Trame verte et bleue - Bilan technique et scientifique sur l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique. Méthodes d'identification des composantes de la TVB. Volume 1

R. Sordello, Lucille Billon, J. Amsallem, S. Vanpeene

▶ **To cite this version:**

R. Sordello, Lucille Billon, J. Amsallem, S. Vanpeene. Trame verte et bleue - Bilan technique et scientifique sur l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique. Méthodes d'identification des composantes de la TVB. Volume 1. irstea. 2017, pp.104. hal-02607145

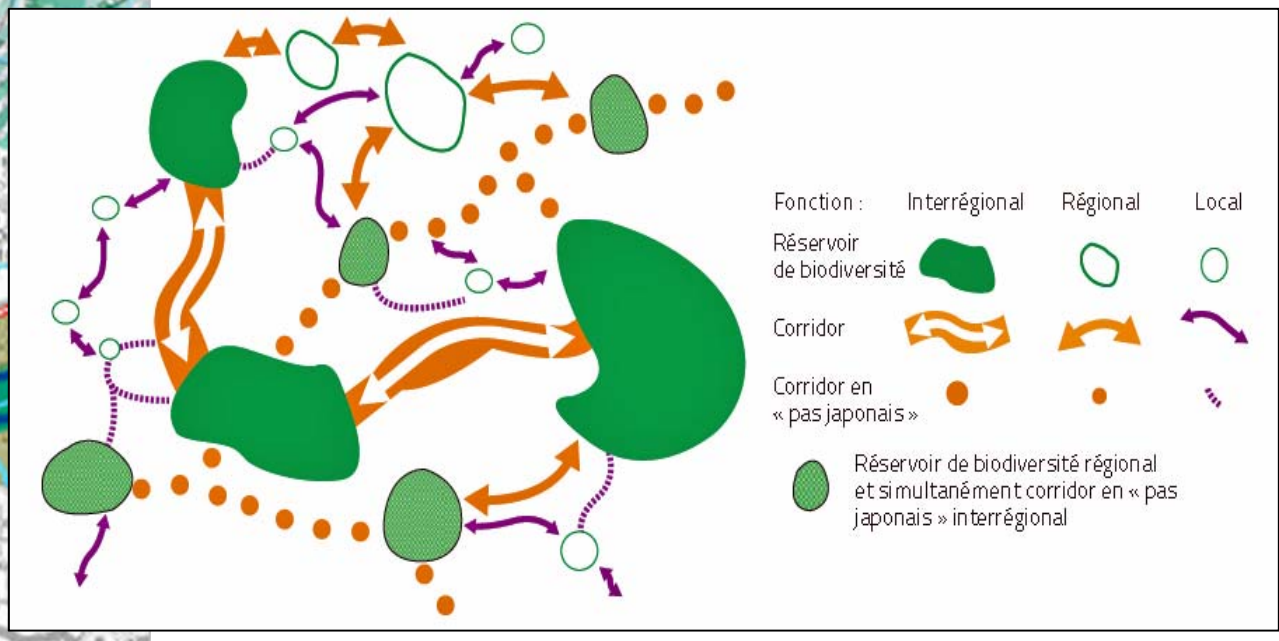
HAL Id: hal-02607145
https://hal.inrae.fr/hal-02607145

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Romain Sordello, Lucille Billon,
Jennifer Amsallem, Sylvie Vanpeene



TRAME VERTE ET BLEUE

Bilan technique et scientifique sur l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique

Méthodes d'identification des composantes de la TVB

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Volume 1

Juillet 2017

Le Centre de ressources Trame verte et bleue

Pour assurer la mise en œuvre de la Trame verte et bleue (TVB) et accompagner les professionnels et acteurs à toutes les échelles territoriales, un centre de ressources (CDR TVB) a été créé en 2011. Sous la coordination du Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), le CDR TVB repose sur une organisation fédérative regroupant l'Agence française pour la biodiversité (AFB), le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) et le Museum national d'Histoire naturelle (MNHN, via l'UMS 2006 PatriNat (anciennement le Service du patrimoine naturel)). Le CDR TVB alimente aussi un portail internet (http://www.trameverteetbleue.fr) destiné à appuyer le travail des acteurs impliqués sur la TVB (actualités, retours d'expériences, outils techniques, guides méthodologiques, ressources scientifiques, ...).

La démarche du CDR TVB concernant les Schémas régionaux de cohérence écologique

La Trame verte et bleue se traduit notamment à l'échelle régionale, par des Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). Pour élaborer les SRCE, les régions (binômes Conseil régional / Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) étaient libres de leur méthode, dans le respect d'un cadrage national constitué par des « Orientations nationales » (ON TVB) approuvées par décret. Le Ministère en charge de l'écologie a alors souhaité disposer a posteriori d'un bilan des choix méthodologiques et techniques faits par les régions pour élaborer leur SRCE.

Ce travail a ainsi été confié au pôle appui scientifique et technique du CDR TVB. Il a été réalisé en particulier par l'Irstea et le MNHN via un partage de thèmes et de volets méthodologiques à analyser. Le MNHN a également joué dans cette démarche le rôle de pilotage et d'ensemblier.

Ce bilan des SRCE constitué par le CDR TVB est un état des lieux factuel. Il vise à obtenir une vue d'ensemble, nationale, du contenu technique et scientifique des SRCE. Il servira notamment à la révision des ON TVB.

Volets méthodologiques ayant fait l'objet d'un bilan

L'analyse des SRCE par le CDR TVB a porté sur différents volets méthodologiques afin de connaitre et synthétiser les choix techniques des régions concernant :

- La nature et le nombre des sous-trames
- La caractérisation des réservoirs de biodiversité
- La caractérisation des corridors
- L'identification d'autres espaces/matrice
- La caractérisation des obstacles à la continuité
- L'attribution des objectifs de préservation ou restauration aux continuités
- L'atlas cartographique

Ces analyses ont donné lieu à trois rapports de synthèse dont fait partie le présent volume :

- Volume 1 - Méthodes d'identification des composantes de la TVB
- Volume 2 - Méthodes d'identification des obstacles et d'attribution des objectifs
- Volume 3 - Représentation cartographique de la TVB

Par ailleurs, le CDR TVB a également effectué des bilans techniques des SRCE sur divers thèmes qui concernent les continuités écologiques :

- Les enjeux de cohérence nationale
- Les démarches interrégionales et transfrontalières
- L'eau et la continuité aquatique
- Les lacunes, besoins et actions de connaissances
- Le changement climatique
- La pollution lumineuse
- La concertation

L'ensemble des rapports sont disponibles :

- sur le portail du CDR TVB : http://www.trameverteetbleue.fr
- sur le site internet des établissements membres du CDR selon les auteurs des rapports respectifs (pour le MNHN : http://patrinat.mnhn.fr/)

Avertissement : Les bilans du Centre de ressources TVB se limitent à analyser le contenu technique et scientifique des SRCE et n'ont pas de portée juridique. En outre, cette analyse restitue les choix méthodologiques effectués par les régions lors de la phase de rédaction de leur SRCE. Pour ces raisons, la dénomination « SRCE » est utilisée sans distinction dans ces bilans, que les SRCE aient été ou non adoptés et qu'ils aient été ou non annulés postérieurement à leur adoption.

Volume 1 : Méthodes d'identification des composantes de la TVB

Rapport produit dans le cadre du Centre de ressources Trame verte et bleue piloté et financé par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

Auteurs principaux :

- Romain Sordello (MNHN, UMS 2006 Patrimoine Naturel)
- Lucille Billon (MNHN, UMS 2006 Patrimoine Naturel)
- Jennifer Amsallem (Irstea, UMR TETIS, Montpellier)

Contributeur / Relecteur : Sylvie Vanpeene (Irstea, Aix-en-Provence)

Mise en page : Romain Sordello

Avant diffusion ce rapport a été soumis à la consultation des régions

Référence conseillée : SORDELLO R., BILLON L., AMSALLEM J. & VANPEENE S. (2017). *Bilan technique et scientifique sur l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique. Méthodes d'identification des composantes de la TVB*. Centre de ressources TVB. 104 pages.

Photo de couverture : Schéma d'un réseau écologique, © SRCE Alsace

SOMMAIRE

LES SOUS-TRAMES 7

I. Rappel de la règlementation et du cadre national concernant les sous-trames 8

A. Concept de sous-trame 8

B. Contexte législatif et règlementaire 8

II. Etat des lieux les sous-trames des SRCE 10

A. Nombre, nature et nomenclature des sous-trames 10

B. Caractéristiques globales de chaque sous-trame 13

C. Méthodes pour le choix des sous-trames et le rattachement des réservoirs et des corridors. 26

D. Difficultés rencontrées 30

E. Conclusion 32

IDENTIFICATION DES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE 33

I. Les réservoirs de biodiversité, éléments des continuités écologiques 34

II. Les deux grands types de réservoirs de biodiversité 34

III. Extraction des parties correspondantes dans les SRCE 35

IV. Méthodes mises en œuvre pour l'identification des réservoirs hors zonages existants 36

A. L'entrée espèces et/ou habitats 36

B. L'entrée milieux naturels/occupation du sol 37

C. Les analyses multicritères 40

V. Synthèse 50

VI. La place du dire d'expert dans l'identification des réservoirs de biodiversité 55

IDENTIFICATION DES CORRIDORS ECOLOGIQUES 56

I. Rappel de la règlementation et du cadre national concernant les corridors 57

A. Introduction des corridors écologiques dans le code de l'environnement 57

B. Définition des corridors écologiques dans le code de l'environnement 57

C. Les corridors écologiques dans les SRCE 58

II. Etat des lieux concernant les corridors dans les SRCE 58

A. Caractéristiques des corridors 58

B. Méthodes de cartographie des corridors 60

QUELS AUTRES ESPACES AU-DELA DES RESERVOIRS ET DES CORRIDORS ? 84

I. Les démarches concernant les éléments du fond cartographique 85

A. Occupation du sol 85

B. Perméabilité du territoire 88

II. La délimitation d'éléments particuliers 89

A. Indiquer la qualité de la matrice, en termes de densité de milieux ou de perméabilité, dans certaines zones particulières 93

B. Identifier des éléments jouant un rôle proche de ceux des corridors ou des réservoirs sans pour autant être sélectionnés comme tels 95

C. Identifier des secteurs dans le but d'y développer des actions 96

III. Bilan 99

IV. INDEX DES FIGURES 101

V. INDEX DES TABLEAUX 102

LES SOUS-TRAMES

Rédacteur : Lucille Billon

I. RAPPEL DE LA REGLEMENTATION ET DU CADRE NATIONAL CONCERNANT LES SOUS-TRAMES

A. Concept de sous-trame

Chaque espèce possède des exigences écologiques qui lui sont propres, ce qui implique qu'il y aura autant de réseaux écologiques que d'espèces. Mais, on peut retrouver des espèces ayant des exigences proches et des caractéristiques communes, comme par exemple, l'utilisation de niches écologiques similaires comprenant les mêmes types d'habitats. Afin de tenir compte du plus grand nombre d'espèces tout en restant opérationnel, il est intéressant de raisonner par grands types de milieux, à travers le concept de sous-trame.
Une sous-trame peut se définir par un ensemble d'espaces, plus ou moins connectés, constitués d'habitats ayant des caractéristiques communes et pouvant accueillir des cortèges d'espèces particuliers. Au sein du dispositif de Trame Verte et Bleue, pour assurer une cohérence nationale, chaque élément de TVB doit être rattaché à l'une des 5 sous-trames nationales (cf. Figure 1: Les cinq sous-trames nationales
Source : MNHN-SPN 2016, d'après Allag-Dhuisme et al., 2010).

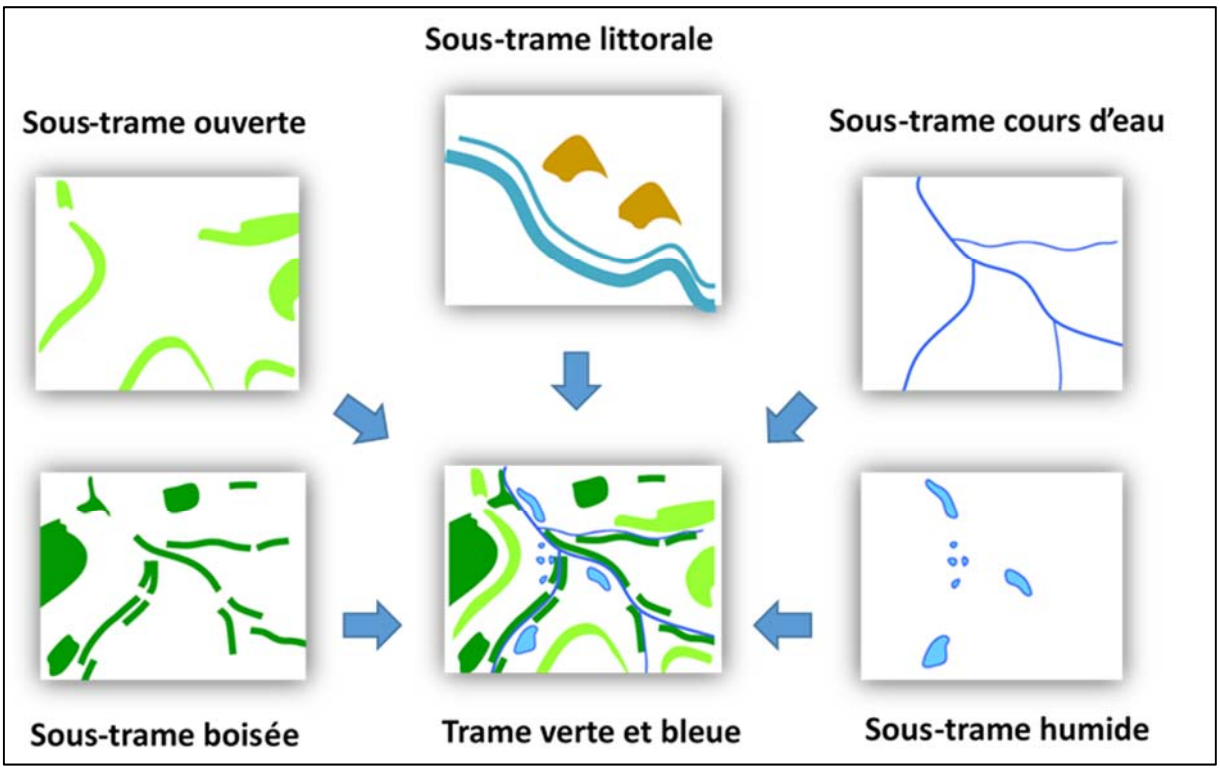


Figure 1: Les cinq sous-trames nationales
Source : MNHN-SPN 2016, d'après Allag-Dhuisme et al., 2010

B. Contexte législatif et règlementaire

Les sous-trames sont définies au niveau règlementaire dans le Code de l'environnement (modifié par le décret n°2012-1492 du 27 décembre 2012). Elles sont aussi décrites dans les Orientations nationales TVB.

1) Code de l'environnement

L'article R. 371-27 du Code de l'environnement stipule que : « Le 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 précise ;

- les approches et la méthodologie retenues pour l'identification et le choix des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques ;

- les caractéristiques de ces deux éléments, leur contribution au fonctionnement écologique de l'ensemble du territoire régional et leur rattachement à l'une des sous-trames suivantes :

a) Milieux boisés ;

b) Milieux ouverts ;

c) Milieux humides ;

d) Cours d'eau ;

e) Milieux littoraux, pour les régions littorales ;

- les objectifs de préservation ou de remise en bon état qui leur sont assignés ;

- la localisation, la caractérisation et la hiérarchisation des obstacles à ces éléments ;

- un exposé de la manière dont ont été pris en compte les enjeux nationaux et transfrontaliers définis par le document-cadre adopté en application de l'article L. 371-2 »

L'articule R. 371 -29 stipule que : « - L'atlas cartographique comprend notamment :

- un cartographie des éléments de la trame verte et bleue régionale à l'échelle 1/100 000 ;

- une cartographie des objectifs de préservation ou de remise en bon état assignés aux éléments de la trame verte et bleue à l'échelle 1/100 000, identifiant les principaux obstacles à la fonctionnalité des continuités écologiques ;

- une carte de synthèse régionale schématique des éléments de la trame verte et bleue ;

- une cartographie des actions prioritaires inscrites au plan d'action stratégiques. »

2) Orientations Nationales TVB

Les Orientations nationales TVB mentionnent dans le paragraphe 2.2.1 (p. 19) : « Doivent ainsi figurer dans le schéma régional de cohérence écologique :

> Les éléments de la trame verte et bleue régionale (réservoirs de biodiversité et corridors écologiques), en précisant :

•leurs caractéristiques, leur contribution à la trame et leur place dans le fonctionnement écologique de l'ensemble du territoire régional ;

•leur rattachement à l'une des cinq sous-trames suivantes :

- Milieux boisés ;

- Milieux ouverts ;

- Milieux humides ;

- Cours d'eau ;

- Milieux littoraux pour les régions concernées.

La notion de sous-trame correspond ici à 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 ou à partir d'une cartographie de la végétation. »

Au sein des SRCE, le rattachement des réservoirs de biodiversité et des corridors à 5 sous-trames nationales doit être explicité dans le volet présentant les continuités écologiques retenues. Les réservoirs et les corridors doivent être rattachés à l'une des 5 sous-trames mais il n'est pas précisé que ces éléments doivent être cartographiés selon les sous-trames au sein de l'atlas cartographique.

II. ETAT DES LIEUX LES SOUS-TRAMES DES SRCE

A. Nombre, nature et nomenclature des sous-trames

Tableau 1 : Sous-trames choisies par les régions, classées selon les sous-trames nationales[1]

Régions	Sous-trame des milieux boisés	Sous-trame des milieux ouverts	Sous-trame des milieux humides	Sous-trame des cours d'eau	Sous-trame des milieux littoraux	Non rattachable aux sous-trames nationales	Nombre de sous-trames
Alsace	-Forêts non humides -Vieux-bois	-Prairies mésophiles -Vergers et prés-vergers -Milieux ouverts secs -Cultures annuelles et vignes	-Forêts alluviales et boisements humides -Milieux ouverts humides	- Cours d'eaux, canaux et plans d'eau - Espaces de mobilité des cours d'eaux	(non concerné)	-Milieux anthropisés et semi-naturels	11
Aquitaine	- Boisements de feuillus et forêts mixtes - Boisements de conifères et milieux associés	-Milieux ouverts et semi-ouverts -Systèmes bocagers -Milieux rocheux d'altitude	-Milieu humides	-Cours d'eau	-Milieux côtiers: dunaires et rocheux		8
Auvergne	-Forestière	-Agropastorale -Thermophile -Milieux cultivés -Subalpine	-Milieux aquatiques et humides		(non concerné)		6
Basse Normandie	-Boisé	-Ouvert	-Humide	-Cours d'eau	-Littoral		5
Bourgogne	-Forêts	-Prairies et bocage -Pelouses sèches	-Plans d'eau et zones humides	-Cours d'eau et milieux humides associés	(non concerné)		5

[1] Ce tableau récapitule l'intitulé des différentes sous-trames choisies par chaque région. Ces sous-trames ont été réparties selon les sous-trames nationales par les auteurs d'après les éléments disponibles dans les SRCE.

Bretagne	-Forêts	-Landes, pelouses et tourbières -Bocages	-Zones humides	-Cours d'eau	-Littoral		6
Centre	-Boisements sur sols acides -Boisements sur sols calcaires	-Pelouses et lisières sèches sur sols calcaires -Pelouses et landes sèches à humides sur sols acides -Milieux prairiaux -Milieux bocagers -Espaces cultivés	-Boisements humides -Milieux humides	Cours d'eau	(non concerné)		10
Champagne-Ardenne	-Milieux boisés: forêts alluviales et ripisylves	-Milieux ouverts: secs, milieux prairiaux	-Milieux humides	-Milieux aquatiques	(non concerné)		4
Franche-Comté	-Milieux forestiers	-Milieux herbacés permanents -Milieux en mosaïque paysagère -Milieux xériques ouverts	-Milieux humides	-Milieux aquatiques	(non concerné)	-Milieux souterrains	7
Haute Normandie	-Sylvo-arborée	-Pelouse calcaire: sous-trame neutro-calcicole ouverte -Prairies permanentes: mésophiles -Pelouses silicoles: milieux silicoles ouverts	-Humide	-Milieux aquatiques	-Milieux littoral		7
Ile-de-France	-Arborée	-Herbacée -Grandes cultures	-Bleue: milieux aquatiques et corridors humides		(non concerné)		4
Languedoc-Roussillon	-Milieux forestiers	-Milieux ouverts et semi-ouverts -Milieux agricoles (cultures pérennes et annuelles)	-Milieux humides	-Milieux aquatiques	-Milieux littoraux		6
Limousin	-Milieux boisés	-Milieux bocagers -Milieux secs et/ou	-Milieux humides	-Milieux aquatiques	(non concerné)		5

		thermophiles et/ou rocheux					
Lorraine	-Milieux forestiers	-Milieux thermophiles -Milieux herbacés	- Aquatique des cours d'eau	-Zones alluviales ou humides	(non concerné)		5
Midi-Pyrénées	-Milieux boisés de plaine -Milieux boisés d'altitude	-Milieux ouverts et semi-ouverts de plaine -Milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude -Milieux rocheux d'altitude -Milieux cultivés	-Milieux humides	-Cours d'eau	(non concerné)		8
Nord-Pas-de-Calais	-Forêts	-Landes et pelouses acidiphiles -Coteaux calcaires -Prairies et/ou bocage	-Zones humides	-Fluvial	-Estuaires -Falaises et estrans rocheux -Dunes et estrans sableux	- Terrils et autres milieux anthropiques -Autres milieux	10
PACA	-Continuités forestières	-Milieux ouverts -Milieux semi-ouverts	-Aquatiques: zones humides et eaux courantes		-Littoral		5
Pays-de-la-Loire	-Milieux boisés	-Milieux bocagers	-Milieux humides et cours d'eau		-Milieux littoraux		4
Picardie	-Arborée (comprenant les ensembles boisés, boisements humides, parcs et boisements urbains, réseau de haie)	-Herbacée (comprenant les ensembles herbacés, les pelouses calcicoles et calcaro-sabulicoles, les landes sèches et pelouses acide, prairies associées au bocage, praires et landes humides)	-Aquatique et humide (eau courantes et eau stagnante)		-Littorale (Comprenant l'estran, les milieux dunaires et pannes associées, les levées de galet et les falaises)		4 « sous-trames » et 15 « sous-sous trames
Poitou-Charentes	-Forêts et landes	-Systèmes bocagers -Plaines ouvertes -Pelouses sèches calcicoles	-Milieux aquatiques				4
Rhône-Alpes	-Milieux boisés	-Milieux ouverts	-Milieux humides	-Cours d'eau	(non concerné)		4

Toutes les régions ont identifié des sous-trames dans leur SRCE. Le nombre de sous-trames varie de 4 à 11 et est en moyenne de 6. Le tableau 1 récapitule les sous-trames définies par les régions, ainsi que leur classement selon les sous-trames nationales.

Le rattachement des sous-trames régionales aux sous-trames nationales n'est pas toujours explicité mais d'une manière générale les régions ont toujours proposé des sous trames qui répondent au moins pour partie à celles proposées par les orientations nationales et précisent certains types de milieux au sein d'une sous trame nationale. Plusieurs régions n'ont pas séparé les zones humides des milieux aquatiques (Au, IDF, PACA, PDL, Pi), incluant même parfois les milieux littoraux dans une sous-trame dite « bleue » (PC).

Certaines régions ont également défini des sous-trames particulières, relatives à des enjeux précis comme la considération des espèces de chiroptères ou les espaces anthropisés :

-Milieux souterrains en Franche-Comté

-Milieux anthropisés et semi-naturels en Alsace

-Terrils et autres milieux anthropiques en Nord-Pas-de-Calais

Pour ces sous-trames particulières, le rattachement à une des sous-trames nationales s'avère difficile.
La Haute-Normandie évoque également la trame noire (continuité des milieux non éclairés) sans pour autant approfondir le sujet.

B. Caractéristiques globales de chaque sous-trame

Les différents habitats et postes d'occupation du sol que les régions ont utilisés pour caractériser leurs sous-trames sont récapitulés dans 5 tableaux (un par sous-trame nationale). Les informations contenues dans ces tableaux ont été compilées lorsqu'elles étaient présentes dans le SRCE. Plusieurs régions ont décrit précisément leurs sous-trames, d'autres ont compilés les milieux support dans des tableaux en annexe de leurs documents alors que certaines régions ne sont pas rentrées dans le détail de la composition des sous-trames.

3) Sous-trame des milieux boisés

Une sous trame boisée est définie dans toutes les régions analysées, elle correspond le plus souvent aux forêts de feuillus et de conifères. Le tableau 2 présente les habitats et postes d'occupation du sol définissant les sous-trames des milieux forestiers.

Dans certaines régions, plusieurs sous-trames existent pour les milieux forestiers, selon l'altitude, le type de peuplement ou de sol ou encore l'âge des massifs forestiers (en Midi-Pyrénées : milieux boisés de plaine et milieux boisés d'altitude ; en Aquitaine : boisements de feuillus – boisements de conifères et milieux associés; en Centre : boisements sur sols acides, boisements sur sols calcaires, boisements humides, en Alsace : vieux-bois et en Picardie : réseaux de vieux bois, gros bois).

Les forêts peuvent également être associées à d'autres types de milieux. Ainsi, dans 3 régions, les forêts sont associées aux milieux semi-ouverts comme le bocage (Haute-Normandie, Ile-de-France et Picardie) et les landes (Poitou-Charentes). Plusieurs régions ont aussi intégré les forêts humides à leur sous-trame boisée : Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Auvergne, Ile-de-France, Pays-de-la-Loire alors que d'autres ont considéré ces milieux comme relevant de la sous-trame humide.

4) Sous-trame des milieux ouverts

Toutes les régions ont identifié des sous-trames correspondant aux milieux ouverts. Cette sous-trame comprend une importante diversité de milieux rattachés, d'une région à l'autre. Ainsi, parmi les milieux ouverts, des distinctions sont assurées selon les régions entre les prairies, le bocage, les landes ou les pelouses sèches.

