. Ce sont les milieux ouverts à l'exception des grandes cultures qui n'hébergent pas de cortèges floristiques et faunistiques aussi complexes dans leur diversité et leur structuration.

Les milieux thermophiles ainsi que les milieux humides et alluviaux comprennent une part importante de milieux herbacés et en particulier de prairies et saltus. Ainsi, les corridors écologiques identifiés pour les milieux thermophiles ou alluviaux (qui seront abordés en 3.1.3 et 3.1.4) constituent pour partie les continuités écologiques des milieux herbacés. En effet, les cortèges ubiquistes des milieux prairiaux par exemple fréquentent aussi les milieux thermophiles ou humides.

Dans les zones où n'apparaissent pas de continuités à caractéristiques thermophiles ou alluviales, des continuités de milieu « purement » prairiaux ont permis de compléter le réseau écologique des milieux herbacés. La carte J est ainsi une synthèse des zones de perméabilités et des corridors liés aux milieux herbacés. La carte Q permet de situer les corridors qui portent plus spécifiquement sur ces milieux herbacés non alluviaux ou thermophiles : ils se situent par exemple sur le Massif Vosgien au niveau des bassins de Saint-Dié et Bruyères, au niveau de la Sarre lorraine ou sur le Nord-Ouest de la Woëvre.

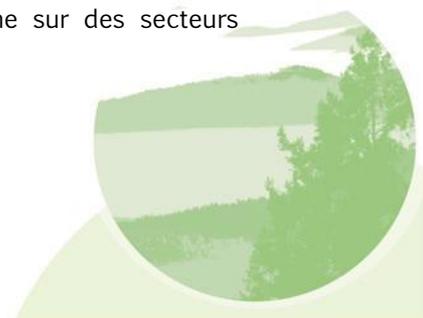
Les continuités écologiques en milieu prairial supportent plusieurs fonctions :

- le maintien du milieu de vie d'espèces généralistes ou spécifiques des milieux prairiaux,
- la circulation aisée des espèces entre différents milieux spécifiques comme les milieux boisés,
- le maintien de fonctionnalités particulières pour la diversité écologique régionale ou des services environnementaux spécifiques (cycle du carbone, de l'eau...).

Les mutations économiques de l'agriculture expliquent la régression des prairies qui, outre leur intérêt pour la biodiversité, jouent un rôle important et offrent des services particuliers en lien avec l'eau, les sols (qualité, dépollution, ruissellements...) et même les pollinisateurs. La fragmentation des couverts prairiaux a en effet des effets négatifs sur les relations entre plantes et pollinisateurs. Enfin, leur intérêt paysager est fort dans le contexte du tourisme rural. Elles constituent donc un enjeu déterminant.

Les perméabilités des milieux herbacés ont pu être simulées sur la Lorraine mais une approche qualitative, selon les modes de gestion des milieux, n'est par contre pas accessible au niveau régional. Les plus fonctionnelles de ces perméabilités, où toutes les guildes d'espèces peuvent circuler, ont été regroupées en ensembles hiérarchisés par la taille (cf. carte I de l'atlas). Il s'en dégage :

- un ensemble de plus de 100.000 ha allant du pays de Montmédy à la Vôge (bassin de la Saône) en passant par la vallée de la Meuse et une partie des Woëvres,
- un deuxième ensemble, bien qu'un peu plus fragmenté, est néanmoins très vaste et comprend le Xaintois, les côtes infraliasiques des pays de Mirecourt et de Bayon ainsi que les vallées périphériques (de la Moselle à la Vezouze),
- un troisième ensemble existe au niveau du Pays des Etangs avec une prolongation le long de la haute-vallée de la Seille,
- ailleurs, les ensembles sont plus dégradés ou fractionnés même sur des secteurs comme l'Argonne qui mérite une attention particulière.





Il faut faire un cas particulier pour les systèmes prairiaux de montagne où les continuums fonctionnels ne sont jamais de grande taille du fait des caractéristiques environnementales et économiques. Ainsi, les contraintes de l'agriculture de montagne, qu'elles soient économiques, liées aux temps de déplacement ou aux enjeux d'urbanisation, influent sur les connectivités et se traduisent par :

- la diminution des surfaces de prairies mécanisables (problème d'urbanisation) et leur intensification (par compensation),
- la régression des pâturages et landes de versants (abandon des parcelles les plus difficiles),
- la perte de corridors existants entre fonds de vallée et pâturages des sommets (localement hautes chaumes aux altitudes les plus hautes).

Contrairement à ce que l'on peut constater pour la forêt, ces perméabilités et corridors sont fragiles dans de nombreuses parties de la Lorraine du fait du caractère fragmenté des prairies.

3.1.3. Analyse des continuités écologiques pour les milieux thermophiles

Les milieux thermophiles et leurs continuités écologiques supportent des fonctions spécifiques telles que le maintien de milieux de vie pour des espèces inféodées à ces habitats, la possibilité pour des espèces dites méditerranéennes de remonter plus au Nord ou bien encore la lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols.

Les continuités thermophiles comprennent une partie de milieux herbacés (pelouses et prairies thermophiles) ainsi que des vergers de petits boisements.

L'Est et le Centre du département des Vosges ne sont pas concernés par ces continuités. On retiendra surtout le bel ensemble des fronts de côtes et buttes témoins avec le Xaintois, les côtes infraliasiques des pays de Mirecourt et de Bayon, le point de rencontre des côtes lorraines dans le pays de Neufchâteau et les côtes de Meuse.

Les côtes du pays de Sierck et le pays de Montmédy complètent ces ensembles cohérents avec les trames écologiques nationales définies par le Muséum National d'Histoire Naturelle (cf. cartes K, L et M).

Comme les perméabilités sont calculées en utilisant les réservoirs de biodiversité en tant que point de départ des modélisations, cela explique l'absence de représentation de perméabilités thermophiles dans le Barrois. En effet, il y a très peu de réservoirs de biodiversité dans ce secteur du fait d'un manque de connaissance. Après avis d'experts, un corridor « à restaurer » a été intégré dans le secteur du Barrois. En effet, il semble y exister un réseau de pelouses calcaires non classées en tant que périmètre d'inventaire ou de protection, et demeurant malgré tout très fragmenté. Il a donc été décidé de mettre en avant cet enjeu particulier.

Au Nord de Metz, c'est la fragmentation par l'urbanisation qui explique en grande partie la nature « à restaurer » des corridors identifiés.

3.1.4. Analyse des continuités écologiques pour les milieux humides et alluviaux

Les continuités écologiques herbacées en milieu humide et alluvial permettent le maintien du milieu de vie d'espèces généralistes et spécifiques des milieux humides ou alluviaux mais aussi le maintien de fonctionnalités particulières pour des services environnementaux de type lutte contre les inondations, dépollution.

Les continuités écologiques en milieu humide et alluvial reposent en grande partie sur les milieux herbacés puisque les points de départ sont majoritairement des points d'eau (avec leurs ceintures herbacées) et des prairies alluviales. Ils peuvent intégrer une partie de boisements alluviaux qui possèdent une sous-strate herbacée en général bien développée. Néanmoins les boisements alluviaux sont très peu présents dans les grandes vallées de Lorraine. Seul 1,7 % de la surface des corridors écologiques humides et alluviaux est recouvert de forêts ou boisements.

Pour l'analyse de ces continuités plusieurs observations sont soulevées (cf. cartes N, O et P).

- Malgré quelques discontinuités, la Meuse regroupe plusieurs grands ensembles de perméabilité forte.
- La Moselle amont, la Meurthe amont, la Vezouze, le Madon aval et la Nied constituent d'autres vallées assez fonctionnelles. On note cependant l'absence de l'Ornain ou de l'Aire. Ceci est lié à la méconnaissance de ces secteurs qui se traduit par un manque de réservoirs de biodiversité.
- Les zones humides de la Woëvre et du Pays des Etangs représentent plusieurs grandes zones de perméabilité forte.
- Les têtes de Bassin de la Saône, en particulier au niveau de la Vôge, forment un ensemble fonctionnel assez large du fait des continuités liées aux ripisylves en zone forestière et des étangs. Il faudrait néanmoins vérifier le rôle au besoin défavorable de ces étangs sur les continuités aquatiques ainsi que la plus-value de ces ripisylves en fonction de leur état de conservation.
- Dans les Vosges du nord, les zones de perméabilité sont très étendues et s'expliquent par la présence de nombreux points d'eau et étangs ainsi que par la densité du chevelu hydrographique des têtes de bassins. Or, ces points d'eau et étangs peuvent tout autant être favorables à un certain nombre d'espèces mais également constituer un frein aux continuités écologiques aquatiques du chevelu.
- Dans les Vosges du Sud, les continuités écologiques dans la zone des tourbières paraissent assez fonctionnelles mais la spécificité de ces milieux demande de la prudence.

Si les perméabilités et corridors herbacés sont fragiles en Lorraine du fait du caractère fragmenté des prairies, c'est moins le cas dans les milieux alluviaux dont la qualité des perméabilités tient au maintien de prairies, boisements et annexes hydrauliques des lits majeurs. Il repose sur un équilibre socio-économique où les subventions au titre de l'agroenvironnement ou de Natura 2000 jouent un rôle certain.

Ainsi, le grand ensemble prairial de la vallée de la Meuse conserve son occupation du sol d'une part du fait de l'inondabilité des terrains mais aussi grâce au réseau Natura 2000 qui facilite par exemple la mise en œuvre de mesures agroenvironnementales.

Enfin, dans certaines zones d'étangs en tête de bassin versant, il existe une contradiction apparente entre des continuités humides liées à ces écosystèmes et le besoin de reconnexion dans les cours d'eau où ces étangs constituent des obstacles à la faune aquatique des hauts de bassins versants.





3.2. Analyse des continuités écologiques pour la Trame Bleue

La Trame Bleue repose d'une part sur les continuités aquatiques avec les rivières (eaux courantes) mais aussi sur les points d'eau, depuis les mares jusqu'aux grands étangs (eaux stagnantes) et les zones humides.

Pour les zones humides, mises à part les tourbières, les connaissances en matière d'occupation du sol pour les marais et roselières sont très fragmentaires. Ces milieux hébergent des cortèges d'espèces de nature proche sur lesquels il n'a donc pas été possible de bâtir lors de cet exercice des perméabilités et corridors écologiques. La solution trouvée, outre la composante « points d'eau » et leurs berges, a été de considérer que les milieux alluviaux comprenaient un nombre plus élevé de zones humides (hydrosystèmes). La bonne couverture régionale pour les mares a en outre permis d'intégrer certains espaces forestiers non alluviaux.

Les grands ensembles considérés comme étant d'importance régionale sont donc certaines vallées, pour lesquelles l'analyse est la même que celle réalisée pour les milieux herbacés, et les grandes zones d'étangs. La situation est plus ambiguë dans les Vosges du Nord ou la Vôge où certaines continuités écologiques pour la faune des zones humides (étangs et leurs berges) ne sont pas totalement compatibles avec les continuités écologiques pour la faune aquatique des têtes de bassin versant.

Enfin, les continuités écologiques pour les cours d'eau sont très dépendantes de l'atteinte ou non des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau et de la présence des obstacles à l'écoulement dont la franchissabilité est malheureusement mal connue.

3.3. Analyse des liens avec les régions et pays périphériques

La logique générale du SRCE ne s'arrête pas aux frontières de la Lorraine, les continuités écologiques se poursuivant sur les départements ou pays voisins. La Lorraine occupe ainsi une position géographique privilégiée en Europe. Seule région française à partager ses frontières avec 3 pays européens (Belgique, Luxembourg et Allemagne), elle présente une responsabilité toute particulière en termes de conservation d'espèces et d'habitats emblématiques mais surtout en termes de déplacements de ces espèces.

Des démarches de type TVB existent à des degrés divers dans les régions frontalières voisines avec un réseau dense de sites Natura 2000 qui n'a pas son corollaire en Lorraine. Néanmoins, les réservoirs de biodiversité retenus en France pour les SRCE permettent une certaine homogénéité dans l'approche. Rappelons que les trois régions voisines (Alsace, Franche-Comté et Champagne-Ardenne) ont des obligations tout à fait similaires en matière de SRCE même si les méthodes d'élaboration peuvent varier.

Les connexions des continuités écologiques entre États sont donc insuffisamment matérialisées par le réseau Natura 2000, et une vraie « TVB » avec une méthodologie harmonisée à l'ensemble de la Grande Région, reste à définir.

Il est cependant intéressant qu'une adéquation avec les continuités écologiques des pays et régions voisins puisse être trouvée. Ce consensus peut également être recherché à partir des continuités écologiques d'importance nationale définies par le décret sur les ONTVB. Celui-ci stipule que la cohérence nationale de la Trame Verte et Bleue repose sur des enjeux de préservation ou de remise en bon état relatifs à des continuités écologiques d'importance nationale. Ces continuités écologiques, communes à au moins deux régions administratives, ou ayant un sens écologique à l'échelle des grands bassins hydrographiques ou par rapport à un pays frontalier répondent à des enjeux d'intérêt national (cf. volume diagnostic) :

- déplacement pour la faune et la flore inféodées à de grands types de milieux :
 - milieux ouverts : milieux thermophiles et milieux frais à froids,
 - milieux boisés,
 - milieux bocagers,
- migration pour l'avifaune,
- migration pour les poissons migrateurs amphihalins.

La carte 5 présente une synthèse des trames vertes et bleues identifiées à l'échelle des régions Alsace, Champagne-Ardenne, Franche-Comté et Lorraine.

Le grand corridor situé sur la montagne vosgienne, partagé avec l'Alsace, est tout à fait en cohérence avec l'axe Alpin-Jura-Vosges pour ce qui concerne les continuités d'importance nationale tant pour les milieux boisés que pour les milieux ouverts frais à froids. Plus au Nord, la continuité forestière se poursuit à travers la réserve transfrontalière de la biosphère du *Pfäzerwald (Rheiland-Pfalz)* et des Vosges du Nord. Ce corridor nécessiterait une **restauration au niveau du col de Saverne** (Alsace) où le passage à faune existant au-dessus de l'autoroute A4 est inadapté et ne garantit pas la fonctionnalité du corridor. D'autres corridors, principalement de milieux herbacés, sont cohérents avec les corridors identifiés en Alsace, notamment en Alsace bossue ou transversalement à l'axe vosgien.

Les deux grands corridors thermophiles qui traversent la Lorraine selon un axe Nord-Sud, en s'appuyant d'une part sur les côtes de Moselle et le Xaintois, et d'autre part sur les





côtes de Meuse avec une jonction dans la région du Pays de Neufchâteau, correspondent à l'une des priorités nationales. Cette continuité thermophile d'intérêt national représente une possibilité de remontée importante vers le Nord (Luxembourg, Allemagne par les côtes de Moselle et Belgique par les côtes de Meuse) pour les espèces méditerranéennes, notamment celles liées à des pelouses sur substrat calcaire. Elle permet une irradiation depuis la Bourgogne (côtes Mâconnaises et Chalonnaises, côtes de Beaune et de Dijon) par la Haute-Marne en Champagne-Ardenne (Plateau de Langres et Barrois Haut-Marnais).

La Champagne-Ardenne partage également l'Argonne avec la Lorraine. On peut noter la présence d'une continuité forestière importante, ainsi qu'un corridor de milieux ouverts se prolongeant sur cette région voisine. De part et d'autre de l'Argonne, sont identifiées des continuités transrégionales pour des milieux alluviaux et humides au niveau des vallées de l'Ornain et de la Chée au Sud, et au niveau de la vallée de la Meuse plus au nord.

Au-delà, de ces grands corridors, la Champagne-Ardenne définit dans son SRCE un chevelu de corridors pour les milieux boisés, ouverts et humides, dont un certain nombre se prolongent vers la Lorraine. Ceux-ci seront intéressants à considérer lors de l'analyse de la TVB à un niveau infrarégional.

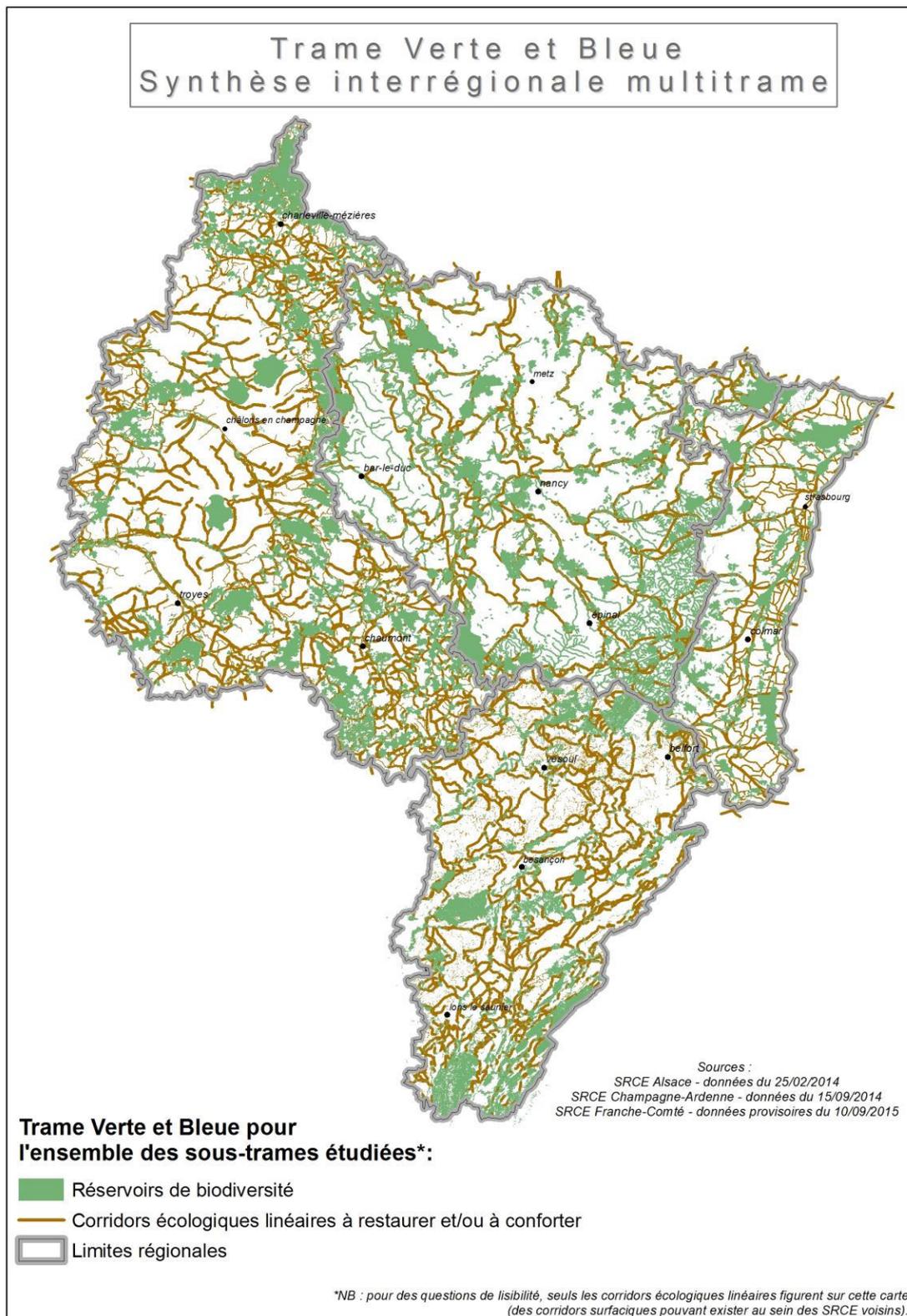
En Franche-Comté, trois besoins importants de connectivité avec la Lorraine ont été identifiés, au-delà de la continuité montagne vosgienne – Jura. Un corridor interrégional est proposé au niveau du Plateau des Mille Etangs (entre l'Ognon à l'Est et le Breuchin à l'Ouest). Celui-ci concerne toutes les sous-trames (forêt, herbacée, humide, xérique). Un deuxième besoin s'exprime au niveau de la vallée de la Sémouse au Sud de Xertigny, principalement pour les milieux herbacés. Enfin un troisième corridor se situe au niveau de la Vôge, au Sud de Darney, principalement pour les milieux boisés.

En Allemagne, les continuités écologiques (*Biotopverbund*) sont déjà précisées à chaque niveau de planification territoriale. Plusieurs corridors ont ainsi été identifiés au Sud de la Rhénanie-Palatinat avec des connexions vers la Lorraine, en particulier vers la région du Warndt, à travers des corridors forestiers ou des milieux semi-ouverts et des corridors alluviaux et humides (vallée de la Sarre et de la Nied).

Au Luxembourg, une consultation vient d'être lancée dans le cadre de l'adoption d'un plan paysage intégrant les réseaux écologiques. La cartographie réalisée représente quatre corridors écologiques en connexion avec la Lorraine, dont deux sont effectivement en lien avec les corridors définis dans le SRCE lorrain. Les autres peuvent l'être dans le cadre des études locales des documents d'urbanisme.

Il importera ainsi qu'au moment de la prise en compte du SRCE lorrain à un niveau territorial inférieur, notamment pour les communes ou SCoT voisins d'autres régions ou pays, une réflexion concernant les continuités écologiques soit menée dépassant les limites administratives. Ainsi, deux sites Natura 2000 d'un pays voisin peuvent tout à fait être reliés par un corridor écologique passant par le territoire français. C'est le cas avec certains sites du Luxembourg.

Enfin, les continuités écologiques de la Trame Bleue reposent avant tout sur les rivières pour lesquelles il existe une logique de bassin versant. Les continuités interrégionales sont donc évidentes. Néanmoins des stratégies différentes selon les régions ont été adoptées en ce qui concerne le classement des cours d'eau. Cela influera sur la notion de réservoirs-corridors.



Carte 5 : Synthèse des Trames Verte et Bleue à l'échelle des régions Alsace, Champagne-Ardenne, Franche-Comté et Lorraine





4. Atlas cartographique





L'atlas cartographique présenté ci-après ne comprend que des cartes A4 permettant une visualisation de l'ensemble de la région Lorraine. Il est par contre complété par l'Atlas officiel de la TVB au format A3 et au 1/100.000e qui constitue une pièce à part entière du SRCE.

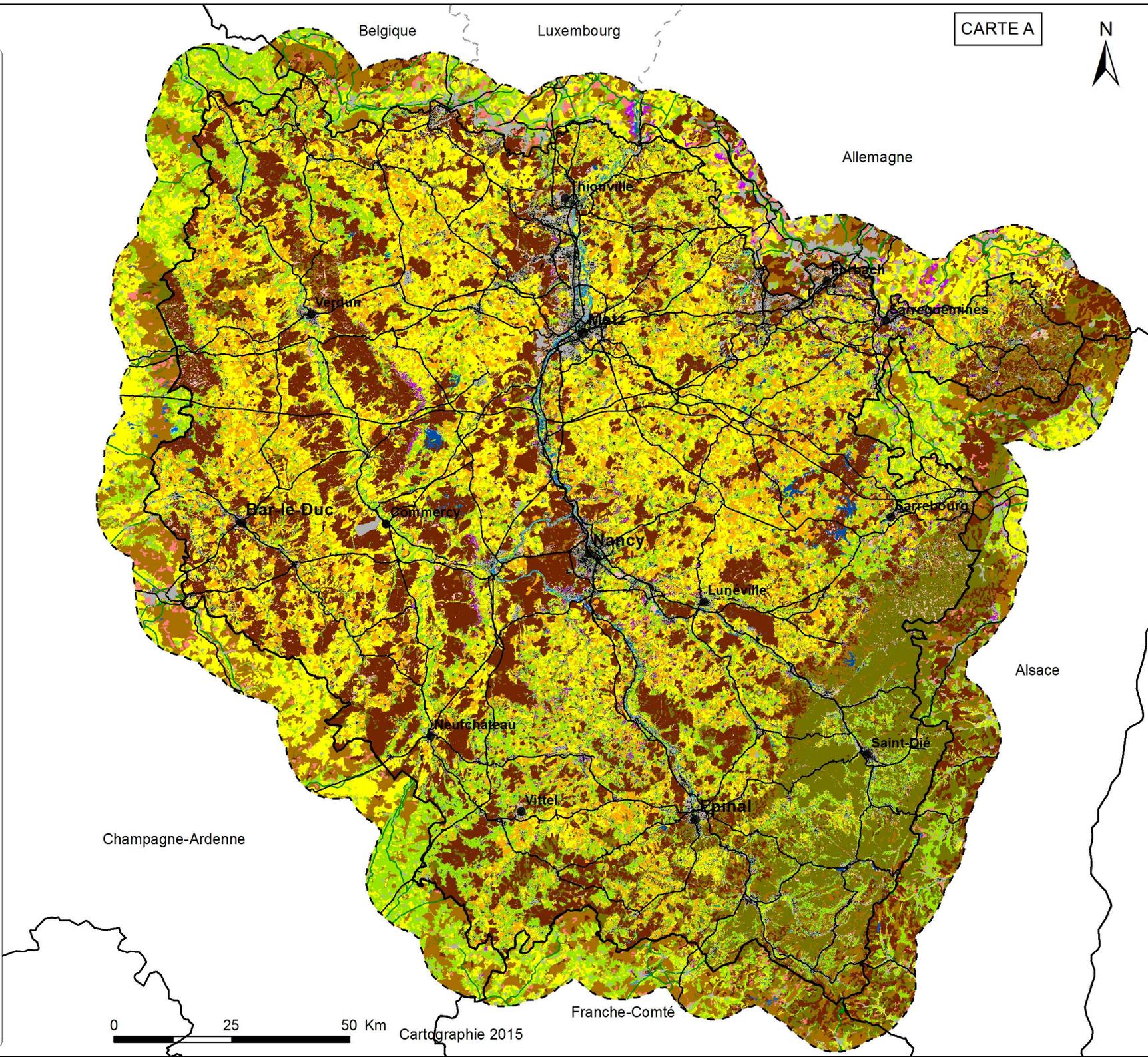
Le présent atlas comprend les cartes suivantes.