Les milieux ouverts xériques font l'objet d'une sous-trame propre dans 9 régions :

- Milieux ouverts secs en Alsace
- Milieux thermophiles en Auvergne
- Pelouses sèches en Bourgogne
- Pelouses et lisières sèches sur sols calcaires en région Centre
- Milieux xériques ouverts en Franche-Comté
- Milieux secs et/ou thermophiles et/ou rocheux en Limousin
- Milieux thermophiles en Lorraine
- Pelouses sèches calcicoles en Poitou-Charentes
- Milieux semi-ouverts xériques en PACA

Les milieux semi-ouverts et bocagers ont été pris en compte puisqu'ils font l'objet d'une sous-trame dédiée dans 13 régions :

- Systèmes bocagers en Aquitaine et en Poitou-Charentes
- Agropastorale en Auvergne
- Bocage en Bretagne
- Milieux bocagers dans le Centre, le Limousin et les Pays-de-la-Loire
- Prairies et bocages en Bourgogne
- Milieux ouverts et prairiaux en Champagne-Ardenne
- Milieux en mosaïque paysagère en Franche-Comté
- Milieux semi-ouverts en Languedoc-Roussillon
- Milieux ouverts et semi-ouverts de plaine et d'altitude en Midi-Pyrénées
- Milieux semi-ouverts en PACA

En complément des prairies et bocages, 7 régions ont défini explicitement des sous-trames ayant un lien avec les usages agricoles :

- Espaces cultivés en région Centre et en région Auvergne
- Milieux cultivés en Midi-Pyrénées (ne concerne que les réservoirs de biodiversité) ;
- Milieux anthropisés et semi-naturels et Vergers et prés-vergers en Alsace
- Grandes cultures en Ile-de-France (ne concerne que les réservoirs de biodiversité)
- Plaines ouvertes en Poitou-Charentes
- Milieux agricoles « cultures pérennes » (vignobles, vergers, oliveraies) et « cultures annuelles » (rizières, forte densité serre, cultures permanentes) en Languedoc-Roussillon

5) Sous-trame des milieux humides

Toutes les régions analysées ont également identifié une sous trame pour les milieux humides, 6 régions ayant associés ces milieux à d'autres (IDF : trame bleue ; Pays de la Loire, PACA, Poitou-Charentes et Auvergne avec les milieux aquatiques).
Les mares et plans d'eau, les marais, les tourbières, les prairies humides, mégaphorbiaies ainsi que les forêts alluviales et les ripisylves sont les habitats que l'on retrouve le plus souvent dans la sous-trame humide.
Les milieux humides constituent des écotones, à l'interface entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Plusieurs habitats peuvent être rattachés à la sous-trame humide, mais également à d'autres sous-

trames. La région Alsace a par exemple décliné sa sous-trame humide en sous-groupes, distinguant par exemple les milieux boisés humides et les milieux ouverts humides.
En Picardie, la sous-trame herbacée a été associée à des milieux humides de types « marais, friches humides », qui ne sont pas rattaché à la sous-trame humide.

6) Sous-trame des cours d'eau

Toutes les régions ont adopté une sous trame pour les cours d'eau, qui comme évoqué précédemment peut être associée aux milieux humides. Les eaux courantes, réseau hydrographique, cours d'eaux permanents, ruisseaux, rivières sont autant de types de milieux supports identifiés pour la sous trame des cours d'eau par les régions. Concernant celles qui ont distingué les sous-trames des cours d'eau et humides, quelques régions ont intégré les plans d'eau à la sous-trame cours d'eau (Alsace, Aquitaine, Bretagne, Franche-Comté, Haute-Normandie) et non à la sous-trame humide.

7) Sous-trame des milieux littoraux

Toutes les régions concernées ont identifié une sous-trame littorale séparée sauf Poitou-Charentes, qui l'a intégrée à sa sous-trame des milieux aquatiques (comprenant les milieux humides, littoraux et les cours d'eau). Elles ont toutes considéré les milieux typiques du littoral pour la définition de cette sous-trame mais également d'autres milieux. Ainsi, les dunes, les falaises, les cordons de galets et les estrans sableux sont les habitats systématiquement associés à la sous-trame littorale. La région Languedoc-Roussillon a défini une sous-trame des lagunes plus précise que l'ensemble du littoral.

La sous-trame littorale est particulière car il ne s'agit pas uniquement de types de milieux particuliers, c'est aussi une zone de transition entre terre et mer, qui correspond, comme les zones humides, à un écotone. Ainsi, de nombreux autres milieux peuvent être rattachés à la sous-trame littorale de par leur localisation géographique et les conditions abiotiques particulières auxquels ils sont soumis. La Bretagne a ainsi traité la sous-trame littorale de manière transversale, en y attribuant des milieux qui sont également rattachés aux autres sous-trames.

Sous trames => / Types de milieux	Forêts	Landes, pelouses et tourbières	Bocages	Zones humides	Cours d'eau	Littoral
Forêts et bois de feuillus et de résineux, chaos rocheux ombragés à végétation de mousses et fougères.	X					X
Landes et pelouses intérieures.		X				
Mosaïques de prairies, petites parcelles cultivées, bosquets, haies, talus, etc.			X			X
Landes et pelouses littorales, falaises littorales, dunes, etc.		X				X
Cordons de galets, champs de blocs, récifs d'hermelles, champs de zostères, schorres, vasières, marais littoraux, etc.						X
Mares, marais arrière-littoraux, prairies humides, bois humides, tourbières, plaines alluviales, etc.				X		X
Fils de l'eau, végétations de berges, plans d'eau, estuaires, zones d'expansion des cours d'eau, etc.					X	X

Figure 2: Répartition des milieux selon les sous-trames du SRCE Bretagne
Source : SRCE Bretagne

8) Les sous-trames particulières

Concernant les milieux anthropisés et semi-naturels en Alsace, les milieux supports sont les emprises aéroportuaires, militaires, les gravières et sablières, les carrières, les friches minières, les chantiers et remblais, les pelouses, les jardins ouvriers, les golfs et les friches industrielles.

En Nord-Pas-de-Calais, les terrils, bien que d'origine anthropiques, ont pu être colonisés par des espèces de faune et flore et présenter ainsi un intérêt pour certaines espèces pionnières, oligotrophes et thermophiles.
Les autres milieux de Nord-Pas-de-Calais correspondent à des espaces dont dépendent des espèces déterminantes ZNIEFF, ne pouvant pas être rattachés à une sous-trame en particulier.

En Franche-Comté, la sous-trame particulière des souterrains correspond aux réseaux karstiques et permettent de considérer les enjeux concernant les chiroptères. Pour l'identifier, la région s'est basée sur les grottes et cavités à chiroptères, issues des zonages réglementaires et d'inventaires.

Tableau 2 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame boisée

Régions	Alsace *Source : BD Cigale 2008*	Aquitaine *Source : Corine Land Cover (CLC) 2006*	Auvergne	Basse Normandie	Bourgogne	Bretagne	Centre *Source : BD Flora CBNBP*	Champagne-Ardenne (CA) *Source : Données CRPF*	Franche-Comté (FC) *Source : BD TOPO*	Haute Normandie
Sous-trame des milieux boisés	**Forêts non humides** 311. Forêts de feuillus; 312. Forêts de résineux; 313. Forêts mixtes; 314. Coupes à blancs et régénération; 324. Fourrés et fruticées; 225. Bosquets et haies **Vieux-bois** Gros bois du PNR des Vosges du Nord Forêt à caractère naturel du PNR des Ballons des Vosges, Ilots de vieillissement Réserve biologique intégrale	**Boisements de feuillus et forêts mixtes** 141-Espaces verts urbains (boisés); 311-Forêts de feuillus; 313-Forêts mélangées **Boisements de conifères et milieux associés** 312-Forêts de conifères; 324-Forêt et végétation arbustive en mutation	**Trame forestière** Forêts de montagne; Forêts de plaines et de collines; vallées alluviales; vallées escarpées; vallées glaciaires; arbres hors forêt	(pas d'information)	Forêt de feuillus, Forêt de conifères, forêts mixtes	Forêts et bois de feuillus et de résineux, chaos rocheux ombragés à végétation de mousses et fougères.	**Boisements sur sols acides** Forêts caducifoliées **Boisements sur sols calcaires** Forêts caducifoliées	**Milieux boisés:** forêts alluviales et ripisylves Forêts alluviales (données CRPF) + autres espaces boisés intégrés par Analyse Multicritères	**Milieux forestiers** Feuillus, conifères, mélanges, forêts humides	**Sylvo-arborée** Forêts de feuillus, bois, bosquets, haies, vergers

Ile-de-France *Source : Ecomos 2008*	Languedoc-Roussillon *Source : Ocsol 2006*	Limousin *Source : CLC 2006*	Lorraine	Midi-Pyrénées	Nord-Pas-de-Calais	PACA *Source : Ocsol 2006*	Pays-de-la-Loire	Picardie	Poitou-Charentes (PC) *Source : CLC 2006*	Rhône-Alpes
Arborée Forêts, bosquets, haies, alignements d'arbres et arbustes, arbres isolés, boisements sur sol calcaire, boisements sur sol acide, boisement sur sol humide, parcs et boisements en contexte urbain	**Milieux forestiers** 244 - Territoires agro-forestiers; 311 - Forêt de feuillus; 312 - Forêt de conifères; 313 - Forêt mélangée; 324 - Forêt et végétation arbustive en mutation	**Milieux boisés** Forêts ouvertes: conifères, feuillus, autre; <u>Futaies</u>: feuillus indifférenciés, pins indifférenciés, mixte à conifères indifférenciés prépondérants, mixte à feuillus prépondérants, mixte à pins prépondérants, Autre forêt fermée; <u>Futaies et taillis:</u> Mélange de futaie de conifères et taillis, Mélange de futaie de pins et taillis, Mélange enrichi, normal, pauvre de futaie feuillue et taillis; Taillis indifférenciés	**Milieux forestiers** Forêts, petits boisements, bosquets... de feuillus, résineux, mixtes, alluviaux	**Milieux boisés de plaine** Forêts naturelles de plaine **Milieux boisés d'altitude** Forêts naturelles subalpines, forêts naturelles montagnardes	**Forêts** Tout type de forêt de feuillus principalement	**Continuités forestières** 311 Forêts de feuillus; 312 Forêts de conifères; 313 Forêts mélangées	Milieux boisés Feuillus mixtes (chênes, hêtres), massifs résineux (pins), grands massifs, boisements en archipels et ripisylves	**Arborée** Forêts de feuillus; Forêts mixtes; Forêts de conifères; Formations arbustives, friches arborées et coupes forestières; Peupleraies ; Vergers et pépinières; Arbres isolés, alignements, parcs et autres boisements ruraux	**Forêts et landes** Forêts de feuillus, conifères, mélangées, landes, fourrés attenants	(pas d'information)

Tableau 3 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame ouverte

Régions	Alsace *Source : BD Cigale 2008*	Aquitaine *Source : CLC 2006*	Auvergne	Basse Normandie	Bourgogne	Bretagne	Centre *Source : BD Flora CBNBP*	CA *Source : RPG + BD TOPO*	FC *Source : Agreste 2010*	Haute Normandie
Sous-trame des milieux ouverts	**Prairies mésophiles** 224. Prairies; 321. Pelouses et pâturages de montagne; 323. Landes **Vergers et prés-vergers** 2231. Vergers traditionnels; 2232. Vergers intensifs **Milieux ouverts secs** 33. Roches nues	**Milieux ouverts et semi-ouverts** 221-Vignobles; 222-Vergers et petits fruits; 242-Systèmes culturaux et parcellaires complexes; 243-Surfaces essentiellement; agricoles, interrompues par des espaces naturels importants; 321-Pelouses et pâturages naturels; 322-Landes et broussailles; 331-Plages, dunes et sable; 333-Végétation clairsemée **Systèmes bocagers** 231-Prairies; 411-Marais intérieurs; 421-Marais maritimes **Milieux rocheux d'altitude** 332-Roches nues (altitude); 335-Glaciers et neiges éternelles	**Agropastorale** Systèmes agropastoraux à prairies permanentes dominantes; Systèmes agropastoraux à prairies temporaires dominantes; Polyculture élevage; Arbres hors forêt **Thermophile** Milieux thermophiles; vallées escarpées; **Milieux cultivés** Grandes cultures; polyculture élevage; Arbres hors forêt subalpine Landes et pelouses d'altitudes; Systèmes agropastoraux à prairies permanentes dominantes	(pas d'information)	**Pelouses sèches** Eboulis et falaises, lisières de pelouses sèches, cavités calcaires, pelouses acidiphiles **Prairies et bocages**	**Landes, pelouses et tourbières** - Landes et pelouses intérieures. - Landes et pelouses littorales, falaises littorales, dunes, etc. **Bocages** - Mosaïques de petites parcelles cultivées, bosquets, haies, talus, etc.	**Pelouses et lisières sèches sur sols calcaires**: Fourrés, sur sol calcaires, steppes et pelouses calcaires sèches **-pelouses et landes sèches à humides sur sols acides**: Landes et fruticées, prairies siliceuses sèches **-milieux prairiaux** Catégorie "prairies permanentes" du RPG; code corine: prairies humides, suintements humides **-milieux bocagers** couche végétation de la BD Topo **-espaces cultivés** toutes les catégories du RPG sauf surfaces en vigne, arboriculture, maraichage, et zones de plus de 30% de prairies permanentes	**Milieux ouverts prairiaux:** RPG: prairies permanentes ; prairies temporaires ; vergers. BD TOPO: linéaire de haies	**Milieux herbacés permanents** Agreste 2010: catégorie "prairies permanentes" **Milieux en mosaïque paysagère** Lisières, haies, arbres isolés; vergers haute-tige, pré-vergers ; pré-bois **Milieux xériques ouverts** Prairies sèches, pelouses, milieux rupestres (falaises, éboulis, dalles rocheuses, ...)	**pelouse calcaire: sous-trame neutro-calcicole ouverte** pelouses rases calcicoles, ourlets (pelouses en voie d'enfrichement), herbacées piquetées, formation arbustives particulières, prairies sèches neutroclines, pelouses aérohalines **Prairies permanentes: mésophiles** **Pelouses silicoles: milieux silicoles ouverts**

Ile-de-France *Source : Ecomos 2008*	Languedoc-Roussillon *Source : Ocsol 2006*	Limousin *Source : CLC 2006*	Lorraine	Midi-Pyrénées	Nord-Pas-de-Calais	PACA *Source : Ocsol 2006*	Pays-de-la-Loire	Picardie	PC *Source : CLC 2006*	Rhône-Alpes
Herbacée Landes et pelouses acides, pelouses et ourlets calcaires, prairies de différents types (pâturées, fauchées, artificielles ou naturelles, sèches ou humides); formation marécageuses (bas-marais, tourbières, roselières, mégaphorbiaies), friches, végétations de chemins et bordures d'ILT, espaces verts liés aux grands parcs et équipements sportifs (golfs), zones enherbées des grands ensembles urbains et jardins. **Grandes cultures** milieux agricoles cultivés en grandes cultures et cultures maraîchères, mosaïques agricoles, secteurs de concentration de mares et mouillères	**Milieux ouverts** 231 - Prairies; 321 - Pelouses et pâturages naturels; 332 - Roches nues; 333 - Végétation clairsemée **Milieux semi-ouverts** 243 - Territoires principalement occupés par l'agriculture avec présence de végétation naturelle; 322 - Landes subalpines; 323 - Maquis et Garrigues; 324 - Forêt et végétation arbustive en mutation; 325 - Landes **Milieux agricoles (cultures pérennes et annuelles)** 221 - Vignobles; 222 - Vergers et petits fruits; 223 – Oliveraies; 211 - Serres; 212 - Terre arables hors périmètres d'irrigation; 213 - Rizières; 214 - Zones à forte densité de serres; 241 - Cultures annuelles associées aux cultures permanentes; 242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes	**Milieux bocagers** Milieux agricoles avec très forte densité de haies, Forte densité de haies **Milieux secs et/ou thermophiles et/ou rocheux** Rochers, Landes xérophiles, Landes xérophiles et mésophiles, Landes xérophiles et hygrophiles	**Milieux thermophiles** **Milieux herbacés** Prairies permanentes, saltus, milieux de transition (friches, prairies-pelouses non agricoles, bermes routières), vergers	**Milieux ouverts et semi-ouverts de plaine** Prairies permanentes, prairies temporaires, pelouses de plaines collinéennes, landes de plaine **Milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude** Pelouses alpines et subalpines, pelouses montagnardes, landes d'altitude **Milieux rocheux d'altitude** Roches nues, glaciers et neiges éternelles, pelouses alpines et subalpines, pelouses montagnardes **Milieux cultivés** Grandes cultures, cultures permanentes, prairies temporaires	**Landes et pelouses acidiphiles** Landes nord-atlantiques, subatlantiques, continentales mésophiles à hygrophiles; oligophiles; gazons amphibies annuels; bas-marais acides C**oteaux calcaires** pelouses nord-atlantiques du Thymo britannici - Festucetum hirtulae et les ourlets marnicoles du Senecioni helenitis - Succisetum pratensis -prairies et/ou bocage	**Milieux ouverts** 231 Prairies; 321 Pelouses et pâturages naturels; 331 Plages, dunes, sable; 332 Roches nues; 333 Végétation clairsemée (steppe, pelouses sommitales); 334 Zones incendiées **Milieux semi-ouverts** 323 Maquis; 324 Garrigue; 322 Landes subalpines; 325 Landes	Milieux bocagers prairies avec une forte densité de haies, pouvant être complétés par des mares, mouillères, talus, bosquets, friches	**Herbacée** Pelouses et friches herbacées et affleurements sur sables ; Landes ; Zones humides, marais, friches humides; Prairies ; Prairies et pelouses sur sol calcaire; Jardins et espaces verts ; Autres espaces herbacés (délaissés urbains et ruraux)	**Systèmes bocagers** Réseaux de haies, mares, arbres isolés, landes, prairies, boqueteaux **Plaines ouvertes** Zones cultivées, prairies, abords de village, éléments du maillage bocager, cultures céréalières, viticulture **Pelouses sèches calcicoles** Pelouses calcaires	(pas d'information)

Tableau 4 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame humide

Régions	Alsace *Source : BD Cigale 2008*	Aquitaine *Source : CLC 2006*	Auvergne	Basse Normandie	Bourgogne	Bretagne	Centre *Source : BD Flora CBNBP*	CA	FC	Haute Normandie
Sous-trame des milieux humides	**Forêts alluviales et boisements humides** 315. Ripisylves; 11. Forêts et fourrés humides; 12. Boisements linéaires humides **Milieux ouverts humides** 322. Tourbières et marais; 21. Prairies humides; 31. Tourbières; 32. Roselières, cariçaies, mégaphorbiaies	**Milieux humides** 411-Marais intérieurs; 412-Tourbières; 421-Marais maritimes; 423-Zones intertidales; 511-Cours et voies d'eau; 512-Plans d'eau; 522-Estuaires	**Trame aquatique et humide** Zones humides; vallées alluviales; vallées escarpées, vallées glaciaires	(pas d'information)	**Plans d'eau et zones humides** Plans d'eau, mares, tourbières, marais tufeux, prairies humides, mares forestières,	Mares, marais arrière-littoraux, prairies humides, bois humides, tourbières, plaines alluviales, etc.	**Boisements humides** Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides; forêts caducifoliées **Milieux humides**: Eaux douces et stagnantes; Prairies humides et mégaphorbiaies; Forêts riveraines, forêts et fourrés très humides; tourbières hautes; végétation de ceinture des bords des eaux; Bas-marais, tourbières de transition et sources	(pas d'information)	**Milieux humides** Prairies humides, marais, plans d'eau (étangs et surfaces en eau intermittentes), tourbières, forêts humides, réseaux de mares, habitats Natura 2000	**humide** Marais, tourbières, prairies humides, roselières, mégaphorbiaies, bois alluviaux, prés salés, estuaire de la Seine

Ile-de-France *Source : Ecomos 2008*	Languedoc-Roussillon *Source : Ocsol 2006*	Limousin *Source : CLC 2006*	Lorraine	Midi-Pyrénées	Nord-Pas-de-Calais	PACA *Source : Ocsol 2006*	Pays-de-la-Loire	Picardie	PC *Source : CLC 2006*	Rhône-Alpes
Bleue: milieux aquatiques et corridors humides Eaux stagnantes (plan d'eau, mares et mouillères, zones humides herbacées: bas-marais, tourbières, roselières, mégaphorbiaies, prairies humides, zones humides arborées: ripisylves, forêts alluviales, peupleraies	**Milieux humides** Zones humides institutionnellement reconnues, plans d'eau et lagunes	**Milieux humides** Landes hygrophiles, Landes xérophiles et hygrophiles, Landes mésophiles et hygrophiles, Tourbières, Forêts humides, Autres zones humides, Jonçaies et prairies humides (mégaphorbiaies, cariçaies, roselières, les molinaies), Zones humides indifférenciées	**Zones alluviales ou humides** Eaux de surface non courantes (mares, étangs, lacs, plan d'eau de carrières, tourbières, marais)	**Milieux humides** Marais intérieurs, Tourbières	Zones humides	**Aquatiques: zones humides et eaux courantes** Cours d'eau et plans d'eau	**Milieux humides et cours d'eau** Marais, fond de vallées inondées, mares, mouillères, étangs aux berges diversifiées s'inscrivant dans des ensembles de milieux plus secs	**Aquatique et humide** Eaux stagnantes : Plans d'eau ; Mares ; Mouillères ; Bassins	**Milieux aquatiques**, zones humides (marais et vallées),	(pas d'information)

Tableau 5 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame des cours d'eau

Régions	Alsace *Source : BD Cigale 2008*	Aquitaine *Source : CLC 2006*	Auvergne	Basse Normandie	Bourgogne	Bretagne	Centre	CA	FC	Haute Normandie
Sous-trame des cours d'eau	**Cours d'eaux, canaux et plans d'eau** 411. Cours d'eau principaux; 412. Canaux principaux; 413. Etangs et lacs; 414. Bassins artificiels 41. Eaux courantes; 42. Plans d'eau; 43. Annexes hydrauliques (BD Cigal Zone Dominante Humide) **Espaces de mobilité des cours d'eaux** Fuseau de mobilité du SDAGE Rhin-Meuse	**Cours d'eau** 511-Cours et voies d'eau; 512-Plans d'eau	**Trame aquatique et humide** Réseau hydrographique; vallées alluviales; vallées escarpées, vallées glaciaires	(pas d'information)	**Cours d'eau et milieux humides associés** cours d'eau principaux, rivières de tête de bassin, tronçons de cours d'eau à forte dynamique fluviale, grandes prairies inondables, forêts alluviales et ripisylves	Fils de l'eau, végétations de berges, plans d'eau, estuaires, zones d'expansion des cours d'eau, etc.	Cours d'eau	(pas d'information)	Milieux aquatiques ensemble du chevelu hydrographique, Lacs de Franche-Comté	milieux aquatiques rivières, fleuves, étangs

Ile-de-France *Source : Ecomos 2008*	Languedoc-Roussillon *Source : Ocsol 2006*	Limousin *Source : CLC 2006*	Lorraine	Midi-Pyrénées	Nord-Pas-de-Calais	PACA *Source : Ocsol 2006*	Pays-de-la-Loire	Picardie	PC *Source : CLC 2006*	Rhône-Alpes
Bleue: milieux aquatiques et corridors humides Eaux courantes (petits et grands cours d'eau, canaux),	**Milieux aquatiques** Cours d'eau et espaces de mobilité	**Milieux aquatiques** Cours d'eau permanents sauf les souterrains et les conduites forcées	**Aquatique des cours d'eau** Ruisseaux, rivières et grandes rivières, canaux	**Cours d'eau** Eaux courantes	Fluvial	**Aquatiques : zones humides et eaux courantes** Cours d'eau et plans d'eau	**Milieux humides et cours d'eau** Ensemble des cours d'eau et leurs annexes principales (végétations hydrophytes des berges, boires, bras morts), et annexes fonctionnelles (fossés, mares, frayères)	**Aquatique et humide** Eaux courantes: Grands cours d'eau ; Petits cours d'eau ; Canaux et cours d'eau artificialisés.	**Milieux aquatiques** Cours d'eau	(pas d'information)

Tableau 6 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame littorale

Régions	Aquitaine *Source : CLC 2006*	Basse Normandie	Bretagne	Haute Normandie	Languedoc-Roussillon *Source : Ocsol 2006*	Nord-Pas-de-Calais	PACA	Pays-de-la-Loire	Picardie	Poitou-Charentes
Sous-trame des milieux littoraux	**Milieux côtiers : dunaires et rocheux** 331- Plages, dunes et sable; 332- Roches nues	(pas d'information)	Cordons de galets, champs de blocs, récifs d'hermelles, champs de zostères, schorres, vasières, marais littoraux, Landes et pelouses littorales, falaises littorales, dunes, etc. haies, talus, etc. Mares, marais arrière-littoraux, prairies humides, bois humides, tourbières, plaines alluviales, etc. Fils de l'eau, végétations de berges, plans d'eau, estuaires, zones d'expansion des cours d'eau, etc.	Milieux littoral Zone d'estran et cordons de galets, (+pelouses aérohalines, estuaire de la Seine)	**Milieux littoraux** 331 - Plages, dunes et sable; 421 - Marais maritimes; 422 - Marais salants; 521 - Lagunes littorales	Estuaires, falaises et estrans rocheux , dunes et estrans sableux	**Littoral** Espaces d'interface terre/mer marquée, au niveau des zones humides, milieux littoraux rocheux et sablonneux, laguno-marins, fluvio-lacustres.	Groupements végétaux des dunes côtières et des plages de sable; végétation des falaises maritimes et plages de galets; milieux rocheux et éboulis, falaises	**Littorale** Estran, Milieux dunaires et pannes associées, levées de galet, falaises	Milieux littoraux, marais rétro-littoraux

C. Méthodes pour le choix des sous-trames et le rattachement des réservoirs et des corridors.

1) Choix et identification des sous-trames:

Peu de régions ont clairement explicité les raisons ayant permis d'aboutir à un choix de sous trames. Dans la plupart des cas, les régions se sont basées sur des dires d'experts préalables à l'élaboration des SRCE.

La région Bretagne explique par exemple, que le choix des sous-trames s'est appuyé sur des travaux menés par le CSRPN sur les enjeux du patrimoine naturel de la région. C'est le cas également du Limousin, qui a proposé une liste de sous-trames au CSRPN, élaborée à la suite de plusieurs réunions techniques. En Rhône-Alpes, la région s'est appuyée sur les études faites précédemment (RERA) pour identifier ses sous-trames.

En Aquitaine, le choix des sous-trames prend en compte la classification du territoire aquitain en grandes régions naturelles telle que proposée dans les Orientations Régionales de Gestion et de conservation de la Faune sauvage et de ses Habitats (ORGFH).

En Languedoc-Roussillon, une approche globale du territoire a été menée en raison de l'existence de connexions fortes entre l'arrière-pays et le littoral et l'importance de grandes zones naturelles homogènes.

L'Alsace explique que ses choix ont été fait au regard des enjeux régionaux et des espèces sensibles à la fragmentation. En Bourgogne, ce sont les milieux les plus importants qui ont été retenus, en termes de surface et de fragilité.

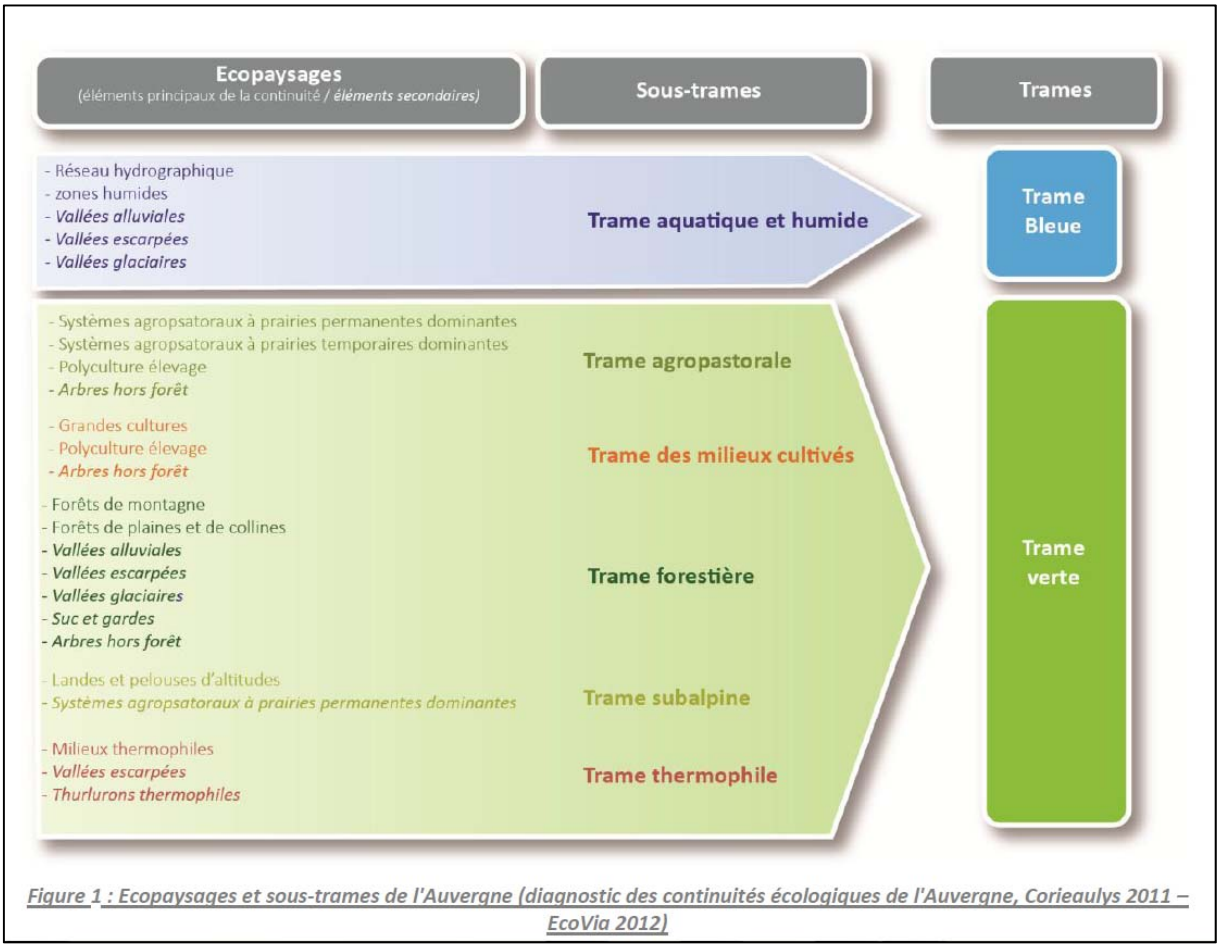


Figure 1 : Ecopaysages et sous-trames de l'Auvergne (diagnostic des continuités écologiques de l'Auvergne, Corieaulys 2011 – EcoVia 2012)

Figure 3: Exemple de méthode de choix des sous-trames

Source : SRCE Auvergne

L'Auvergne s'est appuyée sur des travaux menés en 2011 et 2012, qui se sont basés sur une analyse des écopaysages du territoire.

La Haute-Normandie a également utilisé une méthode écopaysagère. A partir des grandes unités paysagères et naturelles de la région, 7 types de grands milieux supports pour la flore et la faune sont identifiés en tant que sous-trame. La Haute-Normandie a par ailleurs établi une description très précise des caractéristiques de ces milieux supports.

En PACA, les sous-trames ont été identifiées à partir des principaux continuums écologiques représentés et ayant des enjeux pour la région. C'est le cas également de la région Centre, pour laquelle les sous-trames choisies correspondent à des milieux concentrant une importante part de la biodiversité régionale.

La Picardie a, quant à elle, reprit les sous-trames définies dans les orientations nationales TVB en tenant compte des enjeux locaux.

Pour résumer, la majorité des régions a finalement identifié leurs sous trames en fonction des milieux sur lesquels pèsent des enjeux majeurs et en fonction de la représentativité des principaux milieux de la région.
La Figure 4: Grands principes de choix des sous-trames et rattachement des éléments de TVB aux sous-trames présente les grands principes de choix des sous-trames que l'on retrouve dans la plupart des régions.

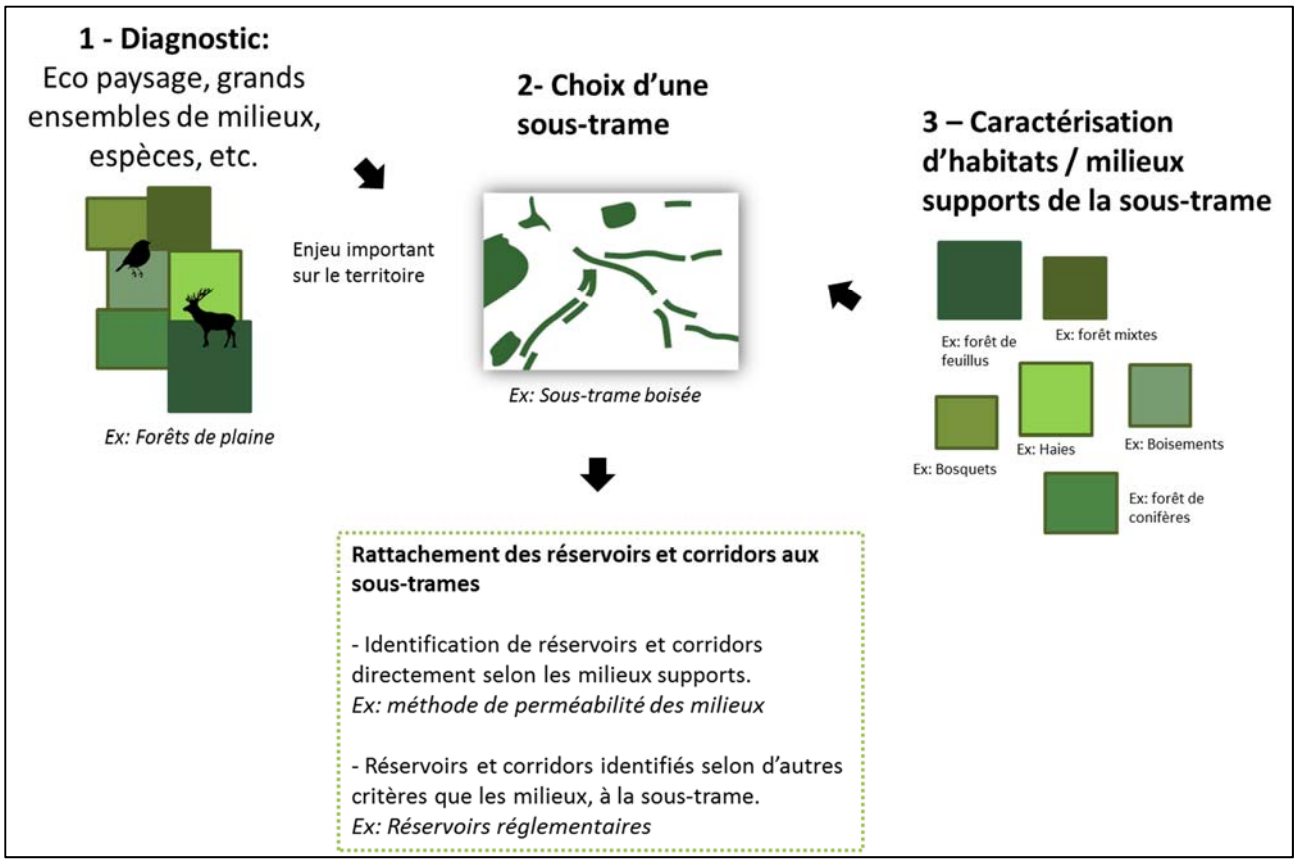


Figure 4: Grands principes de choix des sous-trames et rattachement des éléments de TVB aux sous-trames
Source : MNHN-SPN, 2016

A partir des habitats, écopaysages et espèces présentes qui caractérisent le territoire étudié, les sous-trames sont définies pour prendre en compte les exigences écologiques des différentes espèces. Ces sous-trames permettent de fixer un cadre de classement et regroupement des éléments de paysage du territoire : des habitats et des espèces vont être caractéristiques de la sous-trame en question et vont permettre ainsi le classement d'un élément de territoire comme un réservoir ou un corridor fonctionnel pour une sous-trame

donnée. Ainsi, cette notion de sous-trame permet de tenir compte en partie de la connectivité fonctionnelle du territoire.

2) Rattachement des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques aux sous-trames

a. Rattachement des éléments aux sous-trames lors de leur identification

Dans les cas où les régions ont utilisé des méthodes se basant sur le classement des milieux support selon leur attractivité pour une sous-trame donnée, comme les méthodes d'analyse des perméabilités des milieux, aires de migration simulées, etc., ces milieux supports servent à l'identification directe des réservoirs et des corridors.

Ces méthodes consistent à définir un continuum de la sous-trame considérée qui va servir de base à l'identification des réservoirs et des corridors. Les régions Bourgogne, Haute-Normandie, Ile-de-France, Lorraine, Midi-Pyrénées, Picardie et PACA ont utilisé une telle méthode pour leurs réservoirs et /ou leurs corridors.

D'autres régions ont utilisé des méthodes d'identification des réservoirs et des corridors différentes selon les sous-trames considérées, il s'agit le plus souvent d'analyses multicritères ou de plusieurs méthodes combinées. C'est le cas d'Auvergne, Centre, Champagne-Ardenne, Franche-Comté, Pays-de-la-Loire et Poitou-Charentes.

En région Centre, des méthodes différentes et plusieurs bases de données ont été utilisées selon les sous-trames : plusieurs analyses multicritères spécifiques ont été menées.

La région Franche-Comté a par exemple identifié les milieux support de sa sous-trame boisée à partir de la BD TOPO de l'IGN, à l'aide d'une analyse spatiale SIG. Un croisement cartographique entre les données des milieux forestiers et les zones humides a permis par exemple, de définir les milieux supports des forêts humides.

En Pays-de-la-Loire : les milieux ont été déterminés et caractérisés au sein de mailles 1kmx1km et des critères propres à chaque sous-trame ont été définis.

b. Rattachement des éléments aux sous-trames a posteriori

Plusieurs régions rattachent leurs réservoirs et leurs corridors aux sous-trames après les avoir identifiés, à l'aide d'un croisement cartographique avec l'occupation du sol, comme par exemple la région Limousin, Alsace, Nord-Pas-de-Calais, Aquitaine, Languedoc-Roussillon, Basse-Normandie et Rhône-Alpes.

En Basse-Normandie, pour rattacher un réservoir à une sous-trame, les données existantes sur les habitats ont été utilisées, notamment celles concernant les zonages réglementaires, les sites Natura 2000 et les ZNIEFF. Dans les autres cas, le dire d'expert a permis de rattacher les espaces concernées aux sous-trames.

La région Rhône-Alpes n'a pas utilisé une approche par sous trame à la base de sa démarche pour l'étape de définition des éléments de TVB : ceux-ci sont identifiés dans un premier temps via une méthode éco paysagère en se basant sur les zonages existants et les études précédentes et sont assignés à une ou plusieurs sous trames dans un second temps à l'aide d'un croisement avec l'occupation du sol.
Ainsi, contrairement à d'autres régions, la notion de sous trame n'est introduite qu'une fois que tous les éléments de TVB sont définis.

c. Rattachement des éléments à plusieurs sous-trames

Chaque habitat/milieu support peut être rattaché à une ou plusieurs sous-trames et c'est la présence de cet habitat sur le territoire qui va permettre le classement d'un élément du paysage à la sous-trame donnée selon

des critères définis d'une région à l'autre. Un habitat de type « Landes humides » est à la fois un milieu support de la sous-trame ouverte et de la sous-trame humide. Un élément de trame peut également avoir des milieux support de sous-trames différentes, comme par exemple une hêtraie, milieu support de la sous-trame forestière et une prairie, milieux support de la sous-trame ouverte.

Les réservoirs et corridors peuvent ainsi appartenir à plusieurs sous-trames à la fois. C'est le cas de cet exemple de Basse-Normandie, affecté à 3 sous-trames différentes de par son occupation du sol.

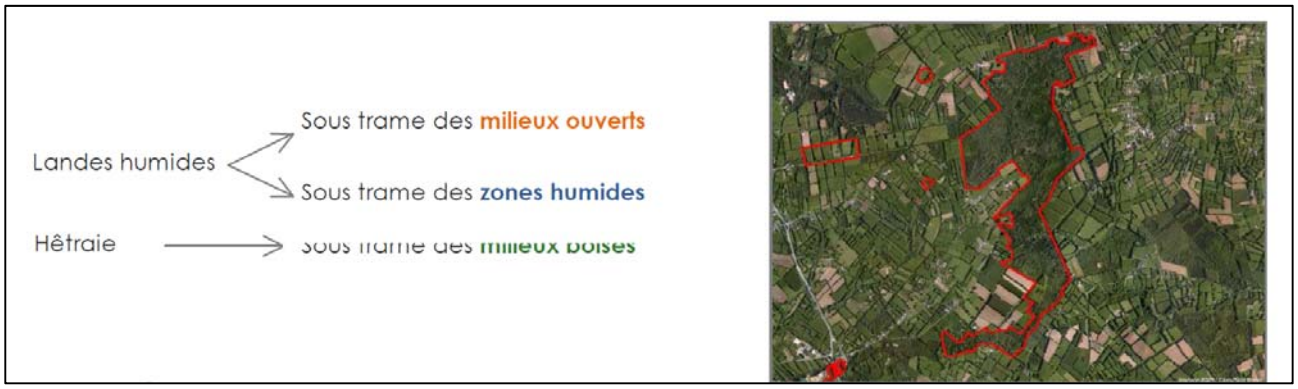


Figure 5: Exemple de rattachement d'un réservoir de biodiversité à plusieurs sous-trames
Source : SRCE Basse-Normandie

d. Rattachement des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques aux sous-trames via la cartographie au sein de l'atlas

Au sein de l'atlas cartographique, il n'est pas obligatoire de cartographier les réservoirs et les corridors selon les sous-trames mais cela est recommandé pour une meilleure déclinaison des enjeux de continuité écologique. Ainsi, certaines régions n'ont pas fait de distinction de sous-trames concernant leurs réservoirs de biodiversité et leurs corridors, sur leur cartographie de Trame Verte et Bleue.
Ainsi, si chaque région a bien défini des sous-trames et les a considéré lors de l'identification des réservoirs et des corridors, une petite moitié ne cartographie pas ses éléments de TVB selon les sous-trames.

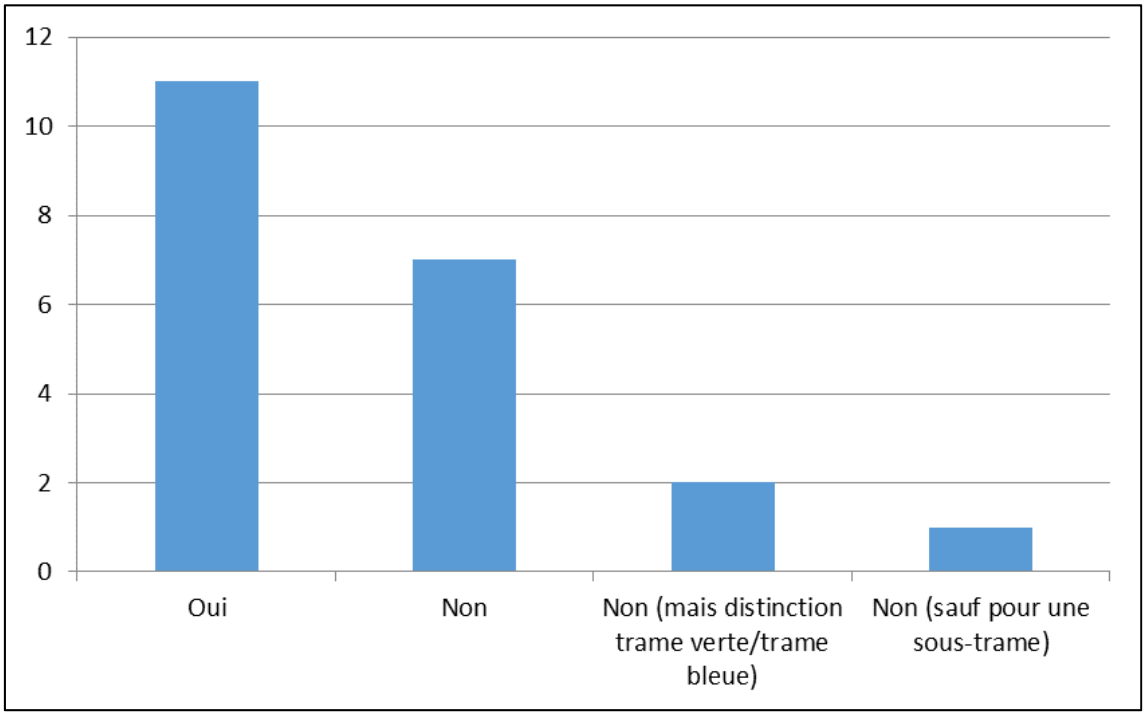


Figure 6: Rattachement des réservoirs selon les sous-trames au sein de l'atlas cartographique au 1/100 000ème

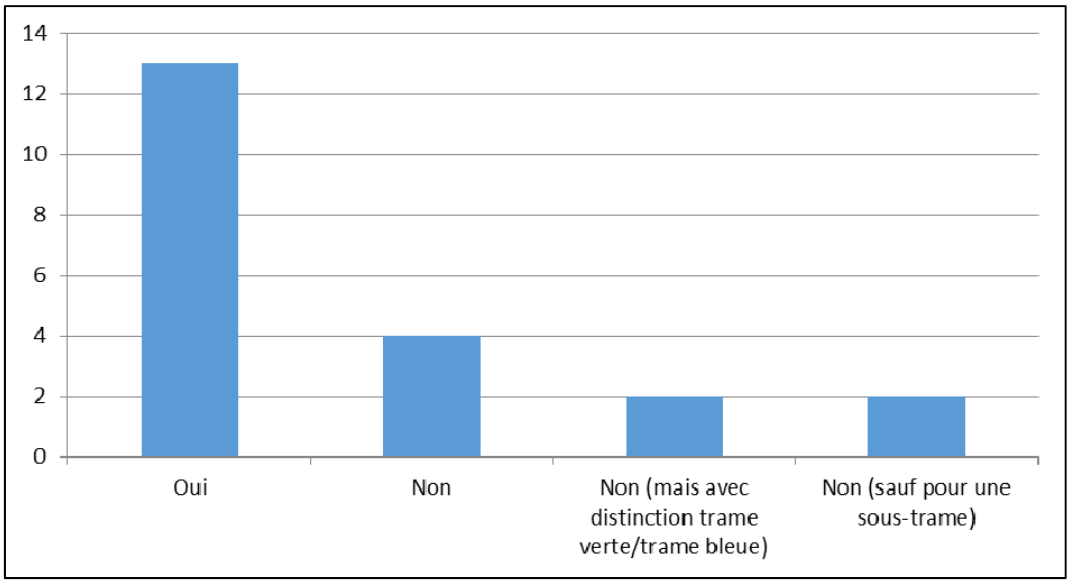


Figure 7: Rattachement des corridors selon les sous-trames au sein de l'atlas cartographique au 1/100 000ème

Dans la cartographie au 1/100 000ème, 11 régions ont rattaché tous leurs réservoirs à des sous-trames, 1 région a rattaché certains réservoirs à une seule sous-trame et 9 régions n'ont rattaché leurs réservoirs à aucune sous-trame.

Concernant les corridors, 13 régions les ont rattachés à des sous-trames, 2 régions n'ont rattaché que certains de leurs corridors à une seule sous-trame et 6 régions n'ont rattaché leurs corridors à aucune sous-trame.

Le fait qu'un réservoir soit rattaché à une sous-trame suppose une analyse de son occupation du sol ainsi que des espèces indicatrices présentes. En général, les réservoirs non rattachés à une sous-trame sont ceux présentant une importante diversité de milieux présents en proportion équivalente. Il peut également s'agir de réservoirs réglementaires, qui n'ont pas nécessité d'analyse préalable à leur identification.

Certains corridors peuvent aussi être fonctionnels pour plusieurs sous-trames et ainsi ne pas être rattachés à une sous-trame en particulier (Cas de Bretagne, Basse-Normandie, Picardie et Ile-de-France pour les corridors alluviaux, Auvergne).

Par ailleurs, certaines régions n'ayant pas cartographié leurs réservoirs et corridors selon les sous-trames au 1/100 000ème ont tout de même intégré des cartographies d'information présentant les sous-trames (Alsace, Pays-de-la-Loire, Franche-Comté, Auvergne), d'autres régions ont fait apparaitre l'occupation du sol au sein des réservoirs de biodiversité comme en Ile-de-France et en Picardie.

D. Difficultés rencontrées

Le caractère obligatoire du fait de choisir des sous-trames se rattachant aux 5 sous-trames nationales ne semble pas avoir posé trop de problèmes aux régions. Le Limousin signale que 7 sous-trames avaient d'abord été choisies mais seulement 5 ont été retenues après avis du CSRPN, mais les causes ne sont pas explicitées.
Les difficultés concernent plutôt la caractérisation de ces sous-trames via les milieux support et le rattachement des réservoirs et des corridors aux sous-trames

Si la loi ne fixe pas de cadre méthodologique obligatoire pour la caractérisation des sous-trames, les guides du COMOP ont pu servir de base pour définir les principes d'identification des sous-trames. Ces guides rappellent

que la définition des sous-trames nécessite une adaptation aux caractéristiques et enjeux du territoire et que le nombre de sous-trames peut ainsi varier selon les régions (Allag-Dhuisme *et al.*, 2010[2]).

Trois items ont été définis comme conditionnant le choix des sous-trames :

- les caractéristiques et enjeux du territoire à prendre en compte dans la Trame verte et bleue,

- l'échelle du rendu cartographique : la sous-trame doit être pertinente pour une cartographie à l'échelle du 1/100 000ème,

- les données disponibles : s'il est important de distinguer en tant que sous-trame un type de milieu mais qu'il existe un manque significatif de données sur le territoire régional, il conviendra de le rattacher à une sous-trame plus globale.

Les difficultés rencontrées concernent ainsi logiquement ces critères de choix.

a. Difficultés liées à l'identification des milieux supports des sous-trames :

Seule la région Bretagne n'a finalement pas rattaché ses réservoirs et ses corridors aux sous-trames qu'elle a identifiés.

La région a consacré un paragraphe sur les difficultés rencontrées, afin de justifier sa cartographie toutes sous-trames confondues : le travail d'affectation des réservoirs régionaux aux sous-trames a été mené dans un premier temps sur la bases des zonages réglementaires ou d'inventaire, sur l'occupation du sol et sur les données espèces/habitats.

Il y a eu des difficultés d'affectation des éléments d'occupation du sol aux sous-trames :

- les landes et les bois humides étaient difficilement individualisables au sein des landes et des bois,

- les zones humides en fond de vallée sont difficiles à séparer des cours d'eau, du fait de l'échelle de travail.

De plus, concernant les milieux de Bretagne de petites tailles et en mosaïque paysagère, il ressort que l'échelle de cartographie du 1/100 000ème n'est pas adaptée.

Certains types d'habitats ne sont pas rattachés aux mêmes sous-trames. C'est le cas notamment des plans d'eau pour que certaines régions ont rattachés à la sous-trame humide alors que d'autres les ont rattachés à la sous-trame des cours d'eau.

On retrouve le même problème concernant les haies, le bocage et les milieux semi-ouverts, qui sont parfois rattachés à la sous-trame boisée alors que d'autres régions les intègrent dans leur sous-trame ouverte.

b. Difficultés liées à la méthode utilisée pour le rattachement des réservoirs et des corridors aux sous-trames:

Concernant la Bretagne, lors du test méthodologique évoqué précédemment, des incohérences ont été relevées concernant les autres sous-trames avec notamment des sur-détections : classement de zones dans des sous-trames alors qu'elles n'auraient pas dû y être, ou des sous-détections : zones non classées alors qu'elles présentent un intérêt pour une sous-trame donnée.
En Champagne-Ardenne, trois sous-trames avaient été choisies à la suite du diagnostic : les massifs forestiers thermophiles, les massifs forestiers submontagnards et les milieux cultivés mais elles ont été abandonnées

[2] ALLAG-DHUISME F., AMSALLEM J., BARTHOD C., DESHAYES M., GRAFFIN V., LEFEUVRE C., SALLES E. (COORD), BARNETCHE C., BROUARD-MASSON J, DELAUNAY A., GARNIER C.C, TROUVILLIEZ J. (2010).— *Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique*. MEEDDM, Paris, 83 pages.

car la modélisation n'a pas été concluante. Des réservoirs et des corridors n'ont pas pu être rattachés à la sous-trame des milieux ouverts secs mais des grands secteurs « non réglementaires » ont été identifiés.

c. Difficultés liées au manque de données et sous-trames abandonnées :

L'état actuel des connaissances disponibles et homogènes en région Bretagne n'a pas permis pas de rattacher les éléments de TVB à des sous-trames. Il est ressorti notamment que les cartographies d'habitats utilisées étaient trop lacunaires concernant les zones humides et les cours d'eau, ainsi que la mosaïque de milieux présents.

Le manque de données a également été une cause d'abandon des 3 sous-trames « Massifs forestiers thermophiles », « Massifs forestiers submontagnards » et « milieux cultivés » Champagne-Ardenne.

Une sous-trame « milieux ouverts particuliers » avait été envisagée en Pays-de-la-Loire mais a finalement été abandonnées à cause du manque de données.

En Haute-Normandie, la trame noire est évoquée comme un enjeu important mais n'a pas pu être identifiée à cause d'un manque de données.

La région Basse-Normandie n'a pas identifié de sous-trame bocagère, également en raison du manque de données.

E. Conclusion

Les régions ont toutes identifié des sous-trames dans leurs SRCE qui correspondent aux 5 sous-trames nationales imposées par le décret. De par le fait qu'aucune méthode d'identification des sous-trames et des éléments de TVB n'a été imposée, une hétérogénéité est observée pour la phase de rattachement des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques aux sous-trames, mais l'ensemble des régions a intégré les sous-trames dans sa méthode d'identification de sa trame verte et bleue.