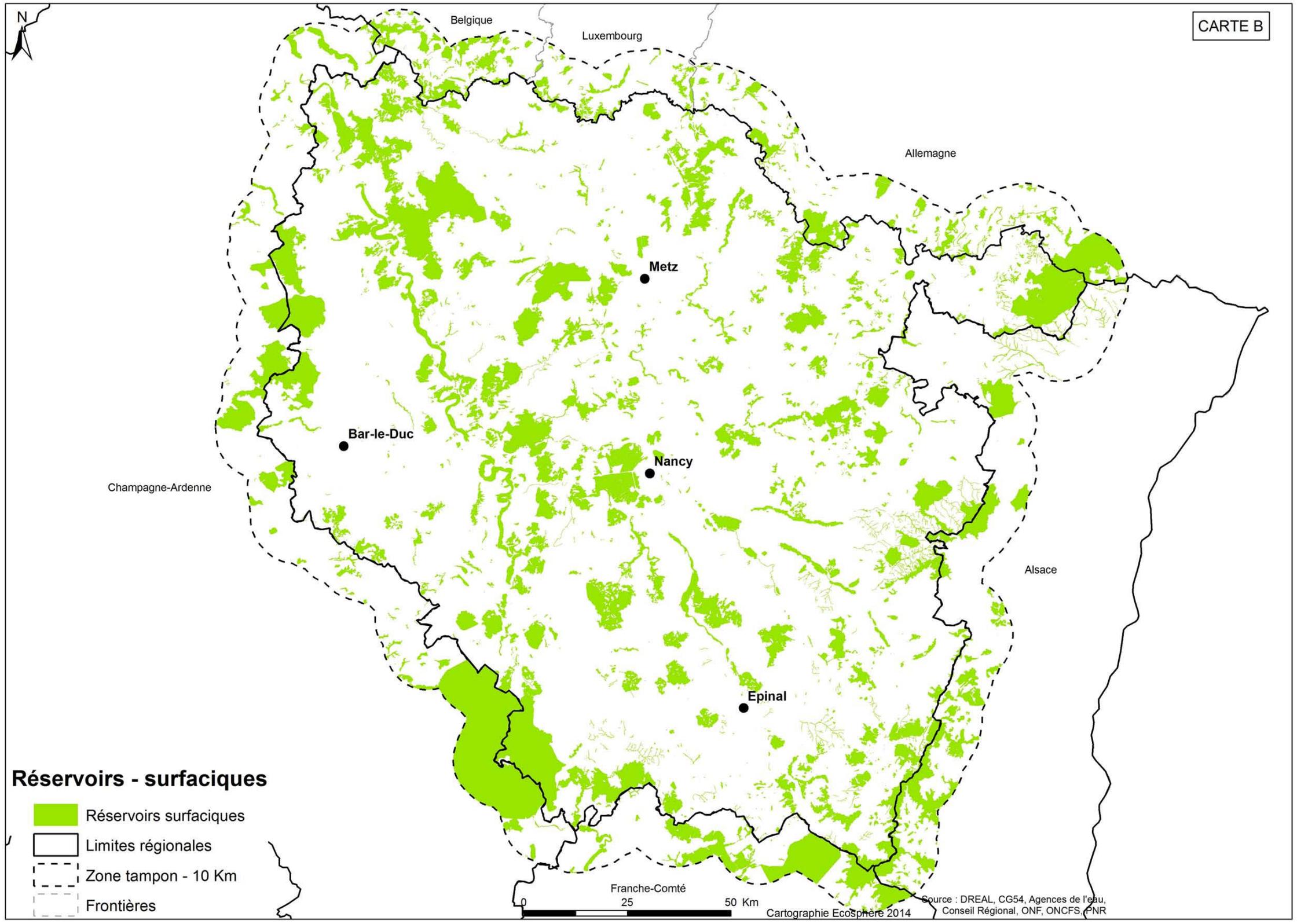
- Carte A : Occupation du sol
- Carte B : Réservoirs surfaciques
- Carte C : Réservoirs-corradors
- Carte D : Réservoirs de biodiversité
- Carte E : Sous-trame des milieux forestiers
- Carte F : Zones de perméabilité des milieux forestiers
- Carte G : Zones de perméabilité et corridors des milieux forestiers
- Carte H : Sous-trame des milieux prairiaux
- Carte I : Zones de perméabilité des milieux prairiaux
- Carte J : Zones de perméabilité et corridors des milieux herbacés
- Carte K : Sous-trame des milieux thermophiles
- Carte L : Zones de perméabilité des milieux thermophiles
- Carte M : Zones de perméabilité et corridors des milieux thermophiles
- Carte N : Sous-trame des milieux humides et alluviaux
- Carte O : Zones de perméabilité des milieux humides et alluviaux
- Carte P : Zones de perméabilité et corridors des milieux humides et alluviaux
- Carte Q : Perméabilités et corridors écologiques – synthèse
- Carte R : Schéma de synthèse de la TVB Lorraine
- Carte S : Principaux obstacles au droit des corridors et des réservoirs-corradors



Occupation du sol

- Infrastructures très impactantes et impactantes
- Surface construite
- Zone artificialisée
- Espaces verts urbains
- Cultures et assimilés
- Mosaïque de polyculture (culture)
- Milieux prairiaux
- Prairies thermophiles
- Prairies alluviales
- Vergers et assimilés, vignes
- Verger et vignes thermophiles
- Saltus et milieux de transition
- Saltus et milieux de transition humides
- Saltus et milieux de transition thermophiles
- Forêts indifférenciées
- Forêts de feuillus
- Forêts de résineux
- Peupleraies
- Forêts alluviales
- Forêts thermophiles
- Petits boisements
- Petits boisements thermophiles
- Petits boisements alluviaux
- Haies et bosquets
- Tourbières
- Marais et roselières
- Cours d'eau de plus de 7.5m
- Canaux
- Mares et plans d'eau :**
- <0,1 ha
- de 0,1 à 1 ha
- de 1 à 10 ha
- plus de 10 ha
- Périmètres :**
- Zone tampon (10 Km)
- Limites régionales
- - - Frontières





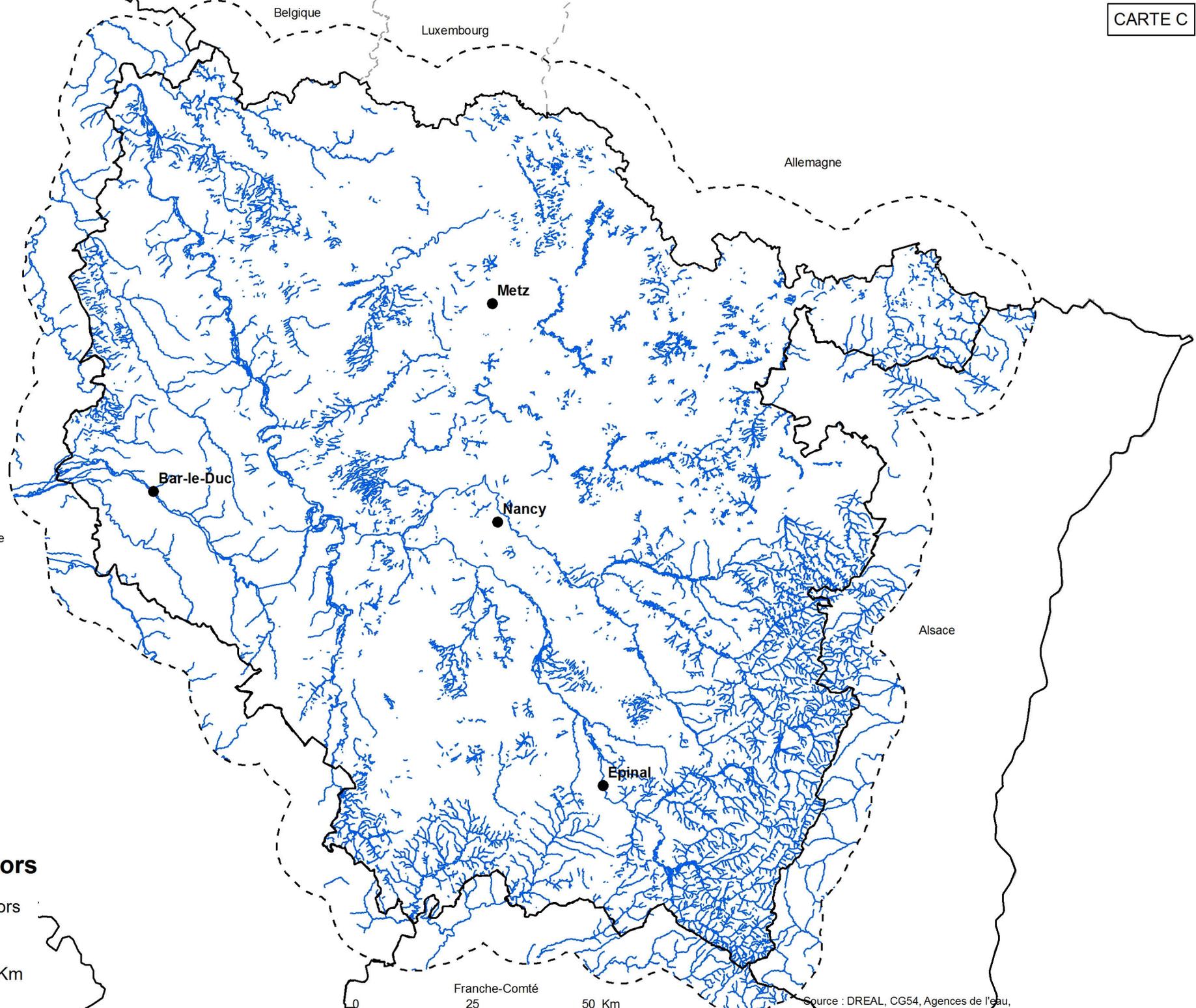
Réservoirs - surfaciques

-  Réservoirs surfaciques
-  Limites régionales
-  Zone tampon - 10 Km
-  Frontières

0 25 50 Km

Source : DREAL, CG54, Agences de l'eau, Conseil Régional, ONF, ONCFS, PNR

Cartographie EcoSphère 2014

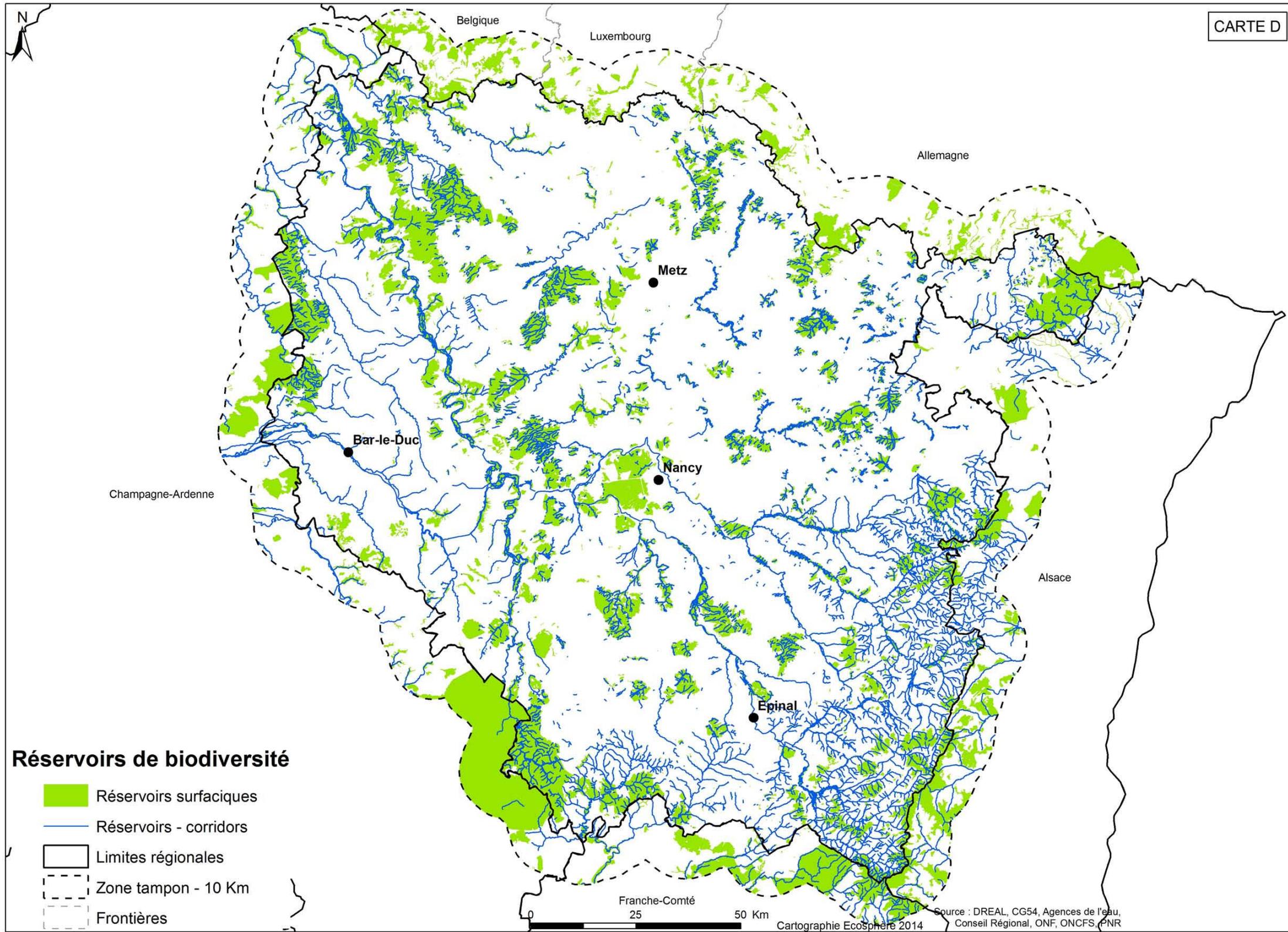


Réservoirs - corridors

- Réservoirs - corridors
- ▭ Limites régionales
- - - Zone tampon - 10 Km
- · - · Frontières