Le choix des sous-trames au sein des régions a été fait à l'aide d'études et de dires d'experts concernant la présence de grands milieux sur le territoire, lors des phases de travail de pré-élaboration du SRCE.

Les intitulés des différentes sous-trames sont nombreux mais souvent synonymes. La sous-trame ouverte est celle pour laquelle il y a le plus de catégories différentes de milieux. La plupart des régions ont au moins 2 sous-trames s'apparentant à des milieux ouverts.

Par ailleurs, deux sous-trames des milieux ouverts qui ont été assez bien traitées par les régions selon les enjeux de leur territoire ressortent. Il s'agit de la sous-trame des milieux semi-ouverts et celle des milieux bocagers, qui sont des milieux intéressants en termes de connectivité du territoire.

Raisonner par sous-trames ou types de milieux permet de prendre en compte les exigences écologiques d'un plus grand nombre d'espèces lors de l'identification des réservoirs de biodiversité et les corridors. Il serait intéressant d'aller plus loin et de raisonner également selon les sous-trames lors de la mise en place d'actions. En Ile-de-France, les obstacles à résorber sont par exemple identifiés selon les sous-trames boisées et herbacées, ce qui permet de préciser les actions à mener, en fonction des exigences des milieux concernés.

Dans tous les cas, la notion de sous-trames est nécessaire, malgré certaines difficultés à les identifier liées au manque de données. Maintenir le rattachement des éléments de TVB aux sous-trames et préconiser la cartographie des sous-trames est important car cela apporte une information sur les milieux concernés et leur fonction pour un certain cortège d'espèce aux collectivités territoriales qui doivent prendre en compte le SRCE dans leurs documents d'urbanisme. Les sous-trames permettent ainsi de considérer le territoire de manière plus fonctionnelle.

IDENTIFICATION DES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE

Rédacteur : Romain Sordello

I. LES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE, ELEMENTS DES CONTINUITES ECOLOGIQUES

Pour rappel, « *Les continuités écologiques constitutives de la Trame verte et bleue comprennent deux types d'éléments : des « réservoirs de biodiversité » et des « corridors écologiques ».* » (ON TVB Page 2). Les réservoirs de biodiversité constituent ainsi l'un des deux éléments de base de la TVB.

Les ON TVB, en cohérence avec le Code de l'environnement, décrivent les réservoirs de biodiversité comme « *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.* ».

Les réservoirs de biodiversité correspondent donc aux tâches (encore appelés noyaux, zones nodales, cœurs de nature, …) du modèle de l'écologie du paysage « tâches/matrice/corridors ».

II. LES DEUX GRANDS TYPES DE RESERVOIRS DE BIODIVERSITE

D'après les ON TVB (Page 3), les réservoirs de biodiversité recouvrent :

- 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.

Plus globalement, on peut ainsi distinguer deux grands types de réservoirs de biodiversité :

1- Les réservoirs qui sont issus de zonages existants (espaces déjà identifiés par des politiques de protection de la nature, eau, paysage, etc…). Les ON TVB précisent aux régions les modalités à ce sujet à travers l'enjeu de cohérence relatif à « certains espaces protégés ou inventoriés » (§1.1. page 12 des ON TVB). Certains espaces sont ainsi à reprendre systématiquement comme réservoirs ou comme corridors dans la TVB régionale (ex : APPB, Cœurs de parcs nationaux, …), d'autres sont fortement recommandés (Réserves de l'ONF, …) et d'autres encore sont à étudier au cas par cas par les régions (ex : ZNIEFF, ZPS, …).

2- Les réservoirs identifiés par les régions lors de l'élaboration de leur SRCE qui ne correspondaient jusqu'à présent à aucun zonage identifié. C'est donc sur ce deuxième aspect que réside quelque part la réelle plus-value de la Trame verte et bleue concernant les réservoirs de biodiversité. Ces réservoirs-ci sont en effet désormais connus comme des secteurs à enjeux, grâce à la TVB, alors qu'ils étaient jusque-là considérés comme des espaces sans intérêt écologique particulier. Ces réservoirs sont issus de méthodes multiples mises en œuvre par les régions et l'objet de ce bilan est ainsi d'en dresser un panorama.

Pour un état des lieux des zonages repris comme réservoirs de biodiversité (1-), le lecteur peut se reporter au rapport qui analyse la prise en compte des enjeux de cohérence nationale par les SRCE (Sordello, 2016[3]).

[3] SORDELLO R. (2016). *TRAME VERTE ET BLEUE - Bilan technique sur la première génération des Schémas régionaux de cohérence écologique. Prise en compte des enjeux de cohérence issus des Orientations nationales*. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 152 p.

III. EXTRACTION DES PARTIES CORRESPONDANTES DANS LES SRCE

Pour réaliser ce bilan, un premier travail a consisté à extraire les pages traitant des méthodes d'identification des réservoirs de biodiversité au sein des SRCE. Un récapitulatif de ces partie est dressé ci-dessous.

Tableau 7 : Principales parties consacrées à la méthode d'élaboration des réservoirs de biodiversité dans les SRCE

Région	Partie du SRCE
Al	TOME 1, Partie « 3.1.3 MÉTHODE D'IDENTIFICATION DES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ », p61-63
Aq	Volet B « Composantes TVB », partie « 1.2 Les réservoirs de biodiversité », p16-33
Au	Annexe 2 « Méthodologie d'identification de la trame verte et bleue régionale » : - Partie « Méthodologie d'identification de la Trame Verte » : « 2. Mise en place d'une analyse multicritères comme outil d'aide à la décision pour les sous-trames agropastorale, forestière et des milieux cultivés » p13-41 et « 3. Identification des réservoirs de biodiversité » p41 - Partie « Méthodologie d'identification de la Trame Bleue », p45-46
BN	SRCE, Partie « A.2 LA DEFINITION DES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE REGIONAUX », p168-170
Bo	Volet 3 : - Partie « 1.4.2 - Les réservoirs de biodiversité », p15-18 - Partie « 1.5 - Le cas particulier de la sous-trame « cours d'eau et milieux humides associés », p25-26 - Partie « 1.6 - Le dire des experts », p27
Br	Rapport 2, Parties « 1.6 LA MÉTHODE D'IDENTIFICATION DES RÉSERVOIRS RÉGIONAUX DE BIODIVERSITÉ », p28-29 et « 2.3 LES RÉSERVOIRS RÉGIONAUX DE BIODIVERSITÉ », p48-49
Ce	Volume 3, Partie « II. Méthodologie utilisée pour la pré-identification des réservoirs de biodiversité », p8-11 et « III. Réservoirs de biodiversité retenus in fine et proposés à la validation du comité régional TVB », p12-20
CA	Volume 3, Partie « 5. Identification des réservoirs de biodiversité », p16-39
FC	Tome 2, Présentation par sous-trames dans la « PARTIE 1 : METHODOLOGIE MOBILISEE POUR LA CARTOGRAPHIE DES SOUS-TRAMES ECOLOGIQUES DE FRANCHE-COMTE », p7-74
HN	SRCE, Partie « 4) IDENTIFICATION DES CONTINUITÉS RETENUES POUR ÉLABORER LA TRAME VERTE ET BLEUE RÉGIONALE » >> « 4-1 Les réservoirs », p67-68
IDF	Tome 1, Partie « 2.2. Les réservoirs de biodiversité », p27-30
LR	Notice Trame verte « 2. Détermination des réservoirs de biodiversité », p1 Notice Trame bleue « 2 Détermination des réservoirs de biodiversité », p2
Li	Tome 2, Partie « 6.6 Présentation des « réservoirs de biodiversité » et « secteurs à examiner à fort potentiel écologique » et des traitements cartographiques réalisés », p91-97 + Description des réservoirs par sous-trames dans les fiches « 5 Présentation des différentes sous-trames et de leurs composantes » p36-68
Lo	Volume 2, Partie « Étape 2 : définir la stratégie en matière de réservoirs de biodiversité », p27-34
MP	SRCE, Partie « 4.1.5 Les réservoirs de biodiversité », p167-177 + Annexe B.9, « La sélection des réservoirs de biodiversité dans les zonages au cas par cas » + Annexe B.10, « Méthodologies de définition des réservoirs de la sous-trame des milieux cultivés »
NPDC	SRCE, Partie « 2.1. ÉTABLISSEMENT DES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE », p163-165 + Cahier technique du SRCE, Partie « 1. IDENTIFICATION DES COMPOSANTES DE LA TRAME VERTE ET BLEUE ET DES ZONES ET POINTS DE CONFLIT LIES AUX ELEMENTS FRAGMENTANTS », p110-128
PDL	Partie « 1 Méthodologie d'identification des continuités écologiques régionales en Pays de la Loire », p45-64
Pi	SRCE « Annexe 1 : Méthodologie retenue pour l'identification des composantes de la Trame verte et Bleue du SRCE de Picardie », Partie « 3 - ÉLABORATION DES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ », p11-13
PC	Volet b, partie « 3. LES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ », p38-56 + Annexes III à VIII p148-164
PACA	SRCE, Parties « 5.2.1 La Composante VERTE de la Trame Verte et Bleue régionale » >> « A. Identification des réservoirs de biodiversité » et « 5.2.2 La Composante BLEUE de la Trame Verte et Bleue régionale » >> « A1. Délimitation de la Trame Bleue, choix des cours d'eau identifiés au titre des réservoirs de biodiversité », p91-93
RA	SRCE « PARTIE I. Détermination des continuités écologiques régionales potentielles », p141-143

IV. METHODES MISES EN ŒUVRE POUR L'IDENTIFICATION DES RESERVOIRS HORS ZONAGES EXISTANTS

L'analyse de l'ensemble des SRCE montre que trois grandes approches méthodologiques ont été utilisées pour identifier les réservoirs de biodiversité :

- l'entrée espèces et/ou habitats,
- l'entrée milieux naturels/occupation du sol,
- les analyses multicritères.

Ces méthodes sont détaillées dans les parties suivantes.

A. L'entrée espèces et/ou habitats

Avec cette méthode, des données de répartition d'espèces ou d'habitats naturels sont utilisées comme entrée pour l'identification des réservoirs de biodiversité. Au total, 13 régions ont eu recours à cette méthode pour au moins une de leur sous-trame. Parmi ces cas, 13 utilisent des espèces - de faune (11 régions) ou de flore (7 régions) - et 4 utilisent des habitats naturels.

Ne sont pas comptabilisés ici les cas d'analyses multicritères (AMC) qui peuvent aussi parfois mobiliser des espèces ou des habitats naturels (cf. Partie C.).

1) Les motifs d'utilisation des espèces/habitats

Dans ces méthodes, les espèces/habitats peuvent être utilisés :

- Pour leur valeur intrinsèque en termes de conservation. On retrouve ainsi des espèces choisies parce qu'elles sont emblématiques (ex : en Rhône-Alpes pour le Tétras-lyre et le Grand Tétras), patrimoniales (ex : Crapaud vert en Alsace) ou encore menacées (ex : en Languedoc-Roussillon et en Franche-Comté). On peut placer ici également les espèces choisies du fait de leur statut comme les espèces de cohérence nationale TVB choisies dans plusieurs régions en tout ou partie (ex : Alsace, Franche-Comté, …) ou également les espèces déterminantes ZNIEFF (ex : NPDC),

- Pour ce que leur répartition révèle du fait de leurs exigences écologiques. Les espèces sont donc utilisées ici en tant qu'indicateurs d'un type de milieux naturels et de bonne qualité écologique. Leur répartition, par l'intermédiaire de seuils de densité par exemple, est donc utilisée pour discriminer des secteurs à enjeux, qui formeront potentiellement les réservoirs de biodiversité.

2) Les sources des données utilisées

En termes de données, celles-ci proviennent de sources multiples. Sur la base des éléments disponibles dans les SRCE on peut lister principalement :

- les associations naturalistes (données avifaune et chiroptères notamment) : Picardie Nature, Nature Midi-Pyrénées, Société pour l'étude et la protection des oiseaux en Limousin (SEPOL), …,
- les conservatoires botaniques (données habitats naturels et flore) : CBN Franche-Comté, CBN Pyrénées et de Midi-Pyrénées, CBN Massif Central, CBN Bailleul, CBN Brest,
- les conservatoires d'espaces naturels (CEN Lorraine : données tourbières),
- les DREAL (Centre : données habitats et flore, Picardie : données frayères),
- les fédérations départementales de pêche (Lorraine : données écrevisses autochtones).

La disponibilité en données naturalistes a souvent été un frein à l'emploi de cette méthode espèces/habitats. En Basse-Normandie par exemple, « *les espèces ne participent pas à la définition des réservoirs, étant donné les lacunes de connaissances sur le territoire régional* ».
Parfois une approche espèces/habitats a été d'abord testée par la région avant de devoir être abandonnée la plupart du temps là encore pour des problèmes de données naturalistes (ex : en Bretagne, abandon de la démarche espèces du fait de l'état des données faune).
Les principaux problèmes de données rencontrés semblent être l'accès aux données (« rétention »/réticence de la part du milieu associatif) et la qualité/quantité des données récupérées (données non homogènes ou base de données non structurées).

3) Les seuils/critères appliqués aux données

Dans certains cas, c'est l'ensemble des données collectées qui ont entrainé l'identification des réservoirs. Par exemple en Lorraine, « au vu de leur grande fragilité, toutes les tourbières ont été intégrées » (données du CEN Lorraine).

Dans d'autres cas en revanche, un traitement a été appliqué par les régions sur les données espèces/habitats de manière à introduire une dimension qualitative destinée à discriminer les réservoirs de biodiversité. On peut noter par exemple comme filtres possibles :

- l'ancienneté des données : certaines régions (Alsace, Midi-Pyrénées) n'ont retenu que les données n'excédant pas un certain âge (souvent 10 ans),

- le statut de la donnée (ex : reproduction, nidification, gîte, …) : certaines régions n'ont retenu que les données de reproduction et non pas les données de présence (ex : en Limousin, données de nidification de certains oiseaux), ou éventuellement les données de reproduction potentielle (ex : en Rhône-Alpes, les données de reproduction potentielle (forte ou à préciser) du tétras-Lyre et Grand Tétras). En région Centre, des réservoirs de biodiversité ont été identifiés à partir des gîtes de chiroptères.

Certaines régions ont aussi appliqué un filtre « multi-espèces » pour discriminer ainsi les mailles en fonction de leur richesse spécifique. Par exemple en Limousin, les mailles de présence simultanée d'au moins deux espèces de la liste flore prédéfinies sont retenues en réservoirs de biodiversité.

Enfin, on peut citer l'approche d'Alsace concernant le crapaud vert qui a consisté à retenir les habitats favorables pour cette espèce dans un rayon de 2km autour des données du crapaud.

B. L'entrée milieux naturels/occupation du sol

Dans cette méthode, les milieux naturels ou plus largement l'occupation du sol (forêts, étangs, bocages, …) constituent le point de départ de l'identification des réservoirs. Des critères sont ainsi appliqués à ces éléments pour aboutir aux réservoirs de biodiversité.

La limite entre cette méthode « milieux » et la méthode « habitats naturels » décrite précédemment peut parfois être floue.

En tout, 15 régions ont utilisé pour au moins une de leur sous-trame une approche « milieux naturels/Occupation du sol ».

1) Les critères appliqués

Les critères appliqués aux milieux supports visent généralement à sélectionner les éléments présentant les enjeux écologiques les plus forts/la meilleure qualité écologique. Pour ce faire, les régions utilisent des critères variés de type structurels :

- de forme c'est-à-dire de géométrie des éléments (par exemple la compacité qui évalue la présence/absence d'un cœur d'habitat au regard de la complexité du périmètre de l'élément).
Par exemple, en Pays-de-Loire, un calcul d'indices « quantitatifs » a été fait sur des critères « géométriques » (taille du cœur d'habitat, proximité des milieux analogues, densité ou part de certains éléments) pour chaque sous-trame à partir de l'occupation du sol,

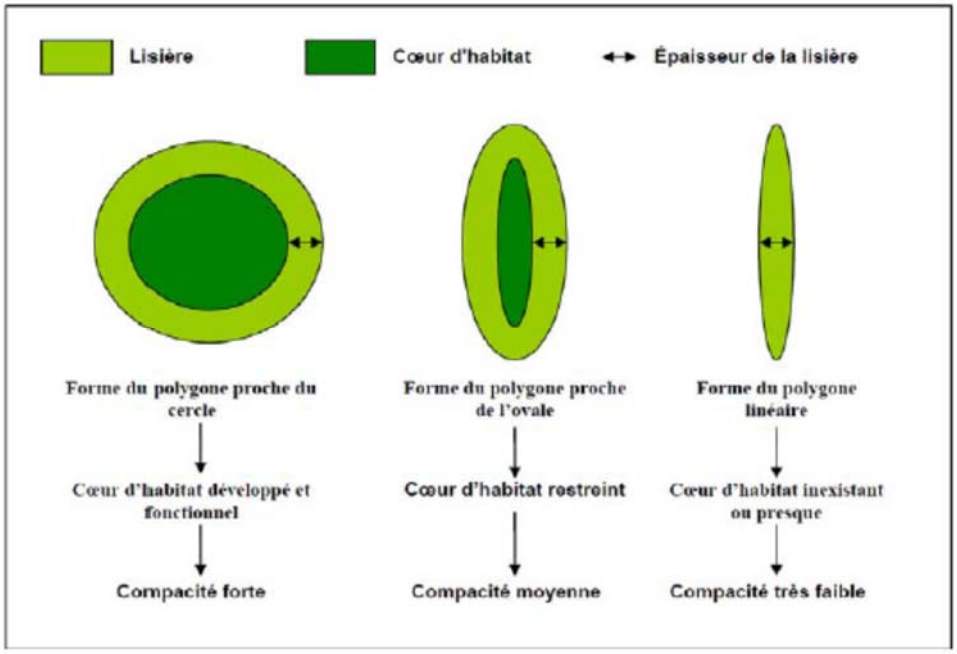


Figure 8 : Notion de compacité, souvent reprise en écologie du paysage pour l'identification des réservoirs de biodiversité

- de surface (par exemple, seules les forêts de tant d'hectares sont retenues).
Par exemple en Basse-Normandie, les boisements s'étendant sur plus de 500 hectares ont été retenus en réservoirs de biodiversité. Ou de même en Bourgogne, les zones humides et les plans d'eau de plus de 2 ha, les bois humides de plus de 20 ha, les ensembles de plus de 10 ha de bocage humide ont été retenus en réservoirs de biodiversité,

- de densité d'éléments (par exemple, seules les mailles de bocage comportant au moins telle densité de haies sont retenues).
Par exemple, en région Centre, pour la sous-trame des « Milieux bocagers », des réservoirs de biodiversité complémentaires ont été identifiés à partir des mailles de plus forte densité de haie (≥ 8000 m/km2) (méthode finalement abandonnée). De même en Aquitaine, les secteurs présentant les densités de lagunes les plus importantes ont été retenus comme réservoirs de biodiversité par le biais d'une méthode de statistiques focales.

- de position par rapport à d'autres éléments : En Bourgogne par exemple, pour les milieux humides, « comme il est impossible aujourd'hui de trouver des sources d'informations exhaustives à ce sujet, la cartographie de cette sous-trame intègre principalement les zones humides distantes de moins de 10 mètres d'un cours d'eau ». En Bretagne aussi, on retrouve par exemple la sélection en réservoirs de biodiversité des cours d'eau des têtes de bassin versant (cours d'eau de rang de Strahler inférieur ou égal à 2). Ou encore en région Centre : pour la sous-trame des forêts alluviales et marécageuses, tous les boisements situés dans un périmètre de 200 m de part et d'autre de l'axe central des principales rivières identifiées ont été retenus.

Parfois, pour certains milieux, aucun seuil ni critère n'est appliqué. Par exemple en Bretagne, l'intégralité de l'estran (frange du domaine marin, soumise au balancement des marées) a été retenue en réservoir de biodiversité.

En termes de typologie utilisée pour ces milieux, on retrouve surtout des embranchements assez généraux (forêts, zones humides, lagunes, …), parfois plus précis et liés à des modes de gestion (ex : ilots de sénescence retenus en réservoirs de biodiversité en Rhône-Alpes, milieux agricoles à haute valeur naturelle en région Centre, …).

Il est possible de retrouver aussi des **combinaisons de critères pour plusieurs couches visant un même « grand milieu » (exemple pour le bocage : couche de prairies + couche de haies)**. Ces démarches, même si elles combinent plusieurs couches de données, ont néanmoins été différenciées ici des analyses multicritères présentées plus loin, qui conjuguent plusieurs types d'entrées (zonages, espèces, milieux, …).
On retrouve un exemple en Champagne-Ardenne pour la sous-trame des milieux ouverts. Une carte de densité de prairies a été croisée à une carte de densité de haies et de lisières forestières comprenant les lisières de bosquets. Ce croisement a ainsi permis de délimiter des secteurs de surface importante, de minimum 100 ha, présentant une forte densité de prairies et une forte densité de haies et lisières boisées, en retenant d'abord les mailles où la densité de prairies est très importante puis celles où la densité de prairies est moyenne avec une forte densité de haies-lisières. Concrètement, la démarche a été la suivante :

- sélection d'ensembles d'au moins 6 mailles contiguës de forte densité de prairies (plus de 75%), ce qui représente une surface minimale de l'ordre de 100 ha,

- ajout des mailles ayant entre 50 et 75% de prairies avec une très forte densité de haies et de lisières, présentes en continuité de ces « cœurs » d'au moins 6 mailles,

- suppression des ensembles de forme longilignes pour prioriser les éléments de forme ronde ou ovoïde, pour disposer de réservoirs de forme compacte, sur le même principe que les réservoirs des milieux boisés,

- délimitation des réservoirs avec un lissage automatique des bordures (sur une bande de 100m), afin d'éviter de suivre le découpage géométrique des mailles hexagonales, découpage qui serait peu lisible et trop précis pour une cartographie au 1/100 000ème.

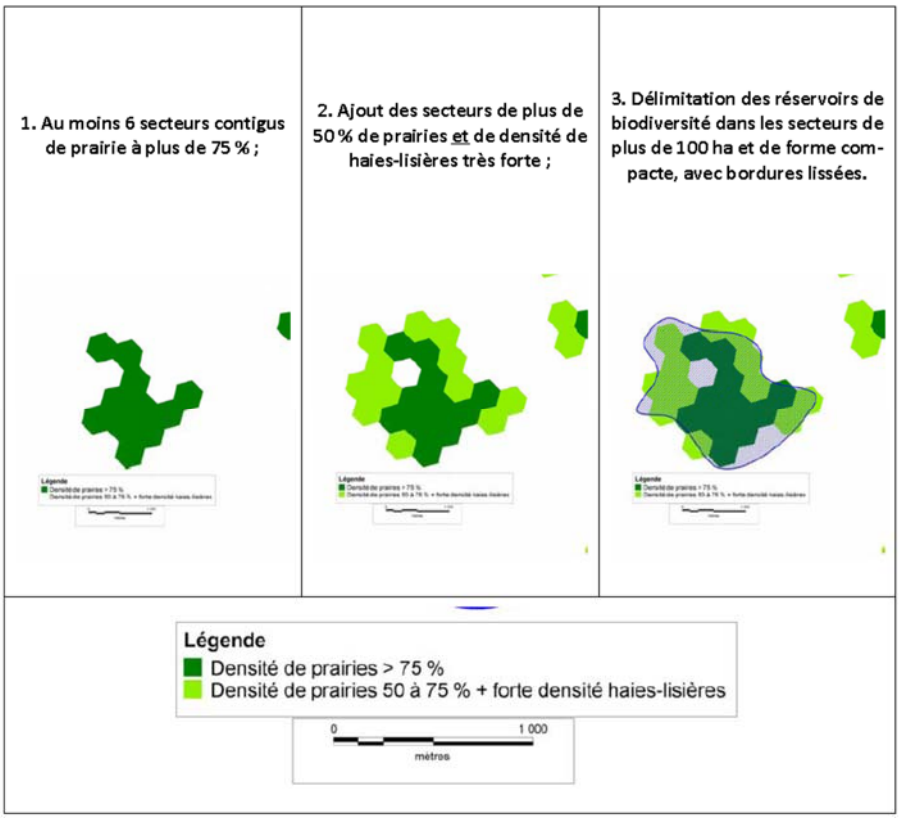


Figure 9 : Critères structurels (densités) appliqués à deux couches de données dans le cadre d'une approche « milieux » pour la sous-trame des milieux ouverts en Champagne-Ardenne

2) Les sources de données utilisées

On retrouve d'abord les sources traditionnelles d'informations sur l'occupation du sol telles que :

- Corine Land Cover 2006,

- les BD Topo, Carthage, …

- les cartes de Cassini.

Souvent ces couches servent de socle, que viennent ensuite compléter les données :

- de collectivités ou structures apparentées (Conseil Général des Landes, Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne),

- de conservatoires de sites ou d'espaces naturels (CEN Aquitaine, Conservatoire des sites Naturels Bourguignon),

- d'associations naturalistes (GIP Bretagne environnement) ou de chasse (Fédération Régionale de Chasse en pays-de-Loire),

- de conservatoires botaniques (CBN Sud-Atlantique),

- d'observatoires nationaux ou régionaux (Observatoire National des Zones Humides, Observatoire de l'Environnement en Poitou-Charentes),

- des DREAL qui centralisent les inventaires en termes de zones humides (Pays-de-Loire, Midi-Pyrénées).

C. Les analyses multicritères

La catégorisation des méthodes régionales n'est pas aisée mais certaines approches apparaissent relativement complexes et ont ainsi été rassemblées sous cette terminologie d'analyses multicritères. Ces approches peuvent, elles aussi, mobiliser des espèces et des milieux mais en appliquant des paramètres multiples ou encore en combinant ces différentes entrées.

Dans le cadre de cette synthèse, trois types d'analyses multicritères semblent se dégager :

- les AMC d'intersection qui croisent plusieurs types de données entrées (ex : zonages + milieux). Les zones résultant du croisement des données (intersection) sont ensuite retenues en réservoirs de biodiversité,

- les AMC de perméabilité basées sur l'affectation de coefficients à l'occupation du sol en fonction de la perméabilité aux déplacements d'espèces. Les zones les plus perméables sont ensuite retenues en réservoirs de biodiversité,

- les AMC de qualité écopaysagère basées sur l'attribution d'une note de « qualité écologique » aux polygones d'occupation du sol ou à un maillage résultant de plusieurs paramètres sommés (généralement issus de l'écologie du paysage tels que la naturalité, l'hétérogénéité, …). Les polygones/mailles ayant les meilleures notes sont retenus en réservoirs de biodiversité.

En tout, 10 régions (Aq, Au, Bo, CA, FC, LR, Li, PDL, PC, PACA) ont réalisé une de ces AMC pour au moins une de leurs sous-trames.