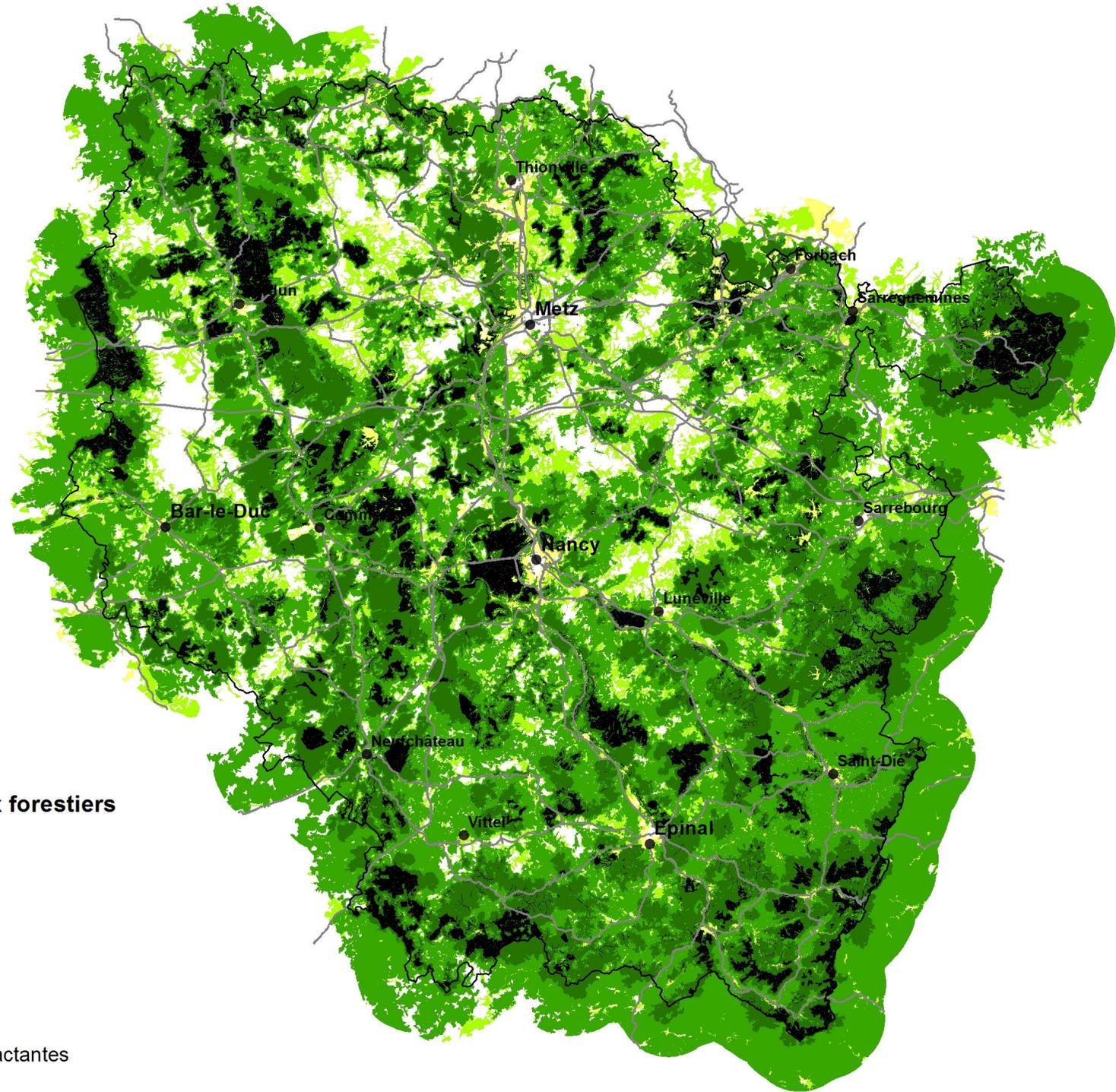
Source : DREAL, CG54, Agences de l'eau, Conseil Régional, ONF, ONCFS, PNR
Cartographie EcoSphère 2014



Réservoirs de biodiversité

-  Réservoirs superfaciques
-  Réservoirs - corridors
-  Limites régionales
-  Zone tampon - 10 Km
-  Frontières

0 25 50 Km



Sous-trame des milieux forestiers

● Points de départ

Perméabilités :

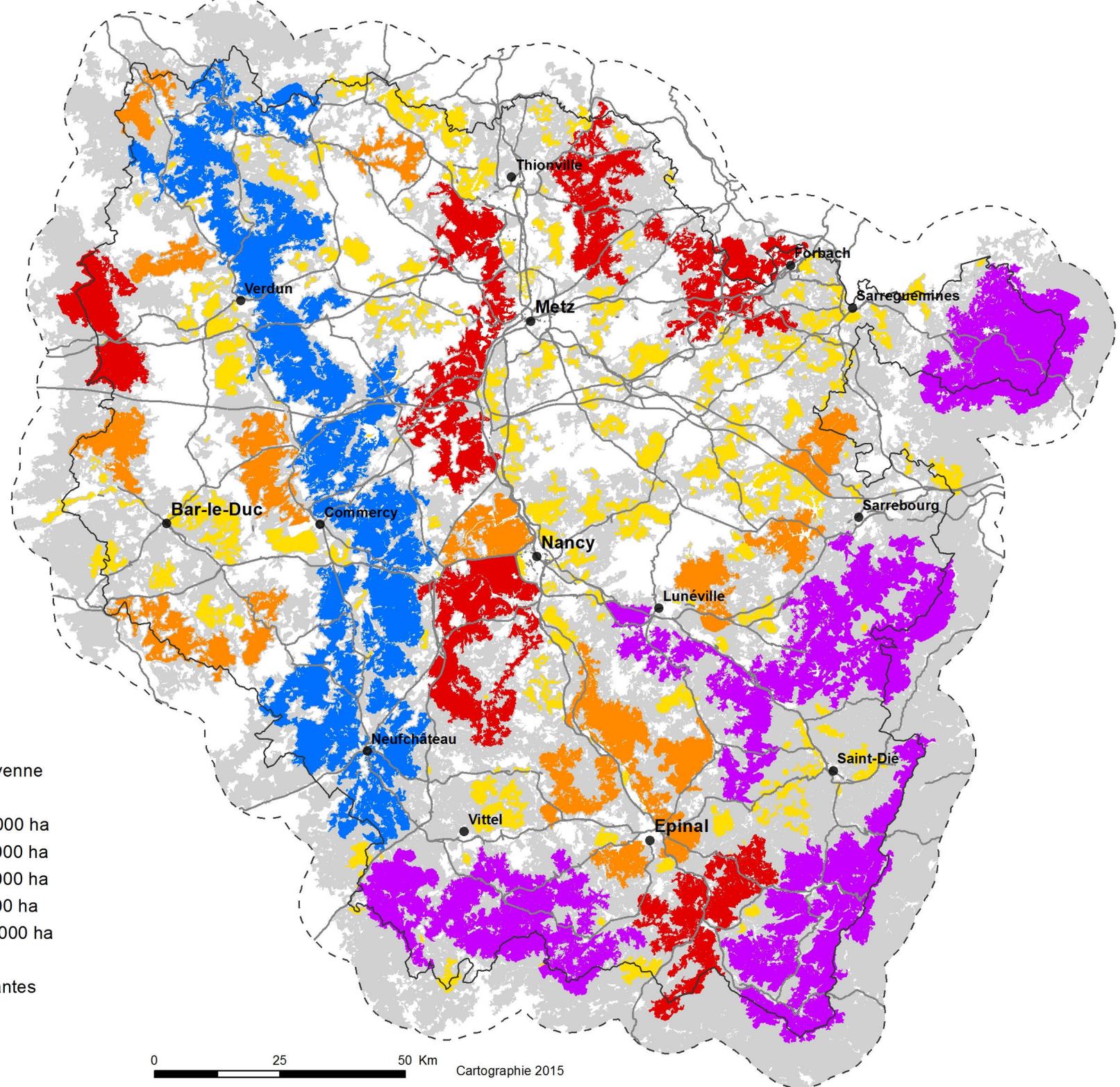
- 1 gilde
- 2 guildes
- 3 guildes
- 4 guildes

Infrastructures linéaires :

— Impactantes à très impactantes

Limites et périmètres :

□ Limite régionale

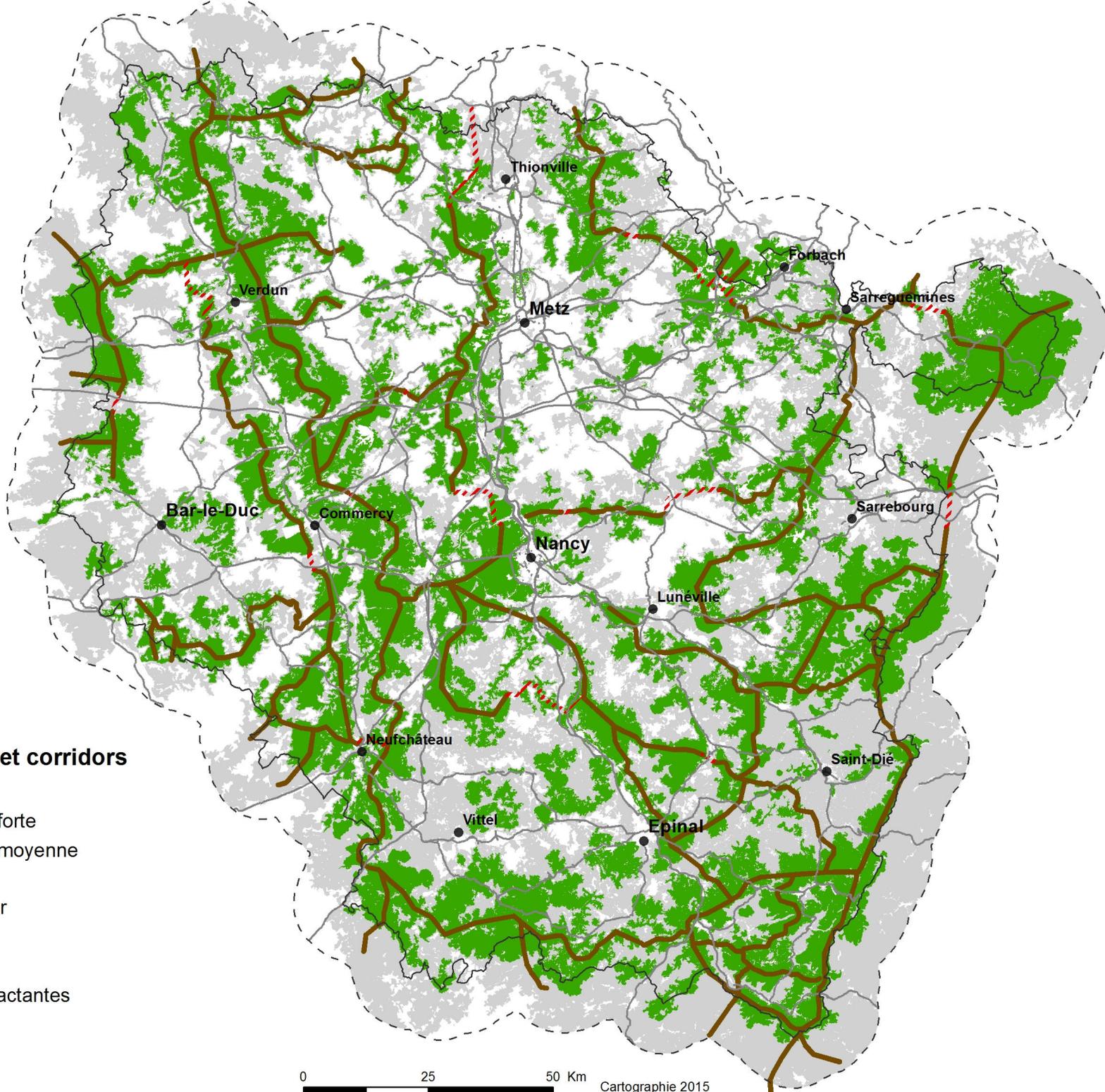


Zones de perméabilité des milieux forestiers

- Zones de perméabilité moyenne
- Zones de perméabilité forte :**
- Ensemble de plus de 200 000 ha
- Ensembles de plus de 50 000 ha
- Ensembles de plus de 15 000 ha
- Ensembles de plus de 5 000 ha
- Ensembles de moins de 5 000 ha

Infrastructures linéaires :
 — Impactantes à très impactantes

Limites et périmètres :
 □ Limite régionale
 □ Zone tampon



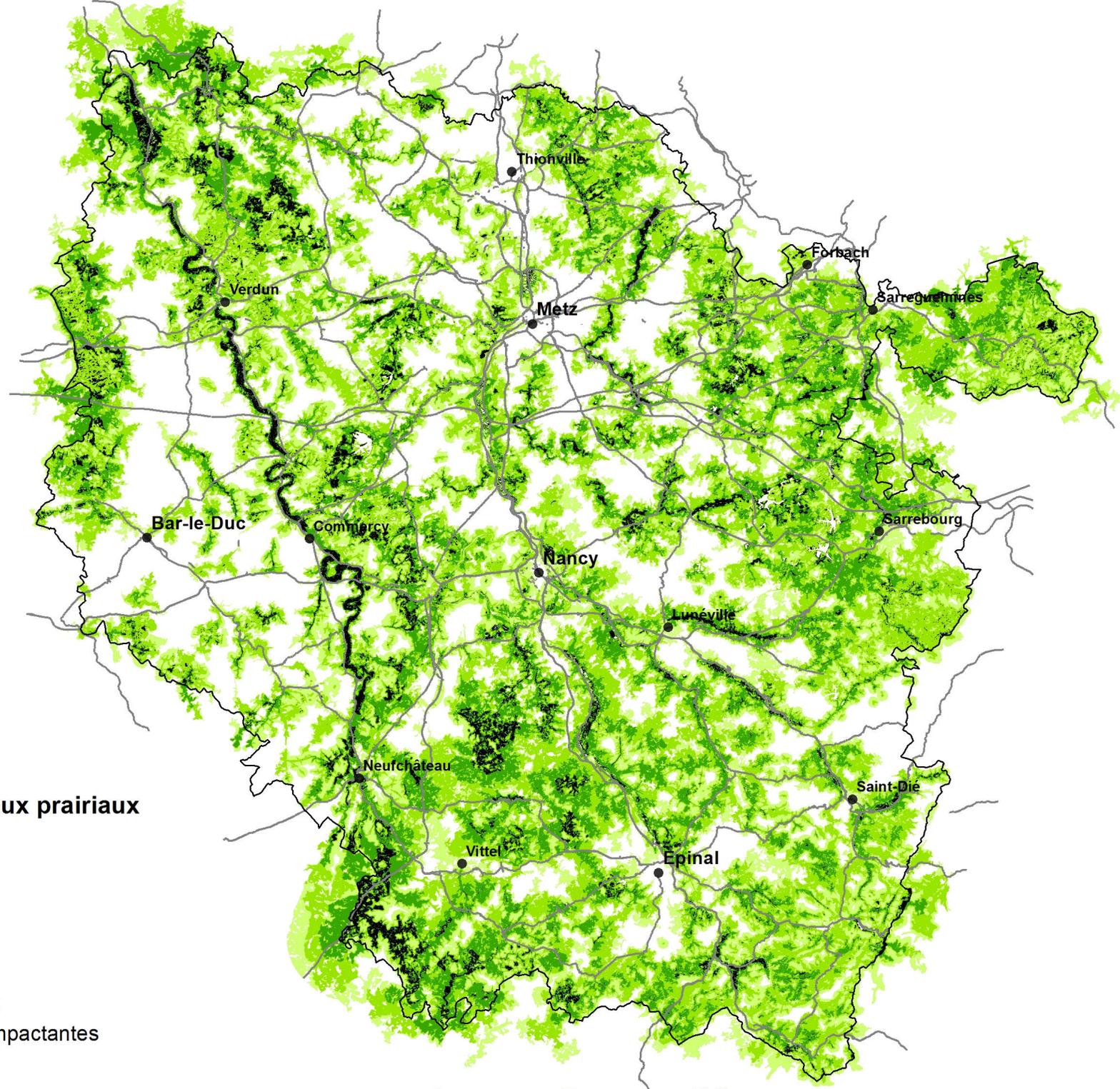
Zones de perméabilité et corridors des milieux forestiers

- Zones de perméabilité forte
- Zones de perméabilité moyenne

- Corridors :**
- à préserver ou conforter
 - à restaurer

- Infrastructures linéaires :**
- Impactantes à très impactantes

- Limites et périmètres :**
- Limite régionale
 - Zone tampon



Sous-trame des milieux prairiaux

● Points de départ

Perméabilités :

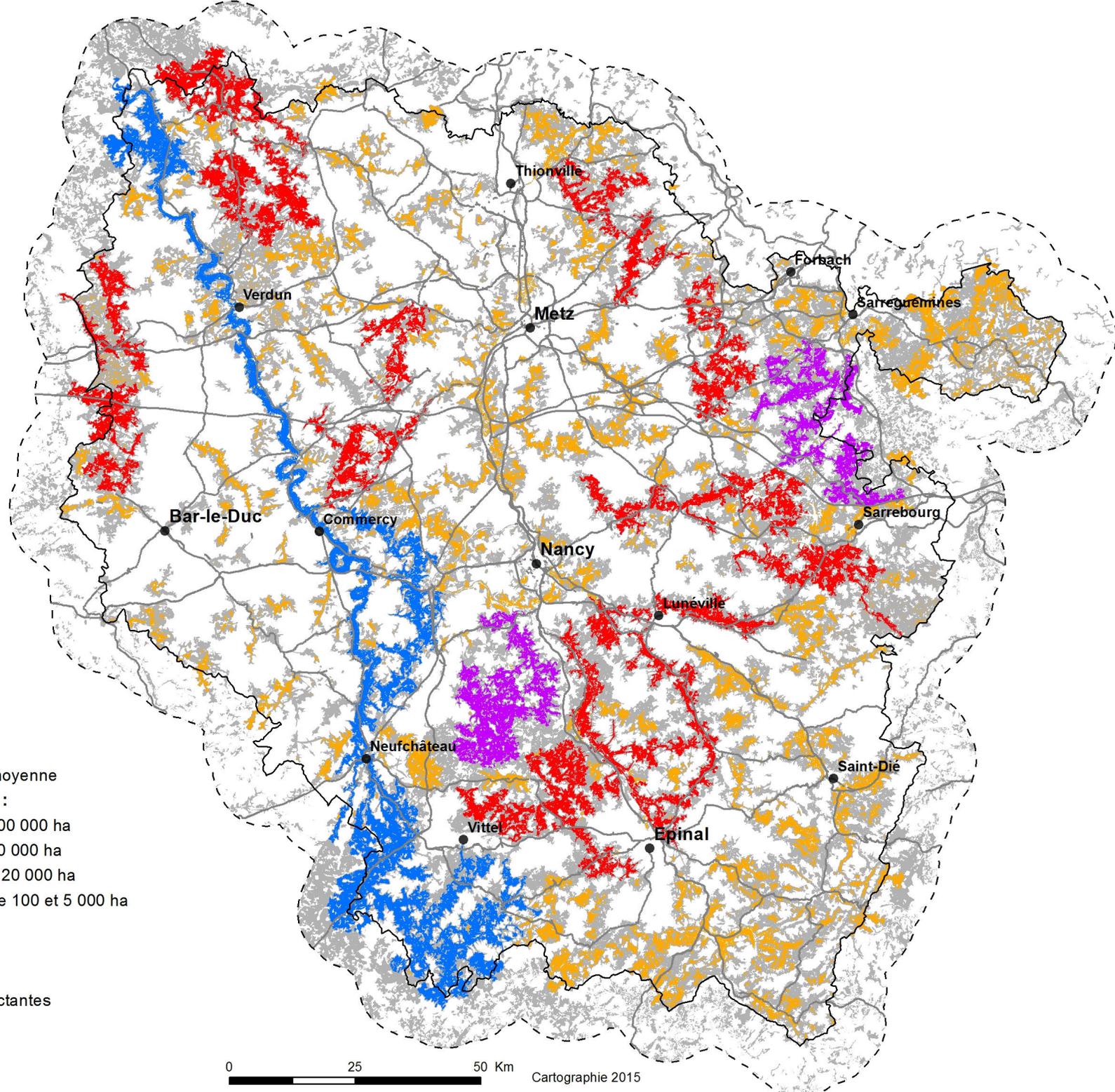
- 1 guilde
- 2 guildes
- 3 guildes

Infrastructures linéaires :

— Impactantes à très impactantes

Limites et périmètres :

□ Limite régionale



Zones de perméabilité des milieux prairiaux

- Zones de perméabilité moyenne
- Zones de perméabilité forte :**
- Ensembles de plus de 100 000 ha
- Ensembles de plus de 20 000 ha
- Ensembles de moins de 20 000 ha
- Ensembles compris entre 100 et 5 000 ha

Zone tampon :