1) Les analyses multicritères d'intersection

Il s'agit d'analyses multicritères combinant plusieurs types de données d'entrées - « espèces », « zonages », « milieux naturels » - afin de sélectionner les zones résultant de l'intersection de ces différentes couches.
On rencontre en particulier ce type d'AMC vis-à-vis de l'enjeu de cohérence zonages « cas par cas ». Ces AMC permettent en effet d'introduire une dimension qualitative aux périmètres des zonages, via la présence de

milieux supports par exemple, et donc de discriminer certains sous-périmètres à l'intérieur de ces zonages « cas par cas », à élever au rang de réservoirs de biodiversité.

On trouve cette approche dans 5 régions :

- En Aquitaine : pour toutes les sous-trames à l'exception des milieux aquatiques, l'intersection des postes de l'occupation du sol CLC de chaque sous-trame avec les zonages « cas par cas », en particulier Natura 2000, a conduit à l'identification de réservoirs de biodiversité.

- En Limousin : pour chaque sous-trame, un croisement a été fait entre certains zonages dits « cas par cas » et les milieux supports de la sous-trame. Au final, les milieux supports compris dans ces zonages ont ainsi été retenus comme « réservoirs de biodiversité »,

- En Pays-de-Loire : la présence d'habitats naturels particuliers (Corine Biotope) a été croisée avec les ZNIEFF dans le cadre du traitement des zonages cas par cas,

- En Franche-Comté : des AMC de ce type ont été effectuées pour les sous-trames des milieux boisés, des milieux herbacés permanents, des milieux en mosaïque paysagère, des milieux xériques, des milieux humides.

Les milieux supports de chaque sous-trame qui intersectent les zonages environnementaux « complémentaires », définis par les Orientations Nationales comme « devant être soumis à examen » (la plupart du temps : sites Natura 2000, sites de ZNIEFF 1, sites du CEN, Espaces Naturels Sensibles) ont été sélectionnés en tant que réservoirs de biodiversité.
De même, pour la sous-trame des milieux aquatiques une AMC similaire a été réalisée, en y ajoutant un critère de surface supplémentaire, afin de retenir les lacs de plus de 10 ha et tronçons de cours d'eau traversant les autres zonages obligatoires non spécifiques aux milieux aquatiques (RNN, RNR, APPB) ainsi que les zonages complémentaires (Natura 2000, ZNIEFF 1, ENS, sites du CEN). Les réservoirs de biodiversité sont alors le résultat du croisement de ces zonages avec une zone tampon de 200 mètres.

- En PACA : une analyse multicritère de même type a été réalisée pour la sous-trame des « eaux courantes » de la Trame bleue. Elle croise des données de zonages, d'espèces et de milieux :

- la zonation piscicole des cours d'eau qui, sur la base d'un ensemble de critères écologiques et hydromorphologiques, relie un cours d'eau ou un tronçon de cours d'eau à un peuplement piscicole « type »,

- des données d'inventaires de 19 espèces à l'échelle de la région pour la période 2000 – 2010 disponibles dans la base de données Image de l'ONEMA (annexe 6 du « Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique »),

- les connaissances sur l'état écologique et chimique des cours d'eau suivis dans le cadre de la Directive cadre Européenne sur l'Eau (DCE),

- des données (avec réserves d'usage) issues des inventaires des zones de frayères (conséquences du Décret n° 2008-283 du 25/03/08) fournies par l'ONEMA.

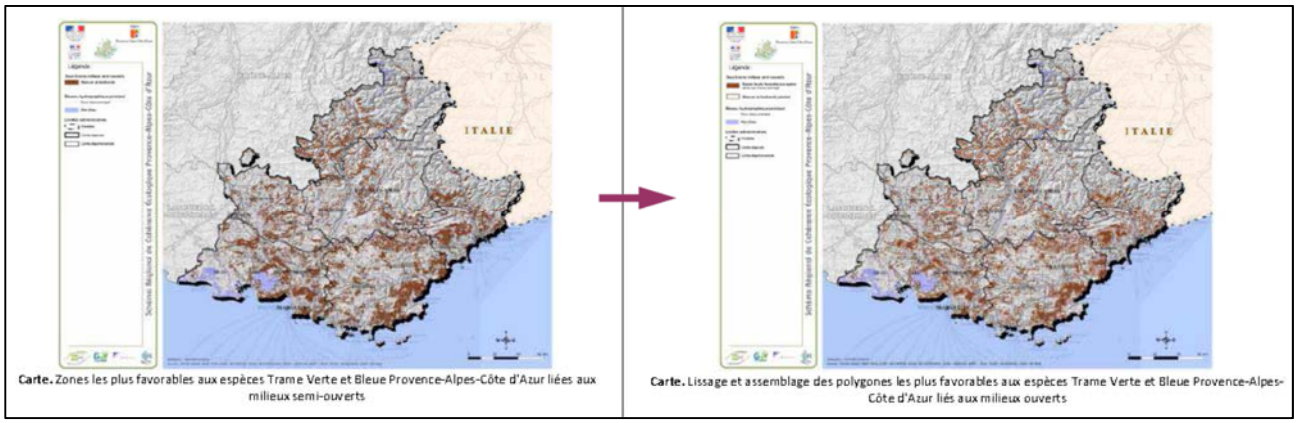
2) Les analyses multicritères de perméabilité

Cette démarche ressemble à la première étape d'une méthode de chemins de moindre cout dans le cadre d'identification de corridors.
Ce type d'AMC consiste en effet dans un premier temps à attribuer à chaque type d'occupation du sol un coefficient traduisant sa perméabilité aux déplacements d'espèces. Ici des espèces sont donc utilisées pour leur traits de vie et non pas pour leur répartition, contrairement aux approches « espèces » décrites précédemment. Ces espèces peuvent d'ailleurs par conséquent être virtuelles.

Sur la base de cet étalonnage, l'occupation du sol est ensuite représentée entièrement sur le territoire régional de manière à aboutir à une **carte de « fonctionnalité écologique du territoire »**. Puis les **zones de meilleure qualité** sont sélectionnées comme réservoirs de biodiversité, en fonction d'un **seuil donné et parfois de critères supplémentaires** (surface minimale par exemple).

Cette méthode a été appliquée dans 2 régions (PACA et Bourgogne) :

- En PACA, ce sont les **espèces de cohérence nationale TVB qui ont été utilisées**. Un score a été attribué par type d'occupation du sol pour chacune d'entre elles, puis les scores de chaque espèce ont été additionnés sur toute la région avec un maillage pour obtenir une **cartographie de la fonctionnalité du territoire**. De cette carte ont ensuite découlé les réservoirs en fonction d'un seuil fixé de perméabilité.



Carte. Zones les plus favorables aux espèces Trame Verte et Bleue Provence-Alpes-Côte d'Azur liées aux milieux semi-ouverts

Carte. Lissage et assemblage des polygones les plus favorables aux espèces Trame Verte et Bleue Provence-Alpes-Côte d'Azur liés aux milieux ouverts

Figure 10 : Carte de perméabilité pour la sous-trame des milieux semi-ouverts en PACA, élaborée à partir des espèces de cohérence TVB, en vue de l'identification des réservoirs de biodiversité.

- En Bourgogne, **ce sont des espèces virtuelles qui ont été utilisées pour l'attribution des coefficients**. Ce sont des espèces associées à la nature « ordinaire » qui ont été « créées ».

Pour chaque espèce virtuelle, un coefficient de résistance, traduisant l'affinité de l'espèce ciblée avec le milieu traversé, a été défini pour chaque type d'occupation du sol (par exemple, un chat sauvage traverse facilement une forêt, plus difficilement une zone de grandes cultures). Les cartographies produites ont ensuite été confrontées au dire des experts et au traitement de données réelles disponibles sur la répartition des espèces (cf. partie suivante sur le dire d'expert). Les zones les plus intéressantes au niveau écologique ont alors été sélectionnées comme réservoirs de biodiversité pour chaque espèce virtuelle puis sommées à l'échelle d'une sous-trame.

Des critères supplémentaires ont été appliqués pour certaines sous-trames :

- pour la sous-trame boisée, seules les forêts de plus de 100 ha pour grand mammifère et de plus de 20 ha pour les mammifères moyens ont été retenues,

- pour la sous-trame « Prairies et bocage », seuls les bocages denses et de plus de 10 ha ont été retenus.

3) Les analyses multicritères de qualité écopaysagère

Ces approches sont basées sur une **série de critères, appliqués à l'occupation du sol ou à un maillage**, et dont la somme permet d'aboutir à une note globale **« de fonctionnalité ou de qualité écologique »** par polygone ou par maille.

On retrouve cette approche dans **6 régions** : Aq (hormis pour les sous-trames Milieux côtiers, Milieux rocheux d'altitude, Réseau hydrographique), Au, CA, LR, PDL, PC.

La terminologie utilisée dans ces AMC peut être variable selon les régions bien qu'à chaque fois les démarches sont relativement semblables. On retrouve ainsi le nom de « *modélisation éco-paysagère* » en Poitou-Charentes ou de « *modélisation d'espaces à fort potentiel écologique (réservoirs de biodiversité Potentiels)* » en Aquitaine.

- En Aquitaine, une AMC a été réalisée à partir de données cartographiques d'occupation du sol selon les étapes suivantes :

1) La couche d'occupation du sol CLC a fait l'objet d'un traitement visant à sélectionner, par sous-trame, les ensembles continus d'espaces naturels (c'est-à-dire en excluant les éléments jugés comme fragmentants pour les continuités écologiques au niveau régional).

2) Afin d'analyser le Potentiel de Réservoir de Biodiversité (PRB) de ces ensembles continus d'espaces naturels la région a calculé cinq paramètres de l'écologie du paysage pour chaque polygone d'occupation du sol : naturalité, surface, compacité, hétérogénéité, connectivité. Pour les systèmes bocagers, un sixième paramètre a été ajouté (densité de haies).

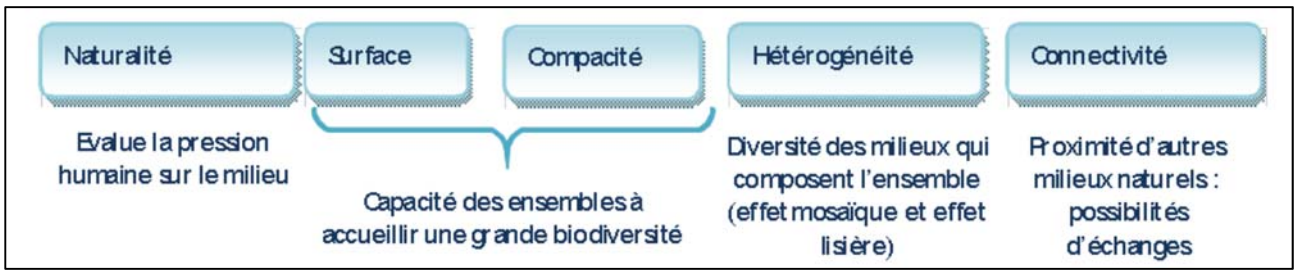


Figure 11 : Cinq paramètres calculés sur l'occupation du sol non fragmentée en Aquitaine

La combinaison des différentes notes a permis d'aboutir à une note finale de chaque polygone d'occupation du sol après une pondération supplémentaire par sous-trame.

Tableau VII : Coefficients par sous-trame des paramètres utilisés pour déterminer les notes de potentiel de réservoir biologique

Sous trame	Naturalité	Surface-Compacité	Hétérogénéité	Connectivité	Densité de Haies
Feuillus et boisements mixtes	1,5	1,25	1	1	Sans objet
Boisements de conifères et milieux associés	1	1	1	1	Sans objet
Milieux ouverts et semi-ouverts	1,5	0,75	0,5	1	Sans objet
Systèmes bocagers	1,25	0,75	1	1	1,5
Milieux humides	1,8	1,2	0,75	1	Sans objet

Figure 12 : Pondération des paramètres en fonction des sous-trames en Aquitaine

3) Les notations des polygones ont été réparties en 5 classes d'après la méthode des seuils de Jenks, dite aussi des « seuils naturels ». Cette méthode statistique permet de déterminer les classes de valeur les plus homogènes possibles, en termes de variance et d'écart-type.
4) Les réservoirs de biodiversité ont été délimités en retenant les zones de plus fortes de notes en association avec l'avis d'experts (comité technique mis en place pour l'étude technique préalable 2009-2011).

- En Champagne-Ardenne : une analyse multicritère a été effectuée pour la sous-trame boisée. Elle mêle des paramètres de surface, de qualité et de zonages appliqués à l'occupation du sol boisée, selon les étapes suivantes :

1) Un premier travail a été réalisé pour ne **sélectionner que les massifs de plus de 25 ha**,

2) **Trois critères ont ensuite été appliqués** sur les massifs boisés restants : 1/ Surface et compacité du massif, 2/ Ancienneté de l'état boisé du massif, 3/ Part de ZNIEFF de type II concernées par le massif étudié. Chaque massif a été noté sur deux pour chaque critère,

3) Le résultat total pour chaque massif correspond à **l'addition de la note obtenue à chacun des trois critères** (la note maximum possible étant donc de 6). Il a ensuite été validé que tous les massifs présentant une **note supérieure ou égale à 5 sur 6** étaient intégrés en tant que réservoirs de biodiversité de la trame des milieux boisés.

- En Languedoc-Roussillon, une AMC a été réalisée pour mesurer la **fonctionnalité écologique potentielle du territoire**.

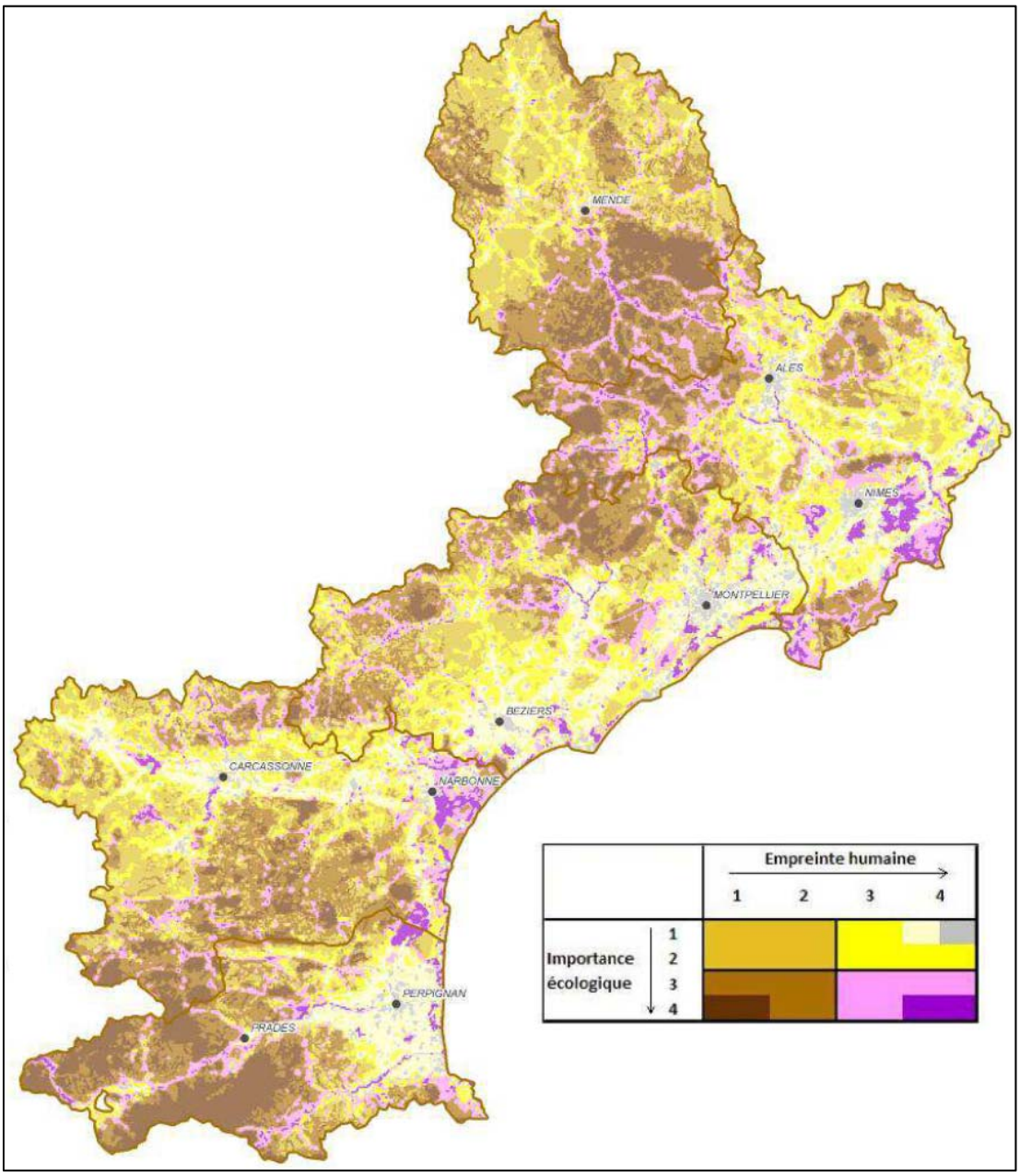


Figure 13 : Carte d'enjeux de la fonctionnalité écologique en Languedoc-Roussillon

Le choix méthodologique retenu consiste à qualifier l'importance écologique en tous points du territoire, par une approche globale, qui s'affranchit de l'approche par espèce. L'unité d'analyse spatiale retenue est une maille hexagonale de 21,7 hectares, d'une largeur de 500 mètres. Des indicateurs ont été définis à partir des données disponibles, homogènes et spatialement continues à l'échelle régionale :

- l'indice d'importance écologique correspond à l'importance qu'un espace est susceptible d'avoir pour la préservation de la biodiversité et les continuités écologiques à l'échelle du territoire considéré,

- l'indice d'empreinte humaine traduit l'intensité des principales activités humaines qui s'exercent sur la biodiversité et les continuités écologiques.

C'est le croisement entre ces deux indices (empreinte humaine et importance écologique) qui a permis d'identifier une typologie d'enjeux régionaux.

Tableau 8 : Indicateurs retenus pour le calcul d'indices permettant de mesurer la fonctionnalité écologique potentielle du Languedoc-Roussillon

Indices	Indicateurs retenus
Importance écologique	- Densité et cohésion écologique des milieux naturels - Naturalité des milieux (quelle est la qualité des milieux naturels ?) - Fragmentation des milieux - Diversité des milieux - Densité des paysages remarquables - Responsabilité patrimoniale de la région - Continuités écologiques associées aux pratiques agricoles (état de conservation et connectivité) - Fonctionnalité écologique des cours d'eau - Fonctionnalité écologique des plans d'eau et zones humides
Empreinte humaine	- Densité de bâti - Artificialisation des sols - Densité du réseau de transport - Infranchissabilité du réseau de transport - Densité de population - Croissance démographique - Fréquentation touristique - Densité du réseau énergétique - Projets d'aménagement

Les espaces de plus forte importance écologique (niveau 4) ont été retenus en réservoirs de biodiversité.

- En Auvergne, la méthode est basée sur des indicateurs, à la fois **de potentiel écologique des milieux naturels** et **de pressions à l'origine de processus de fragmentation des milieux**. Pour ce faire, Auvergne s'est inspirée des travaux du Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) du CNRS de Montpellier de septembre 2011 pour l'élaboration du SRCE Languedoc-Roussillon.

Quatre étapes se sont succédé dans cette démarche :

1. Identification des indicateurs : d'une part, des indicateurs favorables à l'expression d'une biodiversité riche, contribuant à ce qui a été qualifié de « potentiel écologique » du milieu et, d'autre part, des indicateurs de fragmentation ; compte tenu des données disponibles, de l'échelle imposée du 100 000ème et de la nécessité d'avoir une information couvrant la totalité du territoire régional.

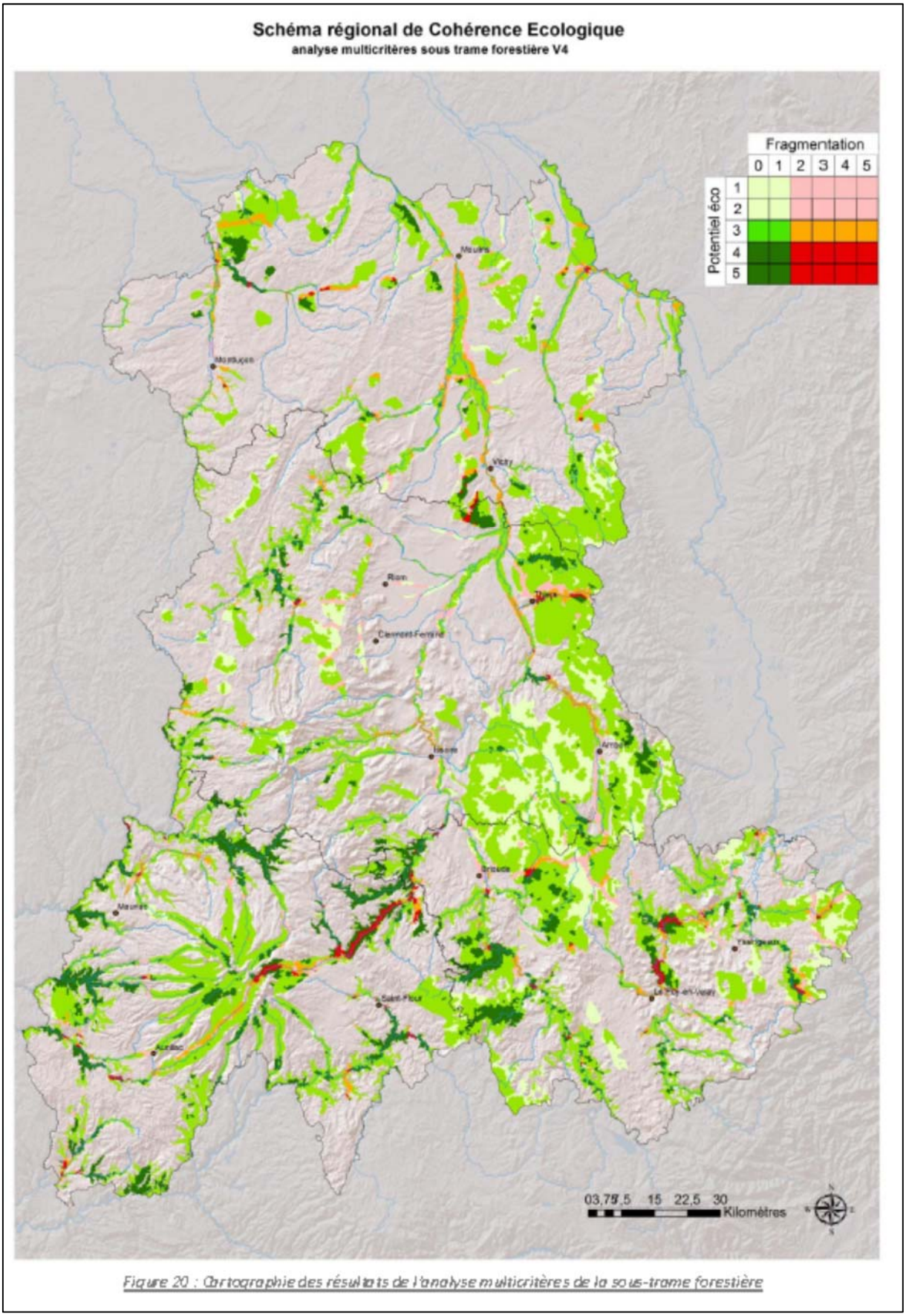


Figure 20 : Cartographie des résultats de l'analyse multicritères de la sous-trame forestière

Figure 14 : Résultat des différents indicateurs de potentiel écologique et de pressions (fragmentation) calculés pour la sous-trame forestière dans l'analyse multicritère d'Auvergne

Les indicateurs retenus au final sont au nombre de 8 :

- 3 indicateurs globaux : zonages, densité de zones humides et densité du réseau hydrographique,

- 1 indicateur global modulé : le bocage. Compte tenu du contexte, la volonté a été de valoriser en particulier les linéaires de haies résiduels en milieux cultivés, alors que l'exigence en termes de densité est plus élevée en sous-trame agropastorale,

- 4 indicateurs particuliers : forêts anciennes et vallées escarpées, densité de prairies permanentes, zones humides remarquables.

2. Pondération des indicateurs de potentiel écologique et de fragmentation, au sein de l'indicateur, et entre indicateurs. La pondération des indicateurs est interne à chacun d'entre eux, basée sur une classification simple de type fort, moyen, faible, absence ; traduite par une note allant de 3 (fort) à 0 (absence).
3. Notation globale pour chaque unité spatiale : chaque maille se voit attribuer une note pour chacun des indicateurs puis les notes sont agglomérées afin de proposer une note finale sur le potentiel écologique et une autre sur la fragmentation. L'unité spatiale pour ces calculs (maille) a d'abord été de forme carrée puis la maille retenue au final dans cette méthode est hexagonale (de 500 m de diamètre et d'une surface de 21,7 ha).

4. Rapprochement des deux notes, sur le potentiel écologique et sur la fragmentation, permettant d'interpréter le niveau de fonctionnalité de la maille et du territoire dans son ensemble. Les mailles présentant un indice de potentiel écologique supérieur ou égal à 4 et un indice de fragmentation inférieur ou égal à 1 sont retenues en réservoir de biodiversité. Un critère de surface a été intégré également car seuls les territoires de taille supérieure ou égale à 80 ha ont été retenus dans un souci de lisibilité à l'échelle régionale et afin de réunir les conditions nécessaires à la réalisation du cycle de vie d'une majorité des espèces.