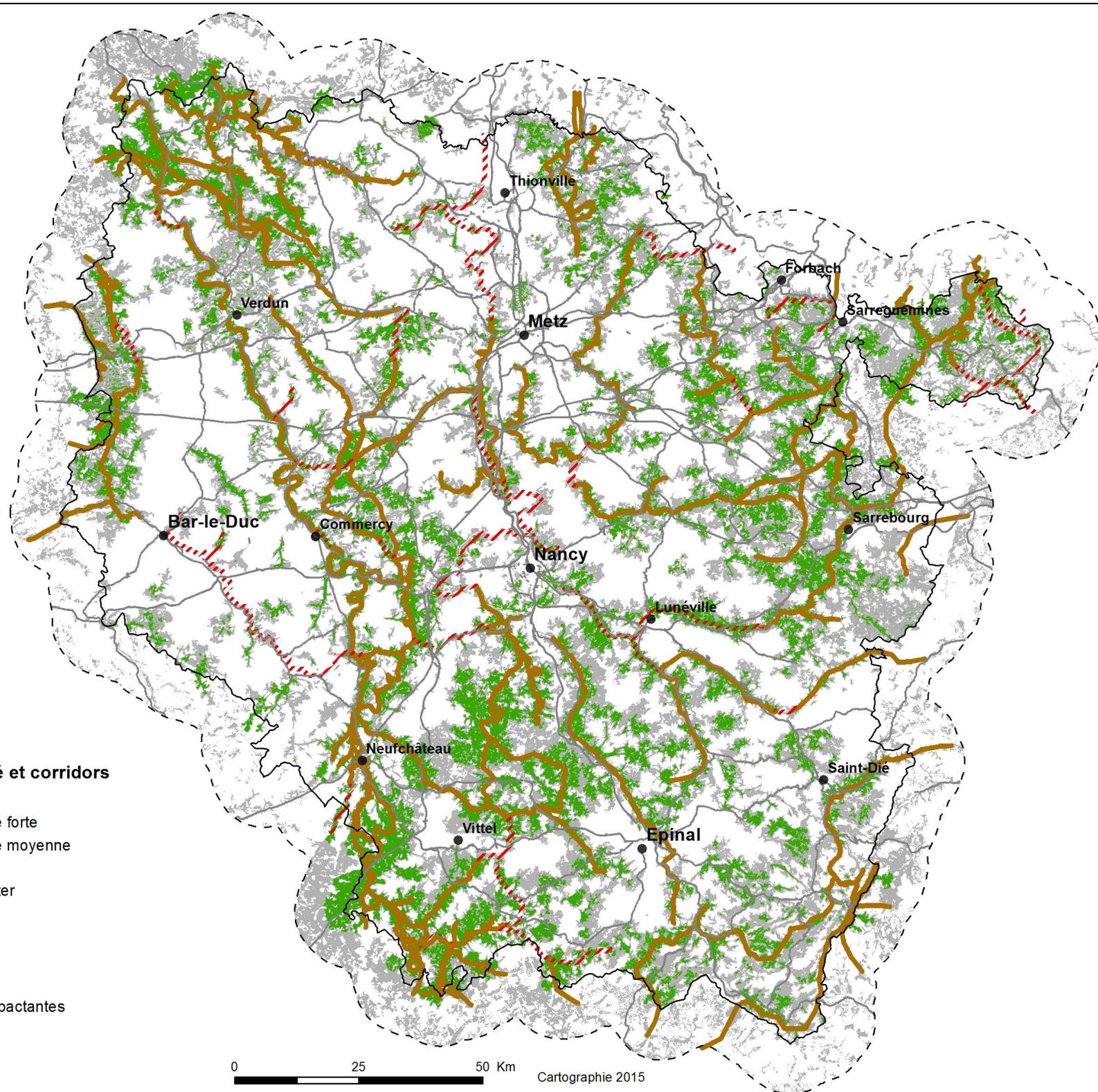
- Prairies

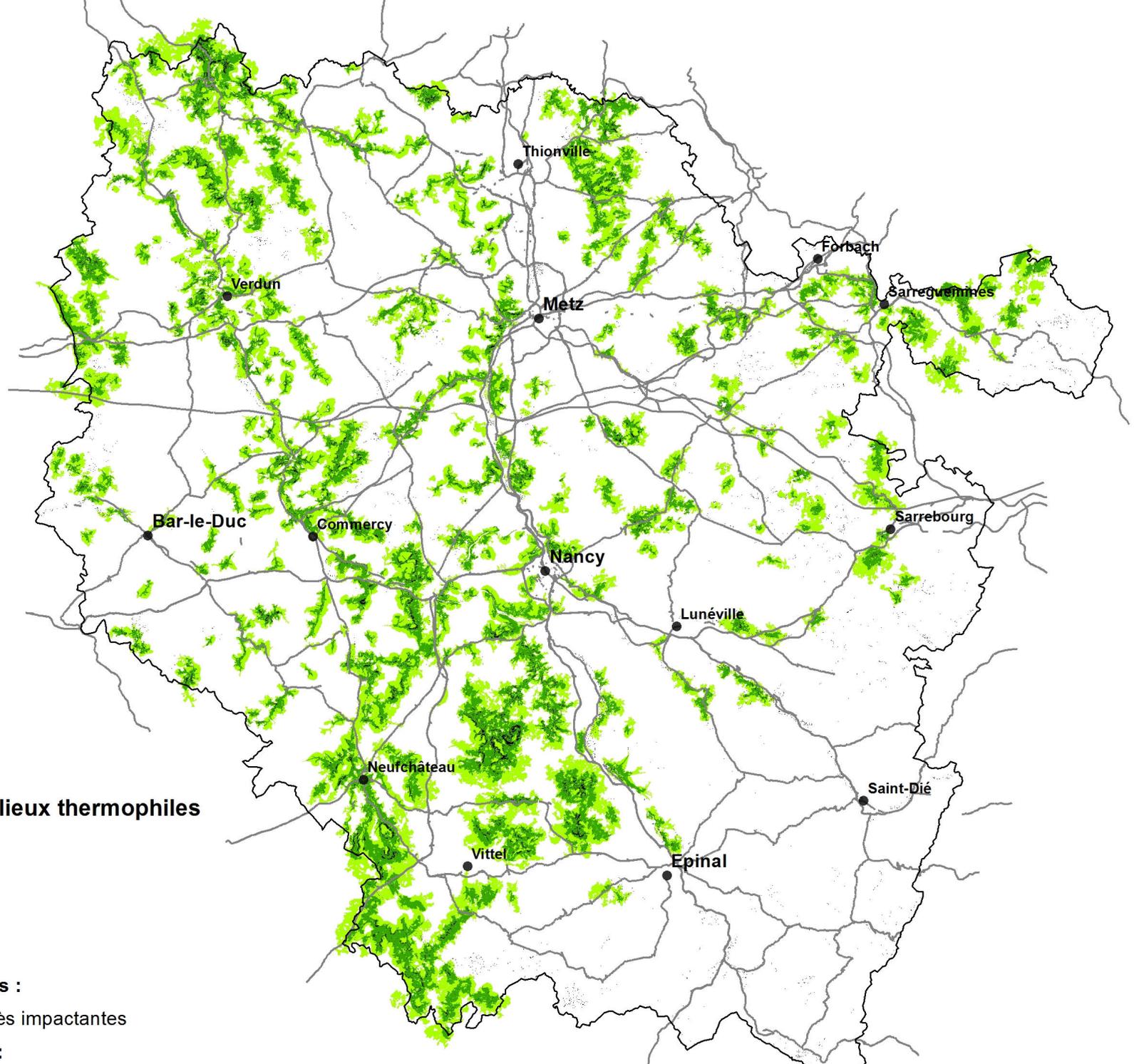
Infrastructures linéaires :

- Impactantes à très impactantes

Limites et périmètres :

- Limite régionale
- ⋮ Zone tampon





Sous-trame des milieux thermophiles

■ Points de départ

Perméabilités :

■ 1 guilde

■ 2 guildes

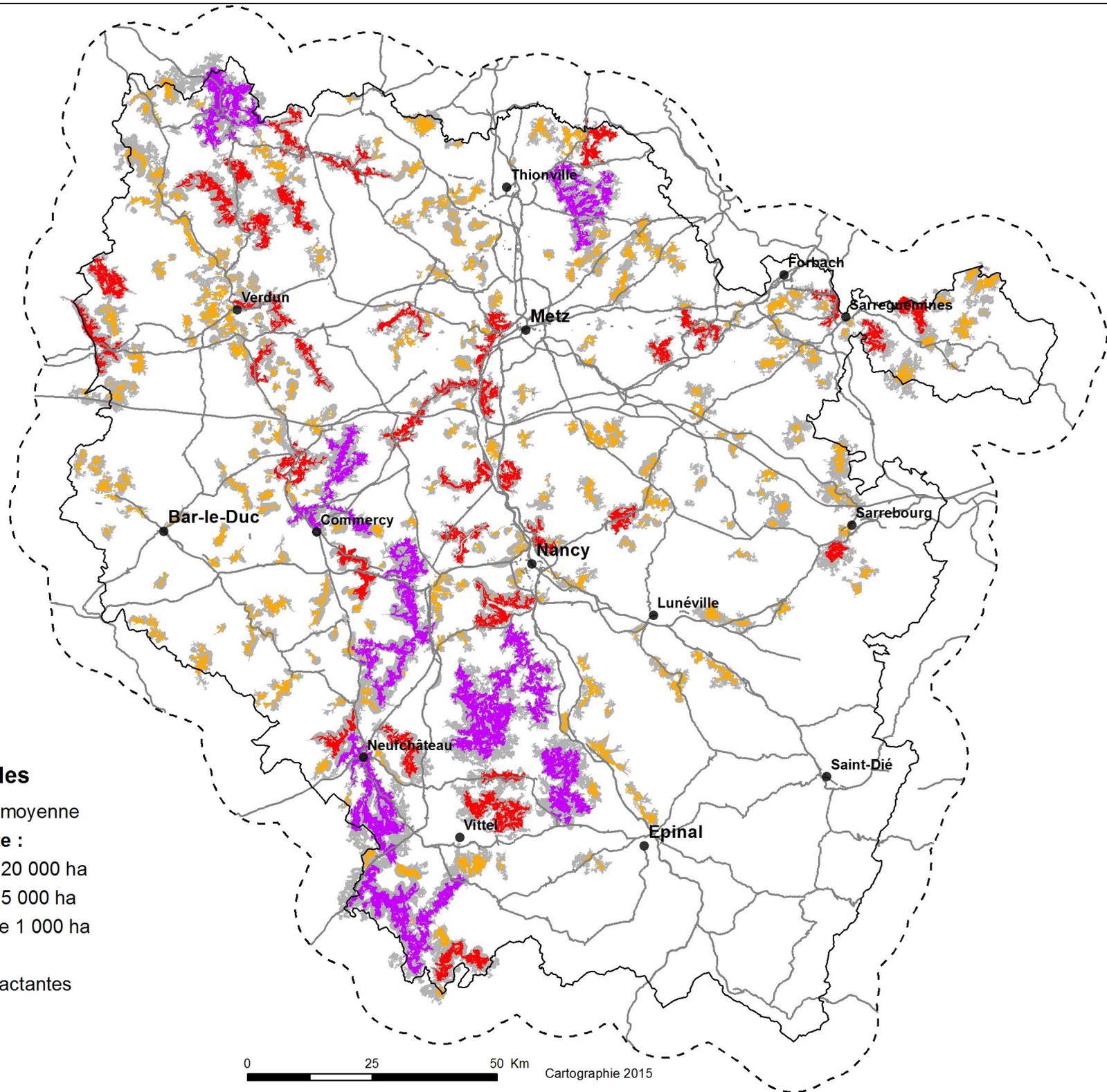
Infrastructures linéaires :

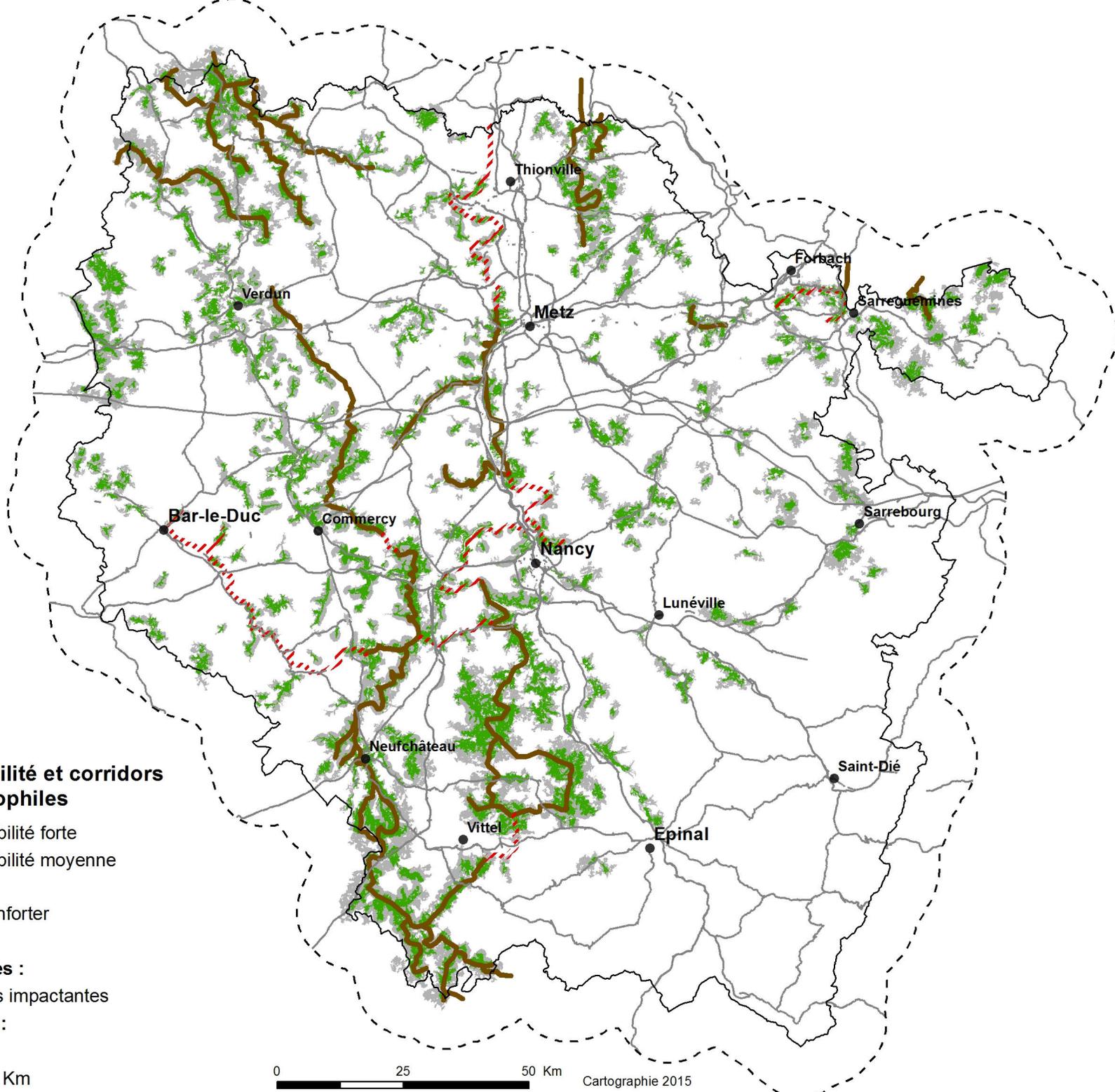
— Impactantes à très impactantes

Limites et périmètres :