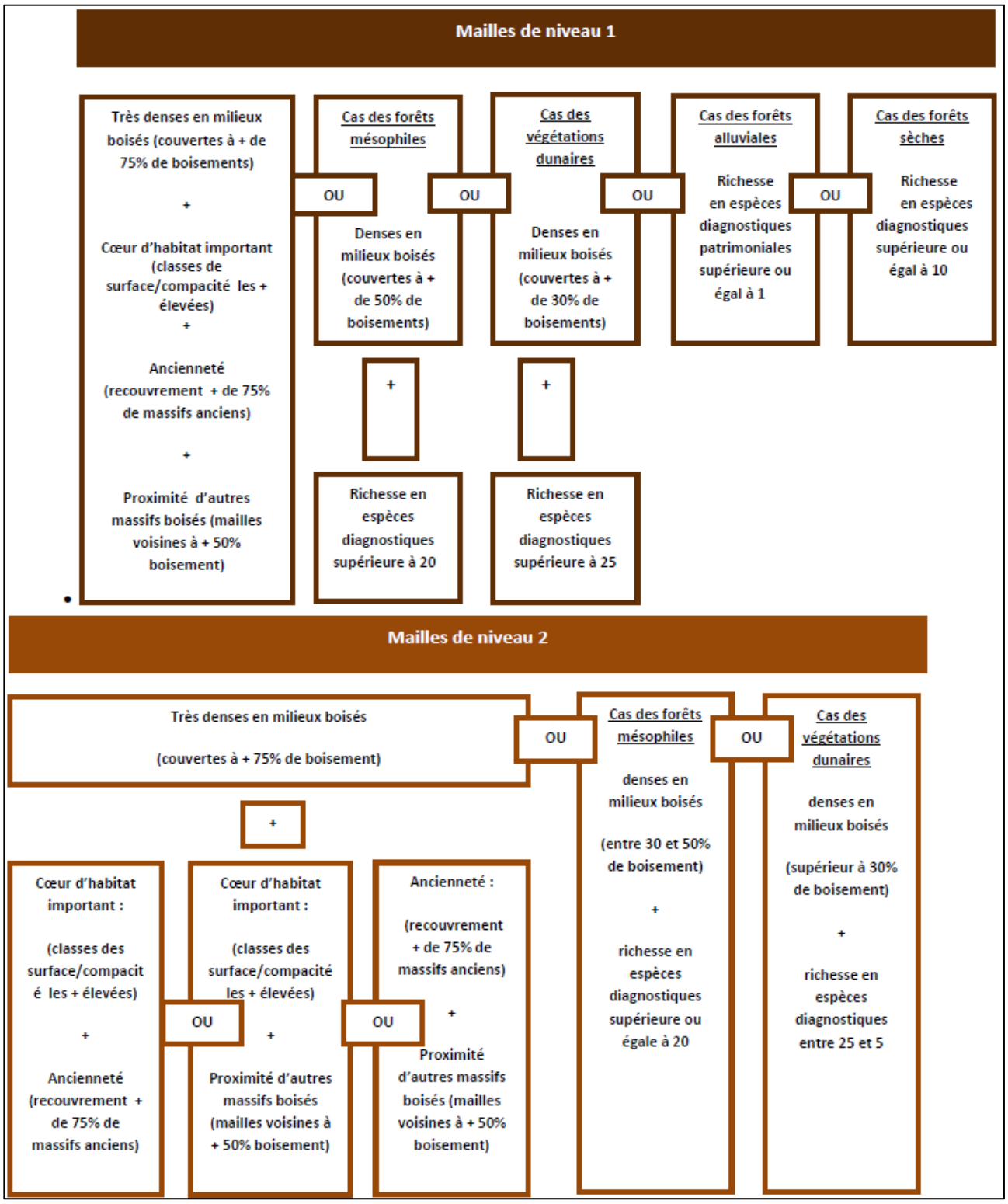
- En Pays-de-Loire, la démarche s'est faite en trois étapes :

1 - Un maillage a été appliqué au territoire régional, dont la taille de maille est variable selon les sous-trames (ex : 1 km² pour le bocage et la forêt, 250 m² pour milieux aquatiques et les zones humides)

2 - Une note a été affectée à chaque maille selon un découpage en quatre classes en combinant plusieurs critères de qualité pour chaque sous-trame (ex : pour bocage : densité de haies, densité de nœuds de haies, ...).

3 - Les mailles de notes 1 et 2 ont été retenues en réservoirs de biodiversité et celles de note 3 et 4 en corridors écologiques.

La région Pays-de-Loire a donc cette particularité d'avoir choisie une méthode unique pour l'identification des réservoirs et des corridors, l'attribution des mailles à l'un ou l'autre de ces éléments de continuités écologiques n'étant ensuite qu'une différence de notation.


Mailles de niveau 1
Très denses en milieux boisés (couvertes à + de 75% de boisements)
+
Cœur d'habitat important (classes de surface/compacité les + élevées)
+
Ancienneté (recouvrement + de 75% de massifs anciens)
+
Proximité d'autres massifs boisés (mailles voisines à + 50% boisement)
Cas des forêts mésophiles
OU
Denses en milieux boisés (couvertes à + de 50% de boisements)
+
Richesse en espèces diagnostiques supérieure à 20
OU
Cas des végétations dunaires
Denses en milieux boisés (couvertes à + de 30% de boisements)
+
Richesse en espèces diagnostiques supérieure à 25
OU
Cas des forêts alluviales
Richesse en espèces diagnostiques patrimoniales supérieure ou égal à 1
OU
Cas des forêts sèches
Richesse en espèces diagnostiques supérieure ou égal à 10
Mailles de niveau 2
Très denses en milieux boisés
(couvertes à + 75% de boisement)
+
Cœur d'habitat important :
(classes des surface/compacité les + élevées)
+
Ancienneté (recouvrement + de 75% de massifs anciens)
OU
Cœur d'habitat important :
(classes des surface/compacité les + élevées)
+
Proximité d'autres massifs boisés (mailles voisines à + 50% boisement)
OU
Ancienneté :
(recouvrement + de 75% de massifs anciens)
+
Proximité d'autres massifs boisés (mailles voisines à + 50% boisement)
OU
Cas des forêts mésophiles
denses en milieux boisés
(entre 30 et 50% de boisement)
+
richesse en espèces diagnostiques supérieure ou égale à 20
OU
Cas des végétations dunaires
denses en milieux boisés
(supérieur à 30% de boisement)
+
richesse en espèces diagnostiques entre 25 et 5

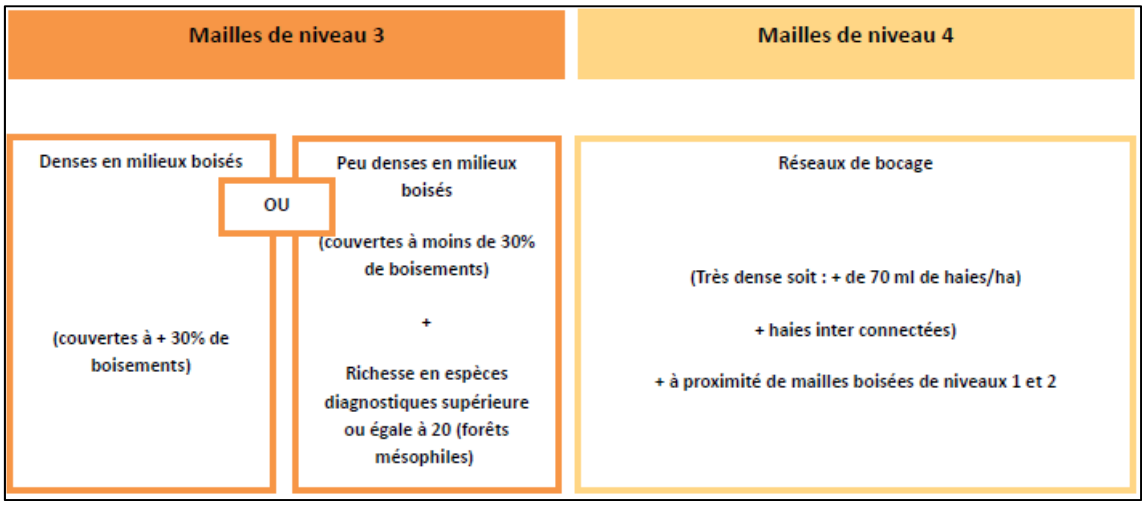


Figure 15 : Principe d'identification et de hiérarchisation des mailles associées à la sous-trame boisée dans le SRCE du Pays-de-la-Loire

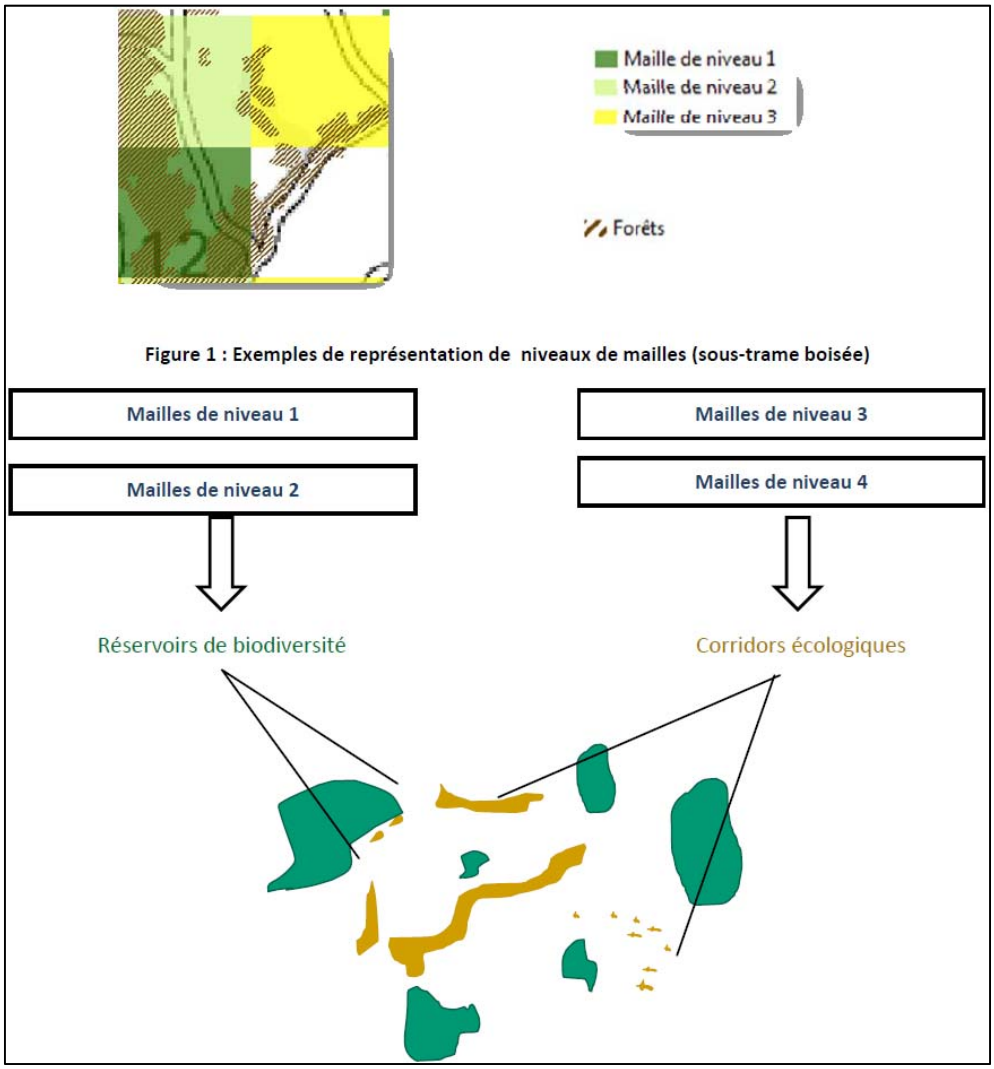


Figure 16 : Cheminement de la méthode commune à l'identification des réservoirs et des corridors en Pays-de-Loire

- En Poitou-Charentes, deux AMC de ce type ont été réalisées, l'une pour les sous-trames des Plaines ouvertes, des Systèmes bocagers et des Forêts et landes et l'autre pour la sous-trame aquatique (regroupant le littoral, les cours d'eau et les zones humides).

> Pour les sous-trames des Plaines ouvertes, des Systèmes bocagers et des Forêts et landes, la démarche est très similaire à celle d'Aquitaine décrite ci-dessus. Elle s'est déroulée comme suit :

1) Une carte d'occupation du sol enrichie a été constituée avec comme base CLC 2006 complétée par la superposition de couches d'information cartographiques homogènes sur le territoire régional.

2) Les éléments fragmentants du territoire ont été superposés à la couche d'occupation du sol enrichie afin de mettre en évidence les zones non fragmentées, supports potentiels des réservoirs de biodiversité.

3) Des critères issus des concepts de l'écologie du paysage ont été calculés dans les zones non fragmentées de la carte enrichie. Les critères appliqués sont : la naturalité, la surface-compacité, l'hétérogénéité, la connectivité, la fragmentation et des indices divers selon les sous-trames considérées. Pour les systèmes bocagers par exemple on retrouve, en plus des 5 critères, les paramètres suivants : superficie (S), appartenance à une entité paysagère caractéristique (P) ou à une continuité d'importance nationale (CIN), chevauchement avec des réservoirs de biodiversité obligatoires ou non obligatoires (Z1 et Z2), présence d'espèces indicatrices.

4) Ces différents indices ont ensuite été pondérés puis additionnés pour aboutir à une note globale pour chaque zone naturelle non fragmentée du territoire. Les zones obtenant les notes les plus élevées sont les réservoirs de biodiversité potentiels.

> Pour la sous-trame « aquatique », une couche cartographique a été élaborée pour chacune de ses composantes (cours d'eau, zones humides, milieux littoraux) afin de repérer les réservoirs de biodiversité potentiels, puis une analyse multicritère a été réalisée afin de déterminer les réservoirs les plus pertinents. Pour les cours d'eau c'est la BD Carthage qui a été choisie comme référentiel de travail. Pour les zones humides, la couche cartographique prend en compte différentes sources de données de localisation des zones humides dans la région, en particulier les pré-localisations des SDAGE. Pour le littoral, la couche prend en compte l'atlas des paysages de Poitou-Charentes et l'ensemble des communes soumises à la Loi littoral.

V. SYNTHESE

On peut noter tout d'abord que toutes les régions, à l'exception de l'Île-de-France, ont utilisé des méthodes d'identification de réservoirs de biodiversité complémentaires à l'approche strictement « zonages ».
Par ailleurs, on constate également que les différentes approches présentées précédemment ont souvent été cumulées par une même région pour identifier ces réservoirs de biodiversité complémentaires aux zonages. Ainsi, seulement 6 régions (1/3) n'ont utilisé qu'une seule et même méthode en dehors des zonages pour identifier leurs réservoirs de biodiversité alors que 14 régions en ont cumulé au moins deux en plus des zonages.

Cette diversité des méthodes se retrouve aussi au sein d'une même sous-trame d'un SRCE. On peut ainsi retrouver plusieurs cas de figure, comme :

- des régions n'ayant qu'une seule méthode identique pour toutes leurs sous-trames,

- des régions ayant plusieurs méthodes mais toutes concernent une seule sous-trame, les autres étant traitées avec une seule et même approche,

- des régions ayant plusieurs méthodes pour chacune de ses sous-trames.

Enfin, lorsqu'une région n'applique qu'une analyse multicritère, celle-ci peut être de nature différente en fonction de ses sous-trames, ce qui révèle alors en réalité une diversité forte d'approches au sein du SRCE.

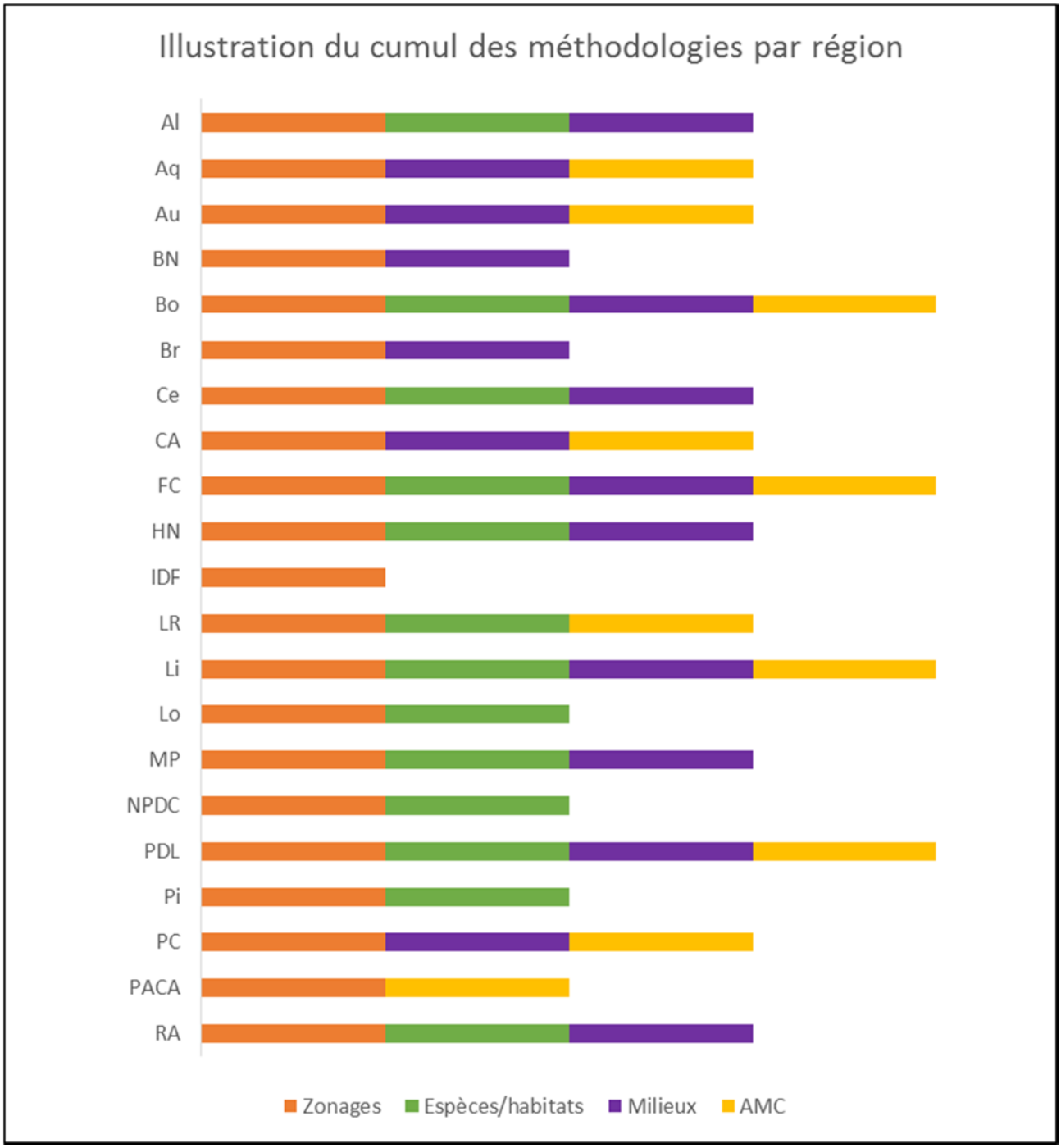


Figure 17 : Illustration du cumul des méthodes par région

La couche « réservoirs de biodiversité » d'un SRCE est par conséquent une superposition de réservoirs provenant de sources diverses d'identification (zonages strict, espèces, milieux, AMC) comme le montrent plusieurs schémas récapitulatifs extraits de SRCE ci-dessous.

On peut d'ailleurs ici mentionner l'approche de Pays-de-Loire pour la sous-trame des milieux littoraux qui a consisté à compiler les réservoirs de biodiversité de ses autres sous-trames en extrayant la frange littorale.

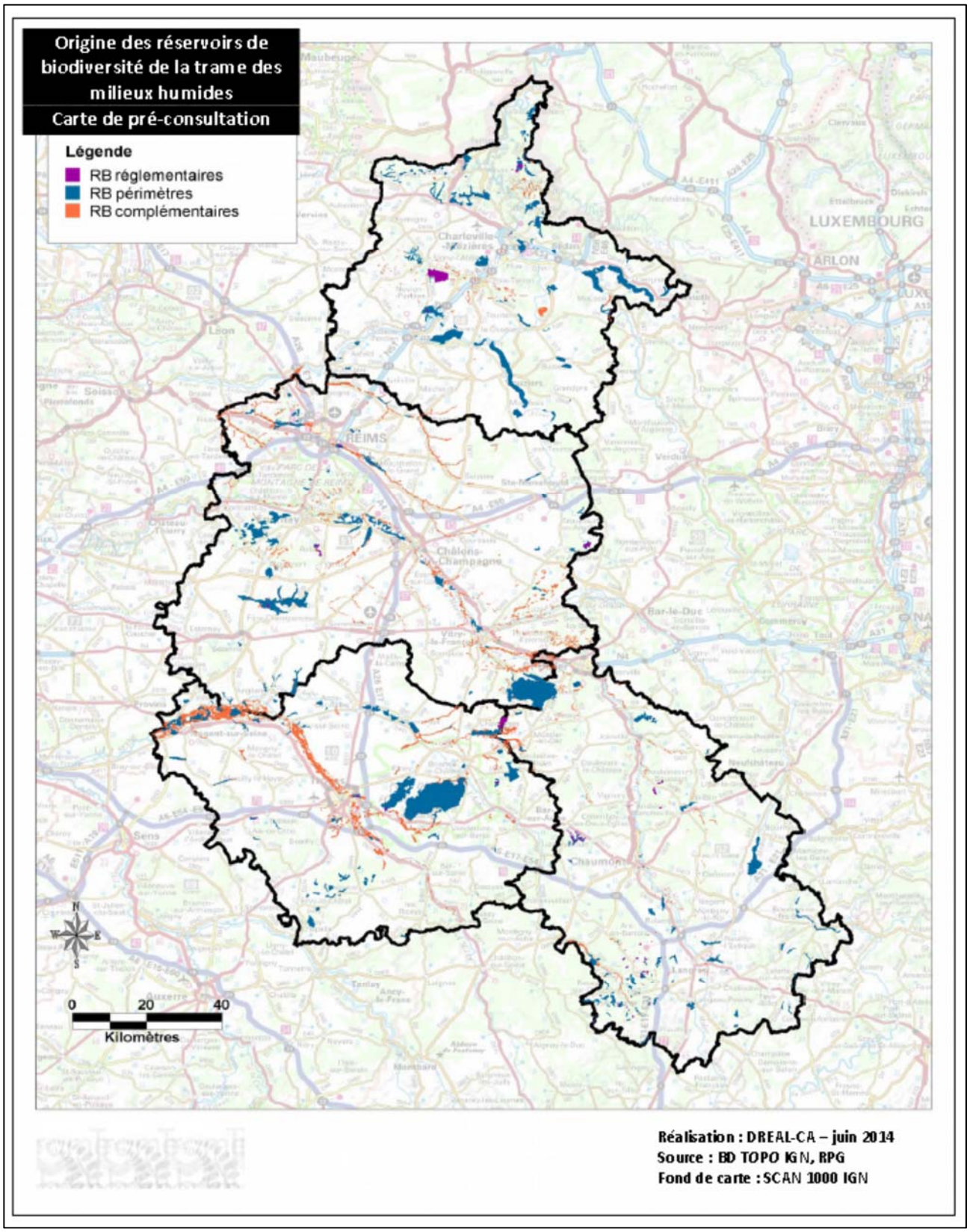


Figure 18 : Couche réservoirs de Champagne-Ardenne pour la sous-trame des milieux humides agrégeant des réservoirs de zonages stricts, de zonages « cas par cas » et des réservoirs complémentaires.

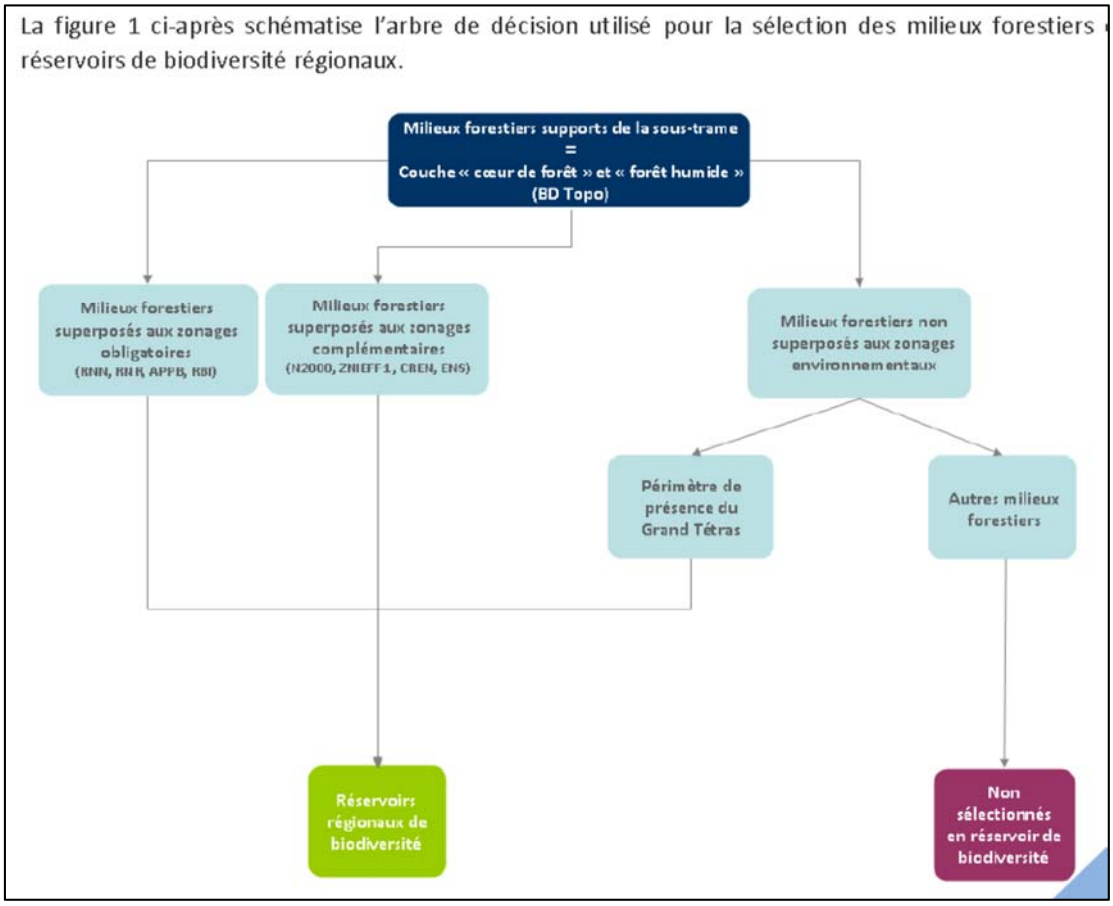


Figure 19 : Exemple de combinaison des approches pour la sous-trame de forêts de Franche-Comté

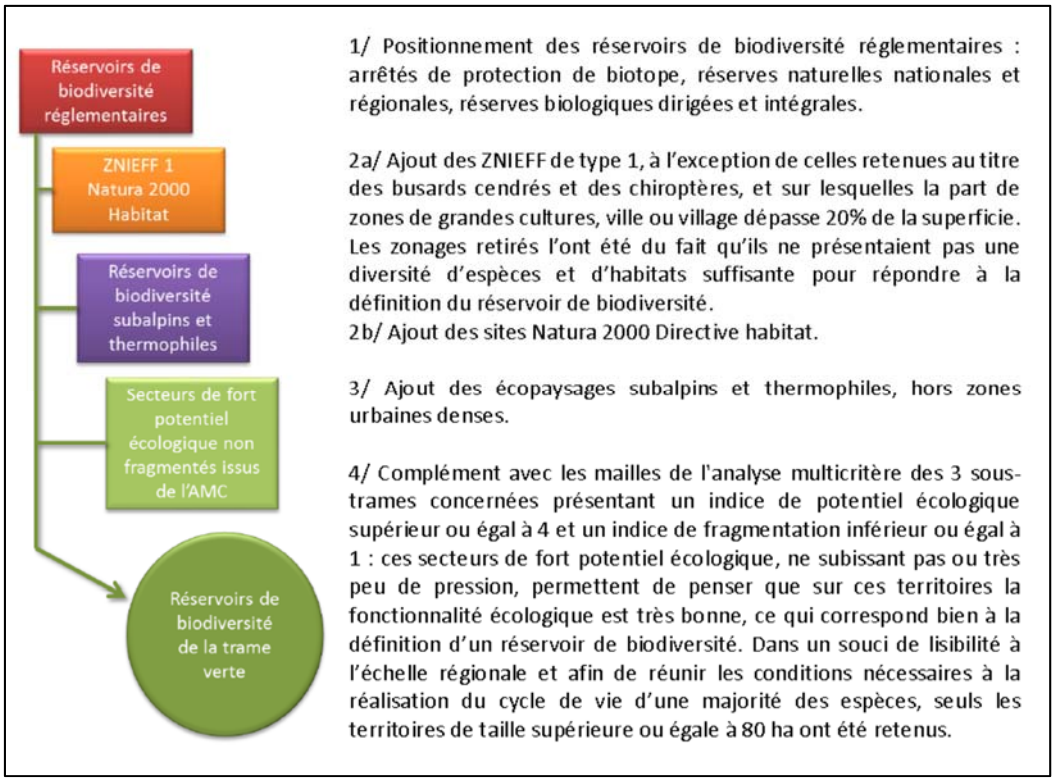


Figure 20 : Compilation des différentes sources de réservoirs de biodiversité pour la trame verte d'Auvergne

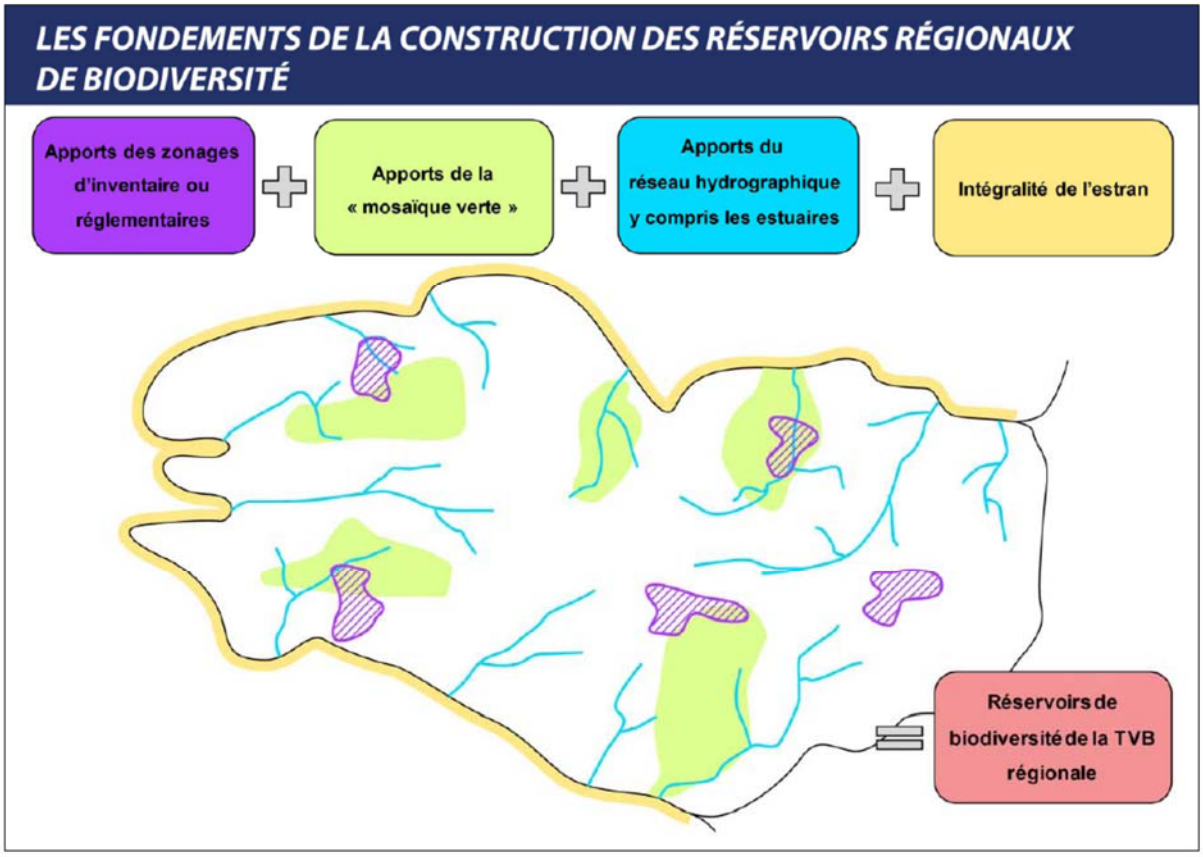


Figure 21 : Agrégation de réservoirs de biodiversité issus de différentes méthodes en Bretagne

Enfin, sur l'ensemble des régions, il semblerait que les trois approches espèces, milieux et AMC soient utilisées de manière relativement équivalente.

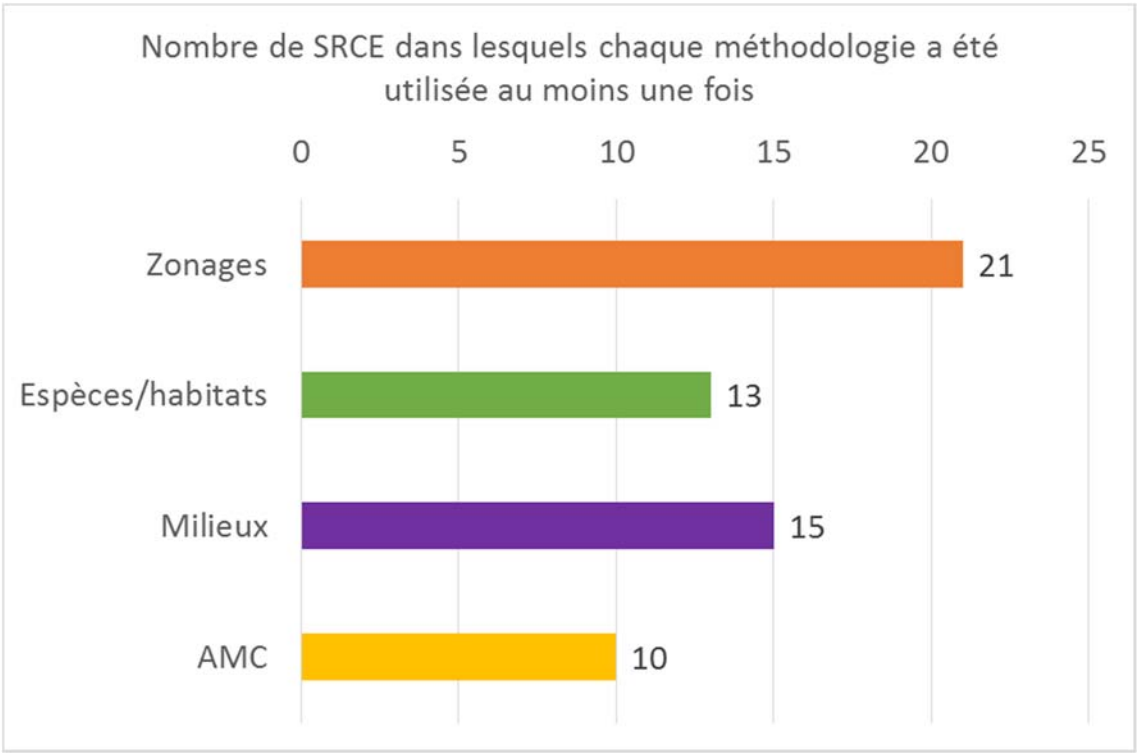


Figure 22 : Nombre de SRCE dans lesquels chaque méthode a été utilisée au moins une fois

VI. LA PLACE DU DIRE D'EXPERT DANS L'IDENTIFICATION DES RESERVOIRS DE BIODIVERSITE

Dans la moitié des régions au moins, du dire d'expert est intervenu à un moment ou à un autre dans le processus d'identification des réservoirs de biodiversité.

Ces experts ont été sollicités en réponse à trois grands objectifs :

- en réaction à une première cartographie de réservoirs afin de la valider et le cas échéant l'amender. Par exemple en région Centre une pré-identification des réservoirs de biodiversité a été soumise à l'avis de plusieurs groupes d'acteurs (CSRPN, représentants d'organismes et associations œuvrant pour la préservation de la biodiversité, experts naturalistes, …). En Aquitaine aussi, les espaces à fort potentiel écologique identifiés par modélisation ont été soumis à l'avis d'experts. En Bretagne, des ateliers ont été organisés à partir du résultat des réservoirs potentiels, afin d'obtenir des remarques/demandes de précisions en utilisant une technique de gommettes collées et de commentaires annotés de la part des acteurs locaux.
Ici on peut aussi citer le cas unique de Poitou-Charentes qui a effectué des vérifications de sa modélisation (à la fois réservoirs et corridors) par une expertise de terrain (cf. paragraphe « 5) Vérification de terrain » dans la partie Corridors).

- afin de proposer des réservoirs de biodiversité dans certains cas où les méthodes « automatiques (SIG) font défaut. Par exemple, des zones humides d'intérêt écologique ont été définies sur expertise en Haute-Normandie ou également des étangs d'intérêt écologique validés par expertise ont été sélectionnés en Limousin.

- afin de participer au calibrage des méthodes elles-mêmes. Par exemple en Bourgogne, le dire d'expert a été sollicité pour l'attribution des coefficients de résistance (espèces virtuelles) dans l'analyse multicritères. Cette consultation d'experts n'a donc pas eu pour objectif de se prononcer uniquement réservoir par réservoir pour en ajouter ou en retirer, elle a également conduit parfois à abandonner entièrement certaines méthodes ou certains groupes de réservoirs issus de méthodes particulières. En Ile-de-France par exemple, l'association du CSRPN a conduit à ne pas retenir l'ensemble des réservoirs de biodiversité qui étaient issus d'autres espaces naturels (ex : secteurs de concentration de mares et mouillères en secteurs boisés ou agricoles, mosaïques agricoles, boisements de plus de 100 ha dans les départements de la grande couronne, …).

IDENTIFICATION DES CORRIDORS ECOLOGIQUES

Rédacteur : Jennifer Amsallem

I. RAPPEL DE LA REGLEMENTATION ET DU CADRE NATIONAL CONCERNANT LES CORRIDORS

A. Introduction des corridors écologiques dans le code de l'environnement

La Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, appelée « Loi Grenelle 2 » introduit pour la première fois la notion de corridor dans le code de l'environnement, dans l'article L371-1 :

- Dans les objectifs de la Trame verte et bleue, alinéa 2° du I de l'article L371-1 :

« Identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ».

- Dans la définition de la Trame verte, alinéa 2° du II de l'article L371-1 :

« Les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1°[4] ».

B. Définition des corridors écologiques dans le code de l'environnement

Le décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue a ensuite précisé la notion de corridor écologique en apportant une définition dans les I, III et IV de l'article R371-19 :

« I. — Les continuités écologiques constituant la trame verte et bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques.

III. — Les corridors écologiques assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers.

Les espaces mentionnés aux 2° et 3° du II de l'article L. 371-1 constituent des corridors écologiques.

IV. — Les cours d'eau, parties de cours d'eau et canaux mentionnés au 1° et au 3° du III de l'article L. 371-1 constituent à la fois des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques.

Les zones humides mentionnées au 2° et au 3° du III de l'article L. 371-1 constituent des réservoirs de biodiversité ou des corridors écologiques ou les deux à la fois. »

Si l'article L371-1 distingue les corridors écologiques des couvertures végétales permanentes le long des cours d'eau, le document-cadre « Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques » adopté par le décret n° 2014-45 du 20 janvier 2014 indique : « Sont intégrés aux corridors écologiques de la Trame verte et bleue les couvertures végétales permanentes le long des cours d'eau mentionnées au I de l'article L. 211-14 du code de l'environnement, qui visent notamment à constituer des corridors rivulaires contribuant à la fois à garantir la qualité du milieu aquatique et à établir des corridors écologiques permettant le déplacement de certaines espèces par voie aquatique, terrestre ou aérienne ».

Le document-cadre « Orientations nationales » précise également :

« Les corridors écologiques peuvent prendre plusieurs formes et n'impliquent pas nécessairement une continuité physique ou des espaces contigus.

On distingue ainsi trois types de corridors écologiques :

- les corridors linéaires (haies, chemins et bords de chemins, ripisylves, bandes enherbées le long des cours d'eau,…) ;

[4] « 1° Tout ou partie des espaces protégés au titre du présent livre et du titre Ier du livre IV ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité ; »

- les corridors discontinus (ponctuation d'espaces-relais ou d'îlots-refuges, mares permanentes ou temporaires, bosquets,…) ;
- les corridors paysagers (mosaïque de structures paysagères variées). »

C. Les corridors écologiques dans les SRCE

Dès la Loi Grenelle 2, le IV de l'article L 371-1 et l'article L371-3 précisent qu'ils doivent être identifiés dans les SRCE, notamment dans leur volet b) « identifiant les espaces naturels, les corridors écologiques, ainsi que les cours d'eau, parties de cours d'eau, canaux ou zones humides mentionnés respectivement aux 1° et 2° du II et aux 2° et 3° du III de l'article L. 371-1 ».

Le décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012 relatif à la trame verte et bleue précise le contenu du volet b) et les attendus concernant les corridors écologiques dans l'article R371-27 :

« Le 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 précise :

— les approches et la méthodologie retenues pour l'identification et le choix des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques ;

— les caractéristiques de ces deux éléments, leur contribution au fonctionnement écologique de l'ensemble du territoire régional et leur rattachement à l'une des sous-trames suivantes :

a) Milieux boisés ;

b) Milieux ouverts ;

c) Milieux humides ;

d) Cours d'eau ;

e) Milieux littoraux, pour les régions littorales ;

— les objectifs de préservation ou de remise en bon état qui leur sont assignés ;

— la localisation, la caractérisation et la hiérarchisation des obstacles à ces éléments ;

— un exposé de la manière dont ont été pris en compte les enjeux nationaux et transfrontaliers définis par le document-cadre adopté en application de l'article L. 371-2. »

Enfin, en complément, le document-cadre « Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques » apporte des précisions concernant les corridors écologiques dans les SRCE.

II. ETAT DES LIEUX CONCERNANT LES CORRIDORS DANS LES SRCE

A. Caractéristiques des corridors

1) Nombre, surface et linéaire

Ces informations sont généralement présentées dans le Résumé non technique.

Le nombre de corridors est indiqué dans 2 SRCE seulement :

- Alsace : 363 dont 238 méritent d'être maintenus en état et 125 sont reconnus comme altérés. Le SRCE précise le nombre de corridors associés à des continuités forestières, à des haies, longeant des cours d'eau, des canaux… Il indique également que 58 d'entre eux restent à préciser.
- Rhône-Alpes : « 268 corridors d'importance régionale dont 219 corridors « fuseaux », traduisant un principe de connexion global et 49 corridors « axes », traduisant des enjeux de connexions plus localisés et contraints. »

Les informations relatives aux surfaces et linéaires de corridors sont très hétérogènes d'une région à l'autre. Certaines régions indiquent un linéaire global (1622 km en Alsace), ou un pourcentage de surface régionale (Languedoc-Roussillon 5,5%, PACA 4%). 4 régions indiquent des surfaces ou des linéaires de corridors par sous-trame (Limousin, Ile-de-France, Aquitaine, Franche-Comté). D'autres n'apportent des informations que pour les réservoirs de biodiversité (Champagne-Ardenne).

Corridors et continuum	Linéaires ou superficie	% de corridors au sein des réservoirs de biodiversité	% de corridors fonctionnels
Corridors			
Corridors arborés fonctionnels	2 697 km	55 %	85 %
Corridors arborés à fonctionnalité réduite	493 km	0 %	
Sous total corridors boisés	**3 189 km**	**46 %**	
Corridors herbacés fonctionnels	1 287 km	26 %	67 %
Corridors herbacés à fonctionnalité réduite	648 km	16 %	
Corridors des milieux calcaires à fonctionnalité réduite	1 410 km	25 %	0 %
Sous total corridors herbacés	**3 345 km**	**24 %**	**38 %**
Corridors des grands cours d'eau et canaux fonctionnels	265 km	61 %	40 %
Corridors des grands cours d'eau et canaux à fonctionnalité réduite	401 km	25 %	
Corridors des petits cours d'eau permanents fonctionnels	2 622 km	50 %	67 %
Corridors des petits cours d'eau permanents à fonctionnalité réduite	1 269 km	22 %	
Corridors des petits cours d'eau intermittents fonctionnels	3 333 km	47 %	88 %
Corridors des petits cours d'eau intermittents à fonctionnalité réduite	452 km	17 %	
Sous total corridors cours d'eau	**8 342 km**	**42 %**	75 %
Total corridors	**14 876 km**	**39 %**	**68 %**
Autres éléments			
Continuums de la sous-trame bleue	736 km²	65 %	

Figure 23 : Caractéristiques de corridors et des continuums du SRCE Ile-de-France
Source : Ecosphère, 2013

2) Forme

Le concept de corridor écologique n'est pas perçu de la même manière selon les régions et a fait l'objet de nombreux débats dans les réunions d'élaboration des SRCE. Les différences d'approches se traduisent par une diversité des formes des corridors.

Tableau 9 : Nombre de SRCE par type de forme de corridors

Forme des corridors	Nombre de SRCE	Nom des régions
Linéaire	7	Alsace, Champagne-Ardenne, Languedoc-Roussillon, Lorraine, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais, Picardie
Surfacique	3	Basse-Normandie, Haute-Normandie, PACA
Linéaire et surfacique	9	Aquitaine, Bourgogne, Bretagne, Centre, Franche-Comté, Ile-de-France, Limousin, Pays de la Loire, Rhône-Alpes
Linéaire, surfacique et en pas japonais	2	Auvergne, Poitou-Charentes

On observe dans le Tableau 9 que 18 régions sur 21 ont identifié des corridors linéaires. 14 régions ont identifié des corridors surfaciques (soit les 2/3 des régions). Les trois régions n'ayant pas identifié de corridors linéaires ont identifié uniquement des corridors surfaciques (Basse-Normandie, Haute-Normandie et PACA). 9 régions ont identifié des corridors linéaires et surfaciques. Enfin, seules deux régions (Auvergne et Poitou-Charentes) ont identifié des corridors en pas japonais. Elles ont également identifié des corridors linéaires et surfaciques.

Pour conclure, la diversité des formes que peuvent prendre les corridors se retrouvent dans l'ensemble des SRCE. Les corridors linéaires et/ou surfaciques sont bien représentés dans les SRCE, seuls les corridors en pas japonais y sont peu représentés.

3) Largeur

Pour les régions ayant identifié des corridors linéaires, quelques-unes ont indiqué la largeur des corridors.

Tableau 10 : Régions ayant indiqué dans leur SRCE une largeur de corridor

Région	Largeur	Remarque
Aquitaine	100m	- Milieux humides : 100m - Milieux ouverts et semi-ouverts : Landes du massif des Landes de Gascogne : 100m (bandes servitudes des lignes Haute-tension)
Centre	3km	« Ces corridors correspondent à des axes de déplacement reliant des foyers de biodiversité. Ils sont volontairement dotés d'un tracé relativement large (3 km), rappelant la nécessité de s'approprier et de préciser ces données à une échelle locale plus adaptée. »
Champagne-Ardenne	300m	La bordure des corridors est floue
Languedoc-Roussillon	400m	
Lorraine	1km	« 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. »

Si toutes les régions cartographiant des corridors linéaires ont dû réfléchir à leur largeur, certaines ont fait le choix ne pas la préciser dans le SRCE. En effet, la plupart du temps, les corridors linéaires cartographient un principe de connexion mais la largeur représentée ne correspond pas à la largeur réelle du corridor, souvent elle-même inconnue.

Pour les régions qui ont choisi d'indiquer la largeur de leurs corridors, les critères de choix sont rarement explicités : la largeur des corridors précisée dans les SRCE varie ainsi de 100m à 3 km. Aquitaine indique une largeur de 100m pour les corridors des landes du massif des Landes de Gascogne, correspondant à la largeur des bandes de servitudes des lignes Haute-tension (cf. Tableau 10). La région Centre a volontairement choisi un tracé large, de 3km, pour encourager à préciser chaque corridor au niveau local (cf. Tableau 10).

B. Méthodes de cartographie des corridors

L'analyse des SRCE montre une grande diversité des méthodes d'identification des corridors et leur complémentarité. En effet, les régions ont souvent mobilisé plusieurs méthodes pour adapter au mieux l'identification des corridors aux spécificités et enjeux de leur territoire.

1) Méthodes utilisant des traitements géomatiques

a. *Méthode de dilatation – érosion*

i. Définition

D'après Amsallem *et al.* (2010)[5], la technique de dilatation-érosion est basée sur l'utilisation d'outils SIG qui permettent « d'automatiser » l'analyse des distances entre deux espaces naturels afin de mettre en évidence les chemins les plus directs permettant de les relier. Appliquée pour chaque sous-trame, cette technique, développée dans le cadre de l'analyse morphologique mathématique, où elle est aussi appelée fermeture morphologique, nécessite deux étapes (cf. Figure 24) :

- les taches de la sous-trame étudiée sont « dilatées » par une auréole dont la largeur a été fixée arbitrairement ou correspond à la distance de dispersion courante d'une espèce cible. Lors de cette étape, certaines taches proches vont voir leurs auréoles entrer en contact et fusionner, ce qui traduira la présence d'un corridor potentiel, d'une longueur inférieure ou égale au double de la largeur de dilatation utilisée,
- l'étape de dilatation peut être complétée par une étape d'érosion (ou de contraction) d'une largeur identique à la dilatation, à l'issue de laquelle les zones de connections potentielles entre les taches apparaissent. Toutes les zones de l'auréole de dilatation qui ne permettaient pas de fusionner deux taches sont « supprimées ».

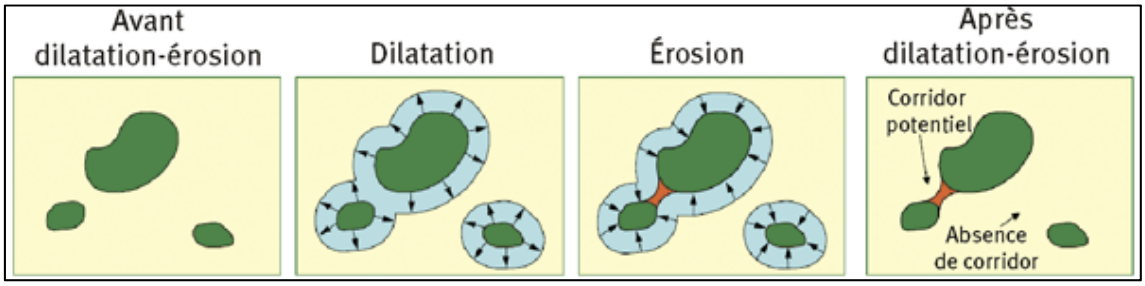


Figure 24 : Etapes du traitement par dilatation-érosion
Source : Irstea

ii. Utilisation dans les SRCE

8 régions ont indiqué dans leur SRCE avoir utilisé la méthode de dilatation-érosion : Alsace, Centre, Franche-Comté, Haute-Normandie, Ile-de-France, Limousin, Picardie et Poitou-Charentes. Certaines ont appliqué cette méthode pour une partie de leurs sous-trames seulement (cf. Tableau 11).

Tableau 11 : Exemples de distances dilatation-érosion appliquées dans les SRCE

Région	Sous-trames	Distance de dilatation-érosion
Franche-Comté	Milieux xériques ouverts Milieux humides	2km 1km
Haute-Normandie	Pour cibler les espèces à faible déplacement, application à chaque sous-trame	250m
Limousin	Milieux secs et/ou thermophiles et/ou rocheux	1 km

[5] AMSALLEM J., DESHAYES M. & BONNEVIALLE M. (2010). Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. *Revue Politiques publiques et biodiversité* [En ligne]. Numéro 3. Pages 40-45. Disponible sur : http://www.set-revue.fr/analyse-comparative-de-methodes-delaboration-de-trames-vertes-et-bleues-nationales-et-regionales (consulté le 25/07/2016)

Concernant la région Centre, elle indique que « *les réservoirs de biodiversité sont en très grands nombres pour chaque sous-trame, ce qui occasionne des temps de modélisation particulièrement longs. Aussi, pour rendre possible la modélisation, il a été nécessaire de procéder à des regroupements provisoires de réservoirs de biodiversité. Pour assembler les réservoirs proches les uns des autres, une dilatation-érosion est réalisée.* »
En région Centre, cette méthode a donc ici été utilisée sur les réservoirs de biodiversité préalablement à l'application de la modélisation pour identifier les corridors écologiques.

b. Méthodes utilisant le principe de perméabilité des milieux

i. Définition

D'après Amsallem *et al.* (2010), au cours d'un trajet d'un point à un autre, un individu d'une espèce va rencontrer successivement différents milieux, dont la perméabilité va conditionner sa facilité de progression. Pour une sous-trame donnée, une ou des espèces sont choisies (espèces-cibles ou guildes d'espèces, exemple Figure 26) et des coefficients de perméabilité (ou au contraire de friction) sont associés aux milieux qu'elles sont susceptibles de traverser (exemple Figure 27). À partir des taches de cette sous-trame, deux types de calculs peuvent être effectués sous SIG :

- Le premier permet de définir l'aire potentielle de déplacement des espèces cibles, appelée continuum. En pratique, le continuum est souvent constitué de plusieurs sous-ensembles qui peuvent constituer des corridors surfaciques. C'est la méthode d'identification **d'espaces de perméabilité des milieux**, des coûts cumulés de dispersion ou encore des aires de migration simulées. L'appellation exacte diffère selon les régions.
- Le deuxième permet de définir le trajet le moins « coûteux » d'un point A vers un point B, en l'occurrence, d'un réservoir de biodiversité à un autre. C'est la méthode d'identification des **chemins de moindre coût** (Exemple Figure 25).