□ Limite régionale







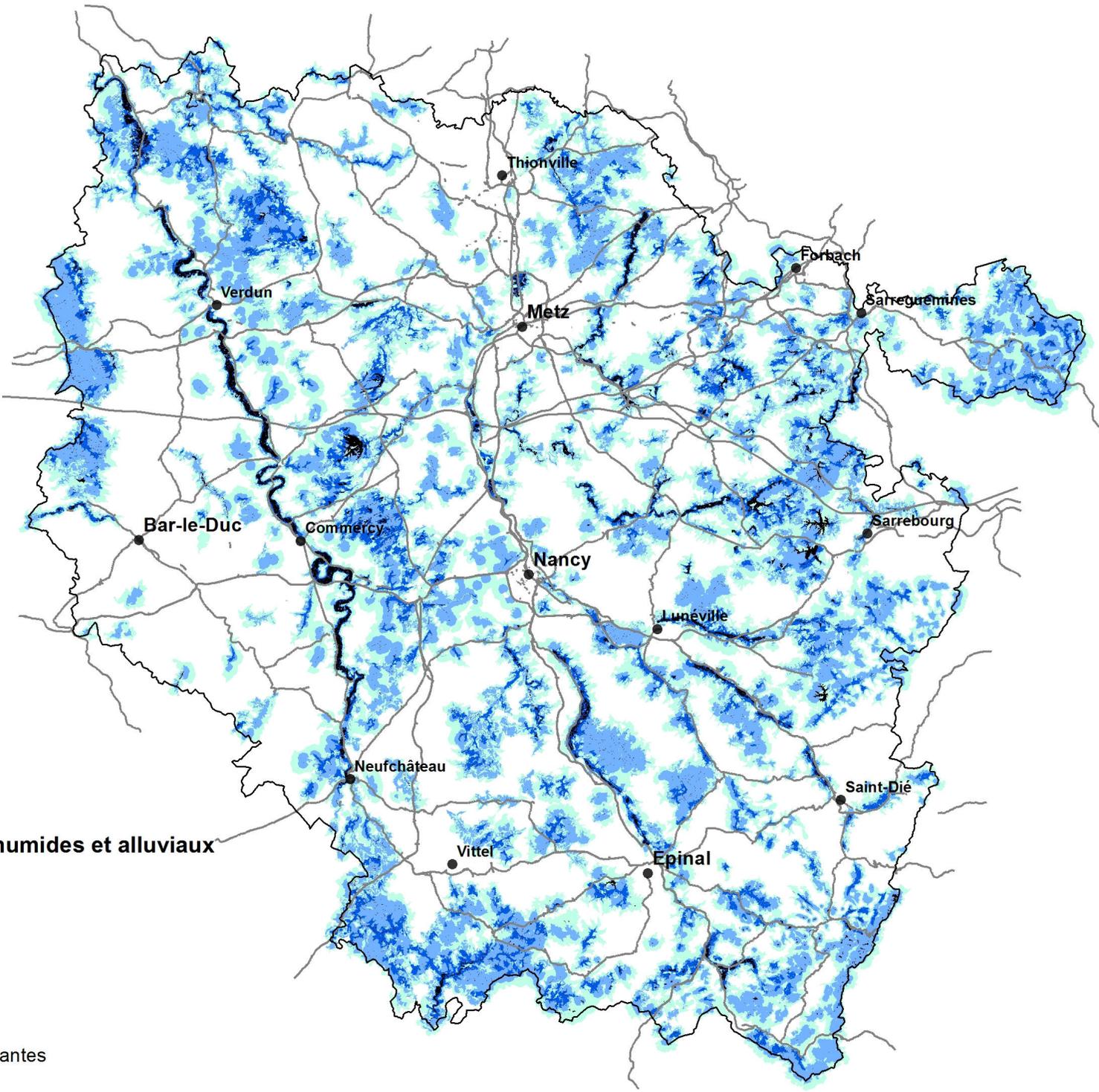
Zones de perméabilité et corridors des milieux thermophiles

- Zones de perméabilité forte
- Zones de perméabilité moyenne

- Corridors :**
- à préserver ou conforter
 - à restaurer

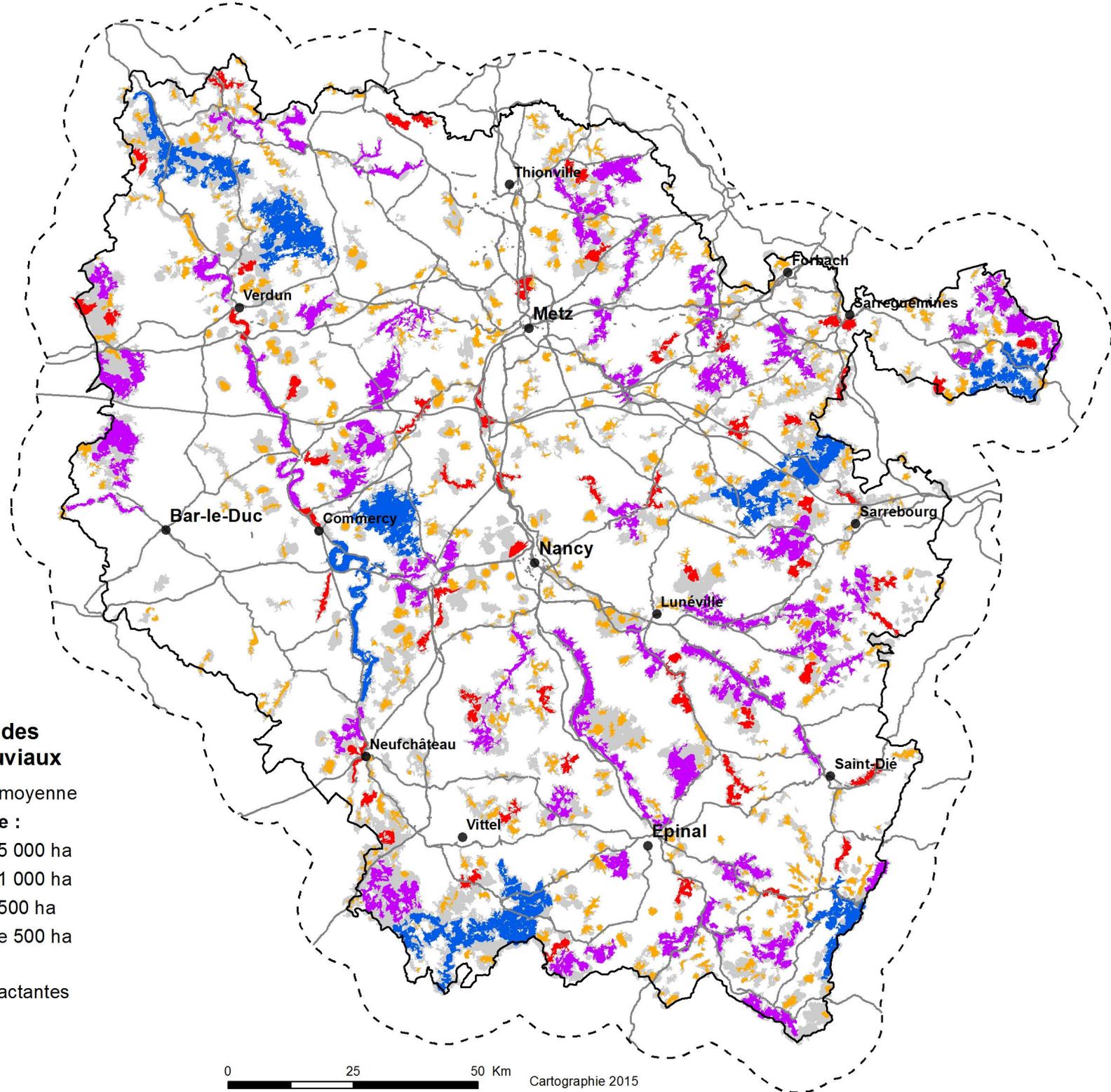
- Infrastructures linéaires :**
- Impactantes à très impactantes

- Limites et périmètres :**
- Limite régionale
 - Zone tampon - 10 Km



Sous-trame des milieux humides et alluviaux

-  Point de départ
- Perméabilités :**
-  1 gilde
-  2 guildes
-  3 guildes
- Infrastructures linéaires :**
-  Impactantes à très impactantes
- Limites et périmètres :**
-  Limite régionale



Zones de perméabilité des milieux humides et alluviaux

■ Zones de perméabilité moyenne

Zones de perméabilité forte :

■ Ensembles de plus de 5 000 ha

■ Ensembles de plus de 1 000 ha

■ Ensembles de plus de 500 ha

■ Ensembles de moins de 500 ha

Infrastructures linéaires :

— Impactantes à très impactantes

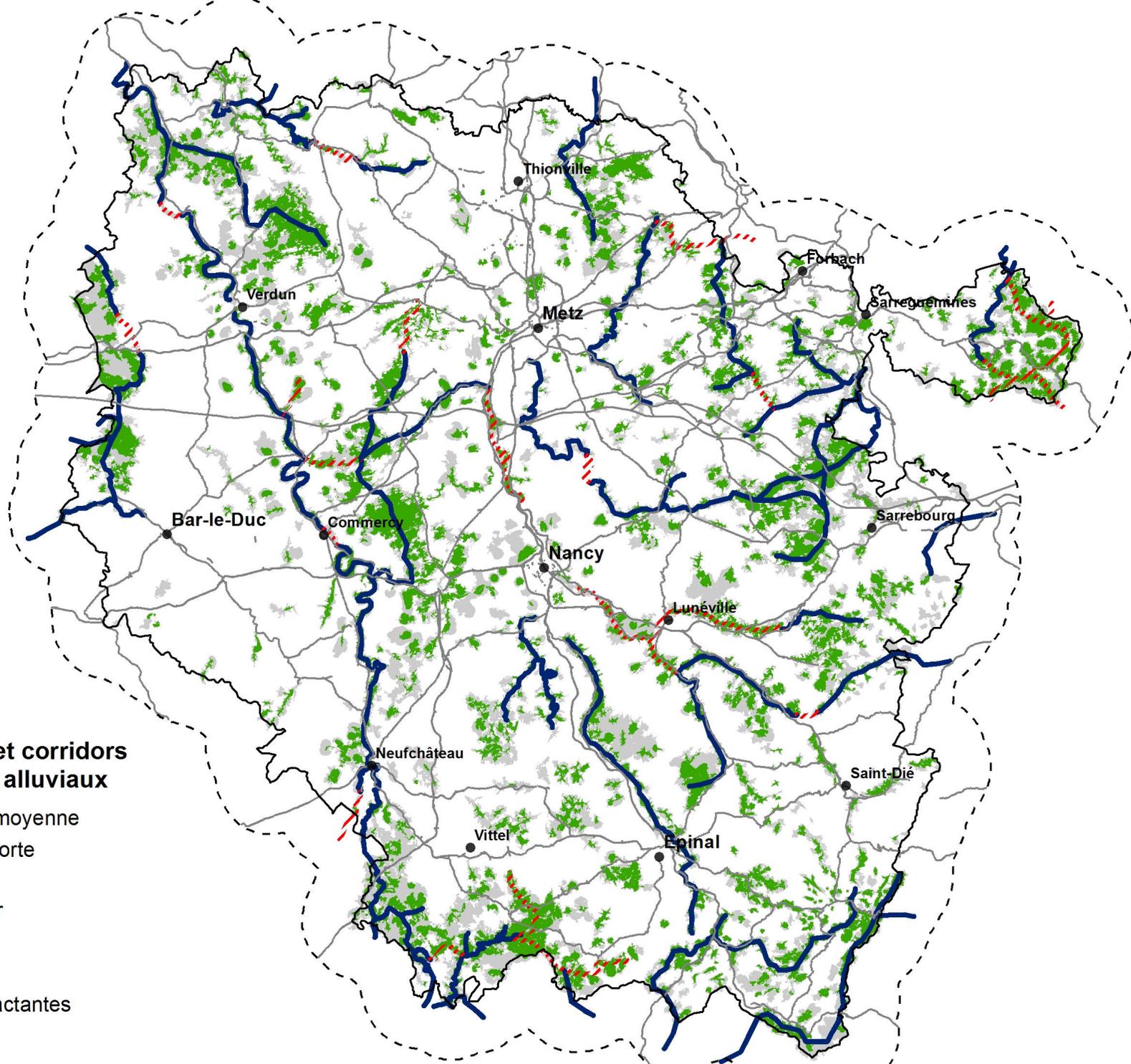
Limites et périmètres :

□ Limite régionale

□ Zone tampon - 10 Km

0 25 50 Km

Cartographie 2015



Zones de perméabilité et corridors des milieux humides et alluviaux

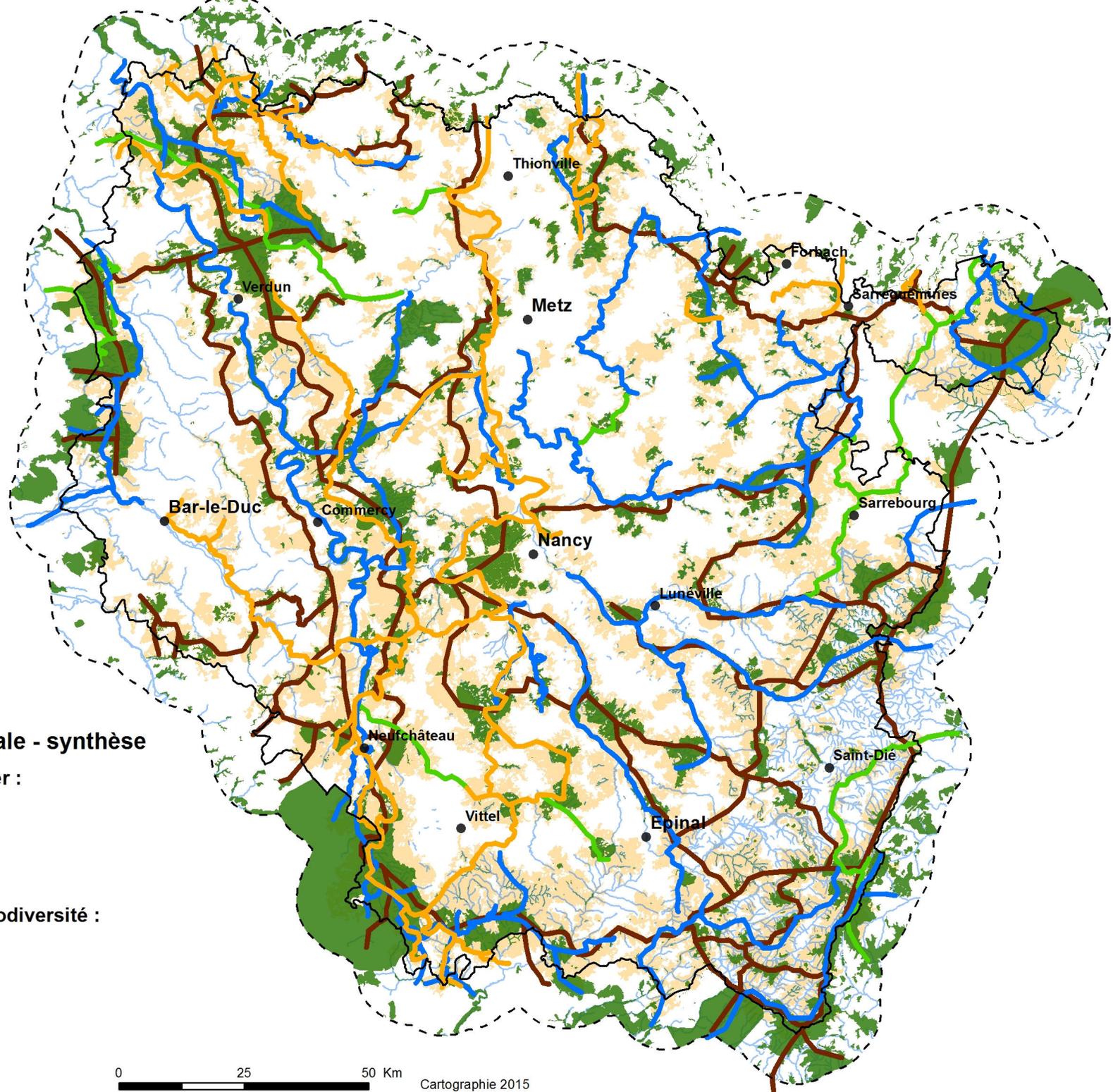
- Zones de perméabilité moyenne
- Zones de perméabilité forte

- Corridors :**
- à préserver ou conforter
 - à restaurer

- Infrastructures linéaires :**
- Impactantes à très impactantes

- Limites et périmètres :**
- Limite régionale
 - Zone tampon - 10 Km





Trame Verte et Bleue régionale - synthèse

Corridors à conforter ou restaurer :

-  Thermophiles
-  Alluviaux et humides
-  Autres milieux herbacés
-  Forestiers

Perméabilités et réservoirs de biodiversité :

-  Zone de perméabilité forte
-  Réservoirs de biodiversité
-  Réservoirs-corridders (cours d'eau)

Limites et périmètres :

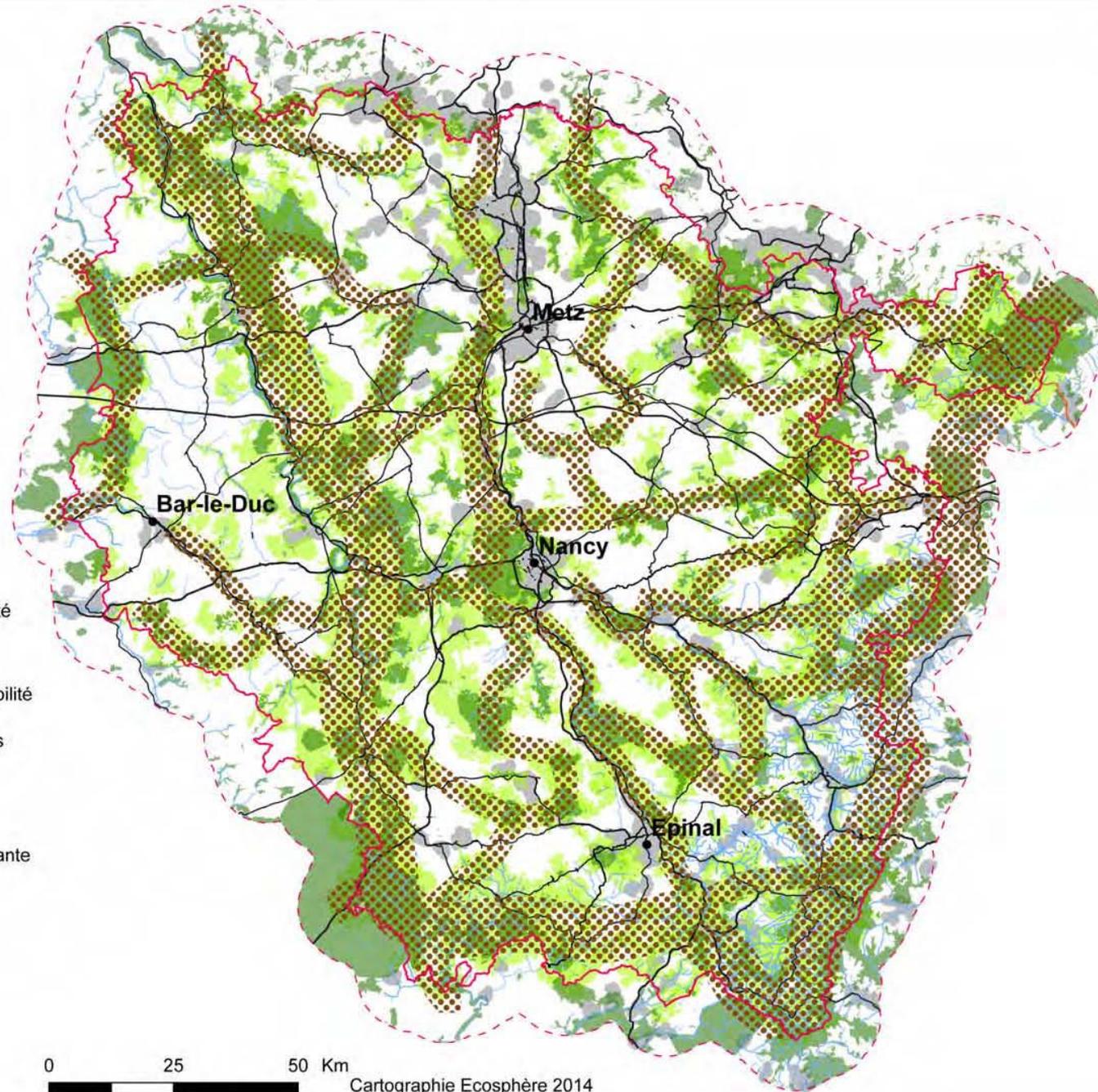
-  Limite régionale
-  Zone tampon - 10 Km

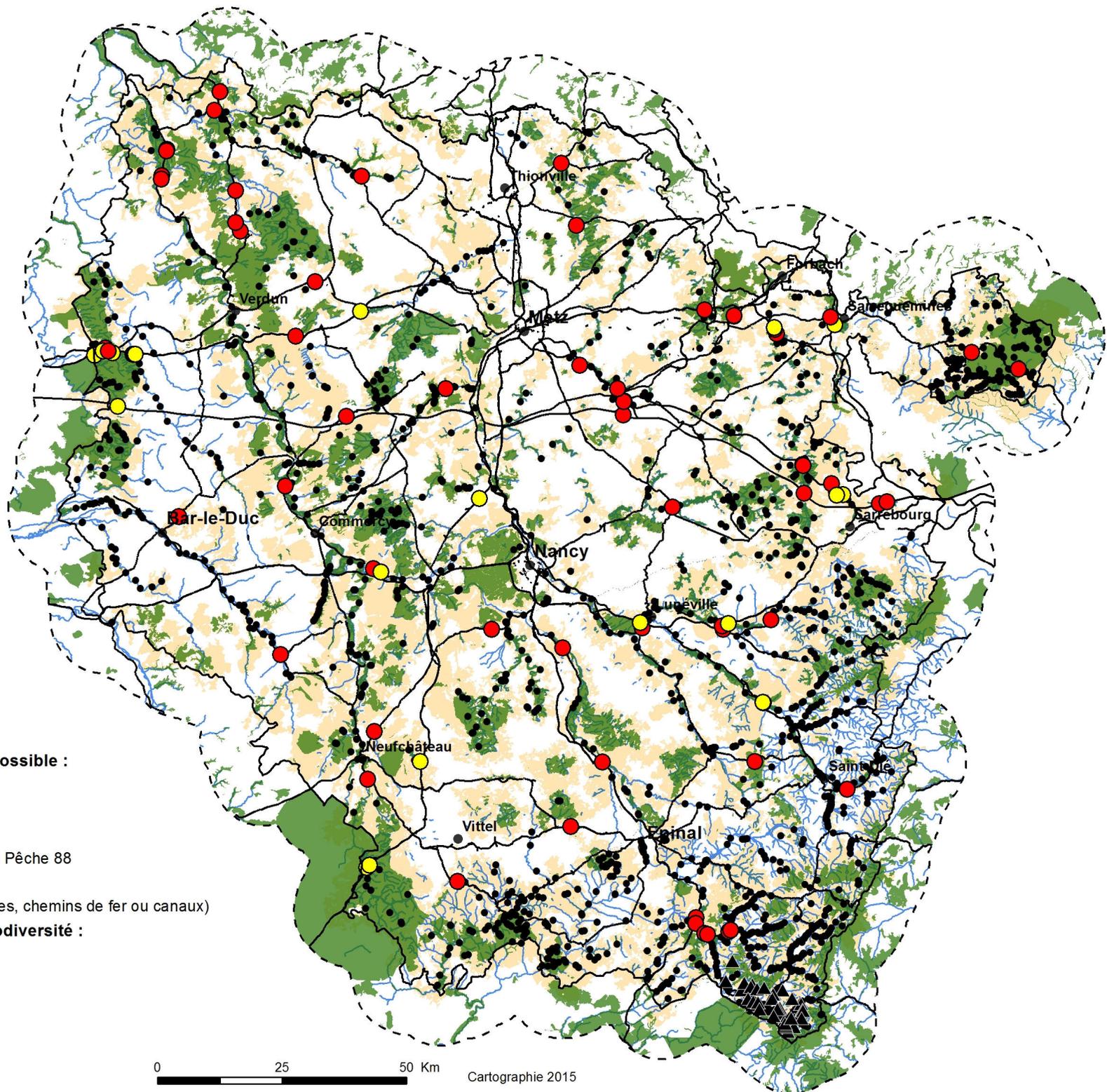




TVB Lorraine schématique

-  Réervoir de biodiversité
-  Réservoir-corridor
-  Zones de forte perméabilité
-  Continuités écologiques schématiques
-  Continuum urbain
-  Infrastructure fragmentante
-  Limite régionale





Obstacles et perméabilités

Discontinuité avec restauration possible :

- Via cours d'eau
- Via route ou chemins

Obstacles à l'écoulement :

- ▲ Prioritaires pour la Fédération de Pêche 88
- Autres obstacles
- Infrastructures impactantes (routes, chemins de fer ou canaux)

Perméabilités et réservoirs de biodiversité :

- Zones de perméabilité forte
- Réservoirs superficiels
- Réservoirs - corridors

Limites et périmètres :

- Limite régionale
- ⋮ Zone tampon - 10 Km

0 25 50 Km

Cartographie 2015