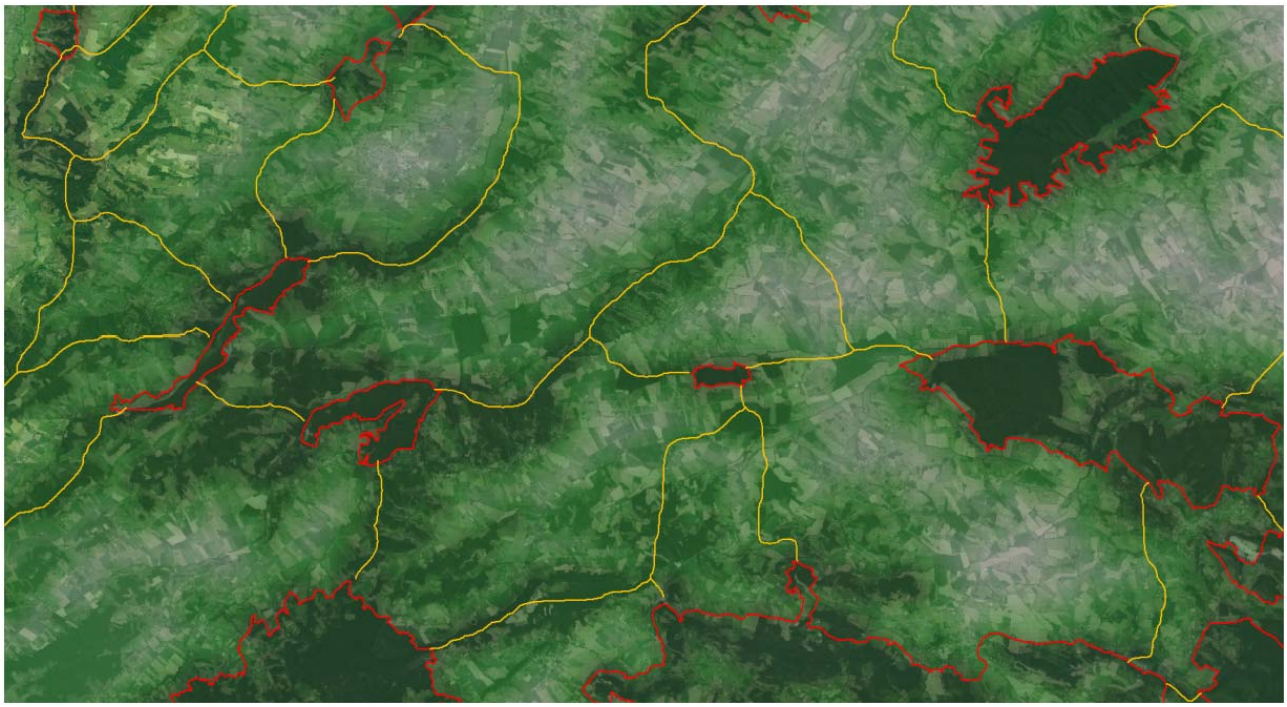


Figure 25 : Exemple de tracés de corridors (orange) par la méthode des chemins de moindre coût pour la sous-trame des milieux boisés de plaine en Midi-Pyrénées
Source : Ecotone

Les espèces-cibles peuvent être virtuelles, c'est-à-dire des espèces virtuelles représentatives de l'ensemble des espèces vivant dans un type de milieu, et par extension dans une sous-trame donnée. Elles peuvent aussi

être réelles : dans ce cas, il est possible de mobiliser des données de présence/absence de ces espèces pour aider à caler le modèle au plus près de la réalité, ou d'utiliser des informations relatives aux capacités de déplacements pour la construction du modèle (distances maximales de déplacement, capacités de déplacement dans certains types de milieux...).

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
Milieux 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.)
Milieux 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.)
Milieux 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)	

Figure 26 : Liste des guildes et espèces cibles utilisées pour les différentes sous-trames en Lorraine
Source : SRCE Lorraine

Les coefficients de friction par sous-trame					
Occupation du sol	*Coût moyen de déplacement pour une distance unitaire*				
	Espèces du continuum boisé feuillu et mixte	*Espèces du continuum boisé de conifères*	*Espèces du continuum humide/ aquatique*	*Espèces du continuum ouvert/semi-ouvert*	*Espèces du continuum bocager*
Continuums boisés					
Forêts de feuillus	1	3	10	40	10
Forêts de conifères	15	1	20	30	20
Forêts mélangées	1	2	15	35	15
Forêts et végétations arbustives en mutation	20	4	20	25	10
Espaces verts urbains boisés	20	20	40	35	30
Zone arborée: boisements - Intra massif landais	15	1	20	30	20
Zone arborée: boisements	1	2	15	35	15
Zone arborée: haies	2	5	10	35	1

Figure 27 : Exemple de coefficients de friction sur les milieux ouverts et semi-ouverts dans le SRCE Aquitaine

ii. Utilisation dans les SRCE

Tableau 12 : Régions ayant utilisé les méthodes utilisant le principe de perméabilité des milieux pour identifier tout ou partie de leurs corridors écologiques

Méthode	Nombre de SRCE	Nom des régions
Espaces de perméabilité des milieux	8	Alsace, Centre, Ile-de-France, PACA, Picardie, Rhône-Alpes + Bourgogne et Lorraine en tant qu'élément de diagnostic des corridors pour de l'interprétation visuelle
Chemins de moindre coût	10	Aquitaine, Centre, Franche-Comté, Haute-Normandie, Ile-de-France, Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi-Pyrénées, Picardie, Poitou-Charentes

Dans le Tableau 12, 8 régions ont cartographié des espaces de perméabilité des milieux pour identifier des corridors écologiques, et 10 les ont identifiés par la méthode des chemins de moindre coût.

Les régions Franche-Comté et Limousin précisent avoir utilisé le logiciel Graphab pour la cartographie des chemins de moindre coût, logiciel gratuit et le plus souvent utilisé dans l'application de la théorie des graphes[6].

Les régions d'Ile-de-France et de Picardie ont utilisé les deux méthodes. Ile-de-France a jugé pertinent de calculer les chemins de moindre coût pour les corridors herbacés. Picardie a d'abord cartographié ses « Aires de migration simulées », qui constituent une base préalable à l'identification des corridors. En complément, sont appliquées d'autres méthodes, dont les chemins de moindre coût.

[6] Méthode visant plutôt à étudier la contribution de chaque réservoir ou corridor à l'ensemble du réseau écologique.

La région Rhône-Alpes a en réalité repris les corridors qui avaient été identifiés dans le RERA (Réseau écologique de Rhône-Alpes). Ces corridors avaient eux-mêmes été identifiés par la méthode d'identification des espaces de perméabilité des milieux. C'est pourquoi ils sont indiqués ici.
Concernant la région Bourgogne, le SRCE indique qu'« au cours de la démarche d'identification des éléments de la TVB, des « grands ensembles » ont ainsi été définis comme des zones homogènes d'au moins 2000 ha contenant une forte densité de réservoirs, reliés entre eux par du continuum commun aux 3 espèces virtuelles de la sous-trame (cf. Figure 28). Les espaces entre les réservoirs ont ainsi été nommés corridors surfaciques. »
Sur la base de la méthode de perméabilité des milieux, en croisant les réservoirs de biodiversité et en appliquant un critère de surface, les corridors surfaciques ont pu être déterminés.

Forêts			Prairies et bocage		
Grand Mammifère	Mammifère moyen ubiquiste	Mammifère moyen spécialisé	Mammifère petit-moyen	Chauve-souris	Reptile

Pelouses sèches			Plans d'eau et zones humides		
Reptile	Orthoptère	Papillon	Amphibien	Libellule mobile	Papillon

Figure 28 : Espèces virtuelles retenues par sous-trame pour l'application du principe de perméabilité des milieux en Bourgogne

Enfin, les régions Lorraine et Bourgogne ont réalisé des cartes de perméabilité des milieux qui ont servi de base pour cartographier les corridors par interprétation visuelle (cf. Figure 30 et Figure 29).

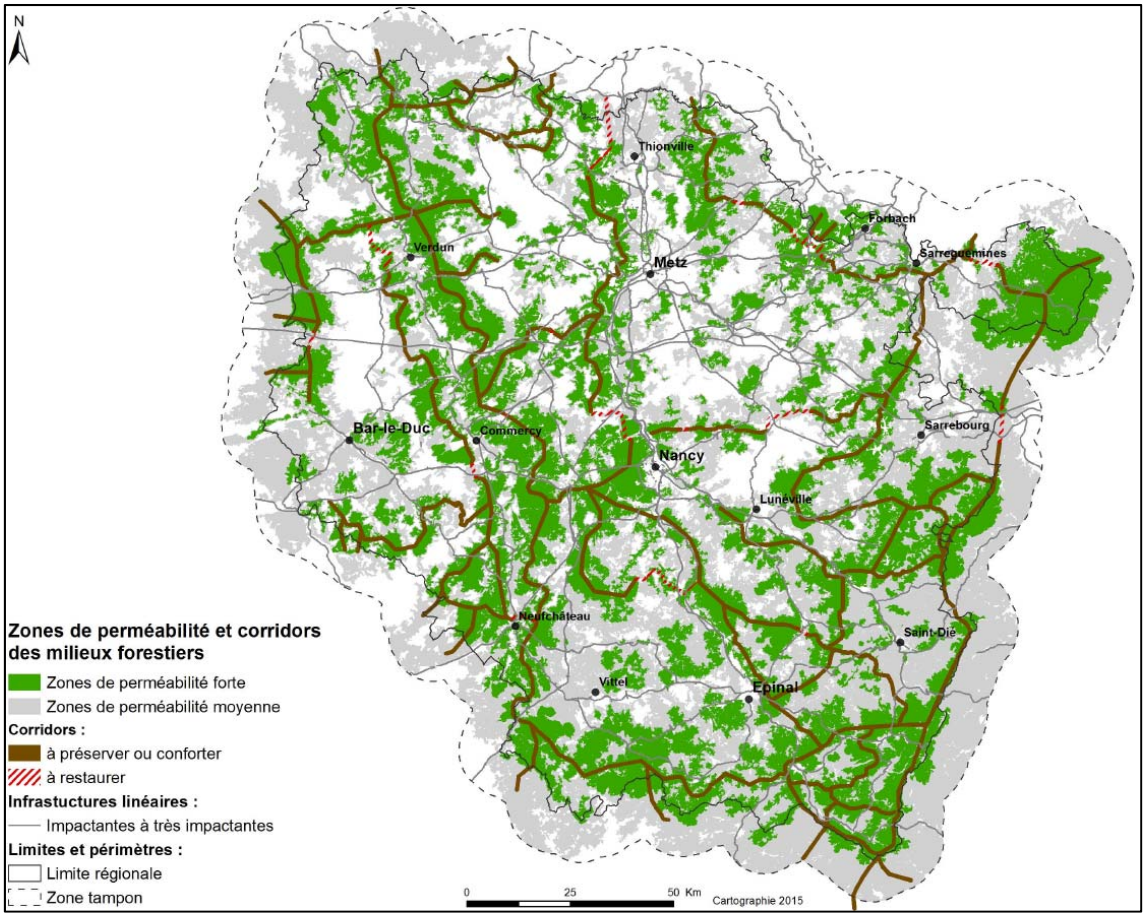


Figure 29 : Carte des corridors forestiers en Lorraine

Les corridors ont été tracés par interprétation visuelle à partir des zones de perméabilité des milieux forestiers en Lorraine (Source : SRCE Lorraine)

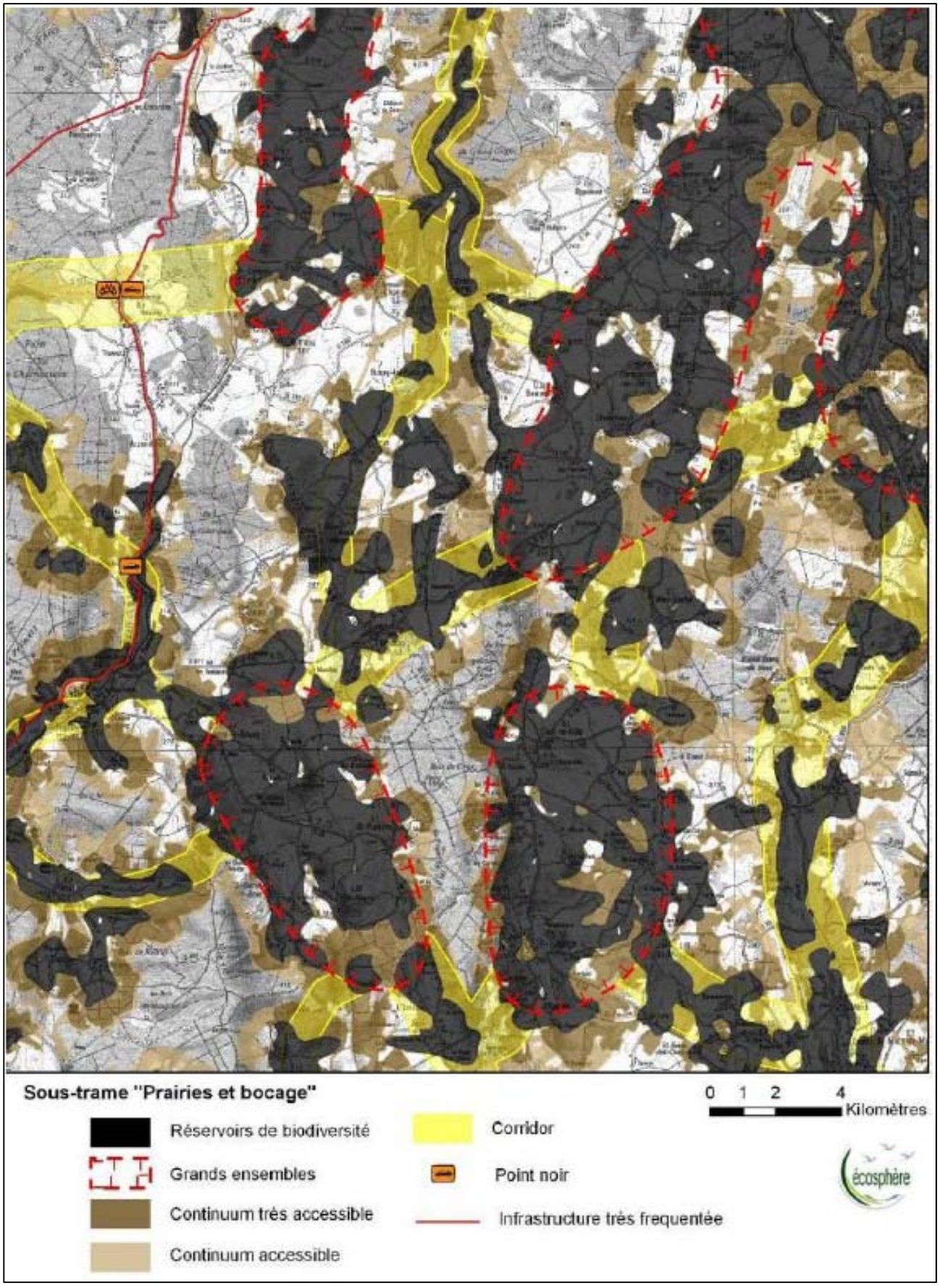


Figure 30 : Extrait de l'atlas cartographique du SRCE Bourgogne illustrant l'interprétation visuelle réalisée à partir des cartes de perméabilité des milieux

c. *Méthode utilisant le principe de densité de noyau*

i. Définition

La « Densité de noyau » est un outil de traitement géomatique[7] qui calcule la densité des entités, linéaires ou ponctuelles dans le voisinage de ces entités[8]. Le résultat se traduit en image raster. L'application de cet outil requiert d'indiquer un rayon de recherche dans lequel le calcul de la densité est effectué, rayon pouvant correspondre aux distances de déplacement d'une espèce.

ii. Utilisation dans le SRCE de Basse-Normandie

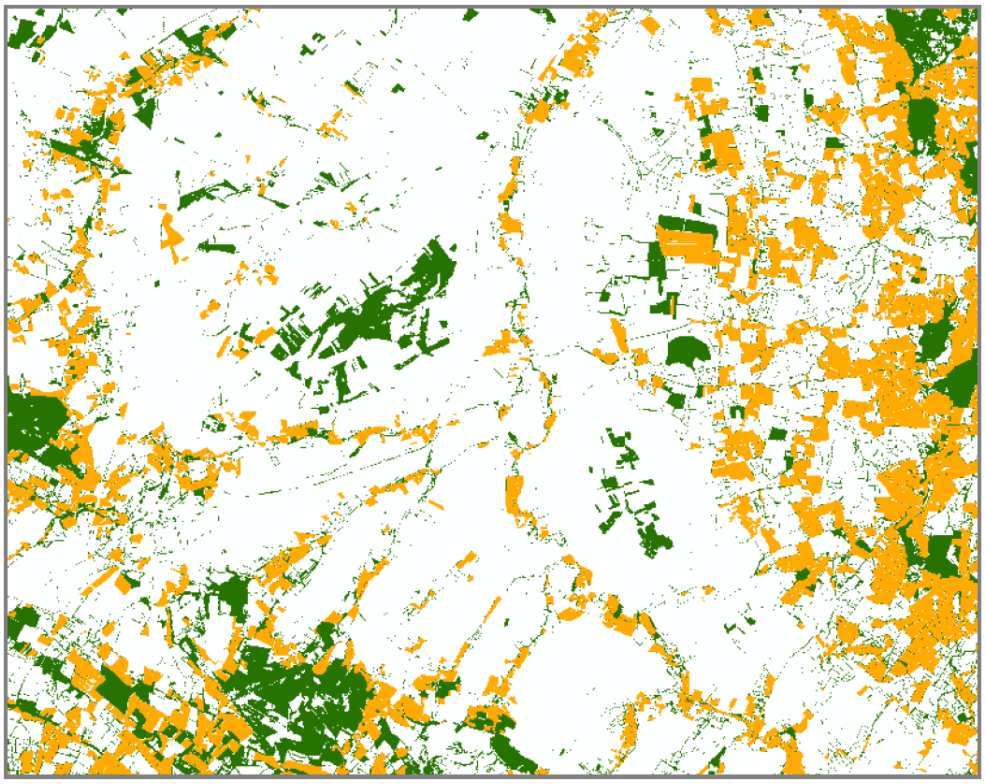
La région Basse-Normandie considère que les bois et forêts de Basse-Normandie, le maillage de haies et les milieux ouverts agricoles, tels que les prairies permanentes, forment une matrice écologique cohérente qui permet à une grande majorité d'espèces de trouver des espaces de vie diversifiés et de se disséminer en se déplaçant au sein de milieux favorables. Cette matrice, appelée matrice verte, est un ensemble d'espaces correspondant à des corridors écologiques, plus ou moins fonctionnels selon le taux de milieux favorables qui les composent. Le rayon de recherche a été fixé à 500m, distance correspondant aux exigences écologiques du Pique-prune, considéré comme espèce emblématique et parapluie du bocage régional.

La Figure 31 présente les milieux composant la matrice verte et les données utilisées correspondantes. La Figure 32 présente le résultat du traitement géomatique faisant apparaitre la matrice par un dégradé de vert selon le niveau de fonctionnalité (claire : peu ou pas fonctionnel → foncé : fonctionnel).

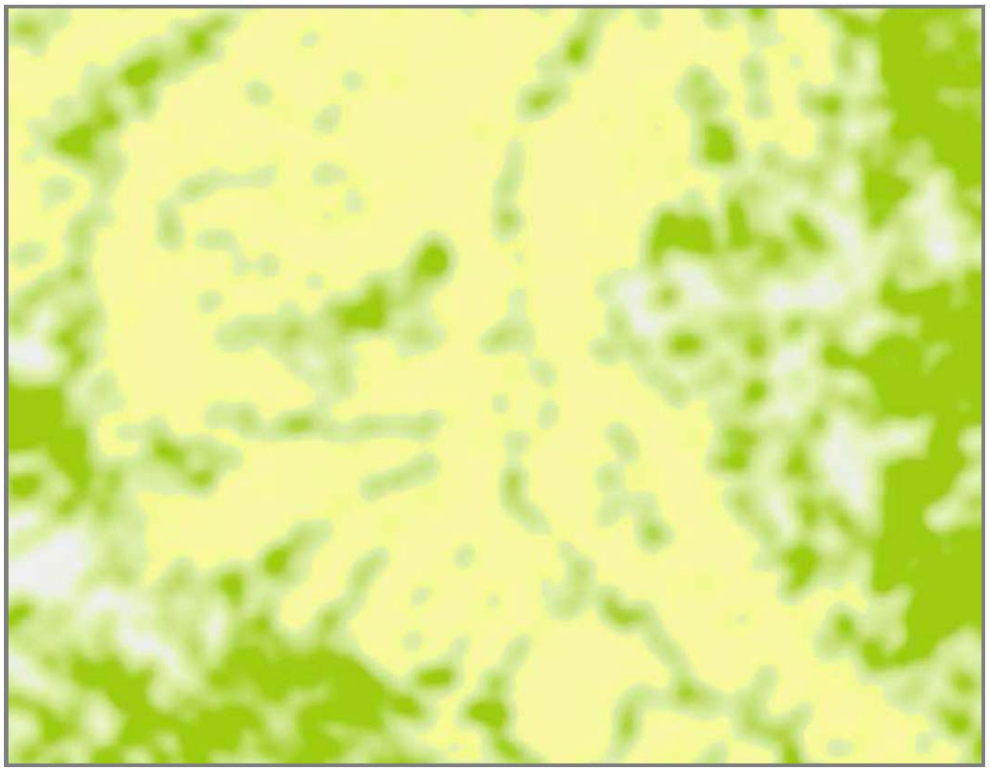
Matrice	Type d'habitats	Données SIG utilisées
Matrice verte	Le réseau de haies	IGN BD Topo Vegetation 2010
	Les bois et forêts	IGN BD Topo Vegetation 2010
	Les prairies permanentes	Registre Parcellaire Graphique 2010

Figure 31 : Types d'habitats et données SIG utilisées pour la définition de la matrice verte en Basse-Normandie
Source : SRCE Basse-Normandie

[7] L'outil Densité de noyau est disponible dans le module Spatial Analyst du logiciel ArcGIS.
[8] Source : http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-kernel-density-works.htm, consulté le 21/07/2016



Représentation des données SIG utilisées avant traitement



Représentation de la matrice verte après traitement des données SIG

Figure 32 : Résultat de l'application de l'outil Densité de noyau
Source images : SRCE Basse-Normandie

La même méthode a été appliquée pour la matrice bleue : le rayon de recherche a été fixé à 250m, convenant au Triton marbré, espèce emblématique des zones humides et dont la préservation bénéficiera aussi à de nombreuses espèces puisqu'il a une capacité de dispersion plus faible que ses congénères.

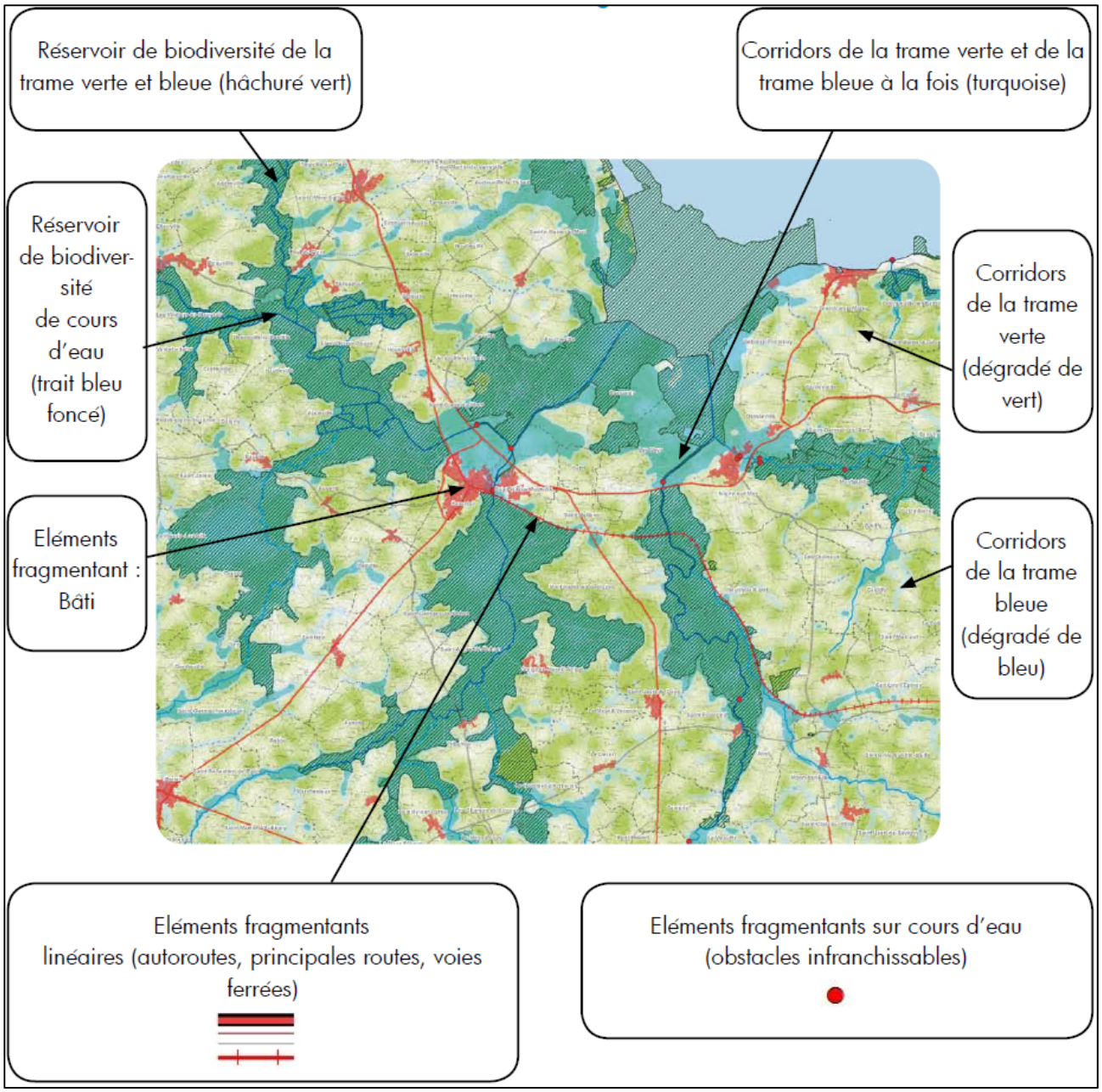


Figure 33 : Extrait de l'atlas cartographique du SRCE de Basse-Normandie représentant les composantes de la trame verte et bleue et les éléments fragmentants

d. Méthodes d'analyses multicritères

Comme présenté dans la partie relative aux réservoirs de biodiversité (cf. 3) Les analyses multicritères de qualité écopaysagère), ces approches sont basées sur une série de critères, appliqués à l'occupation du sol ou à un maillage, et dont la somme permet d'aboutir à une note globale « de fonctionnalité ou de qualité écologique » par polygone ou par maille.

Quatre régions ont utilisé ce type de méthode pour identifier des corridors écologiques :

- Auvergne (voir la méthode décrite en « 3. Les Les analyses multicritères de qualité écopaysagère »)
    - Corridors surfaciques diffus (cf.Figure 34) : Des « territoires ont été identifiés comme présentant à la fois un niveau de potentiel écologique moyen à bon (notation de 3) et une fragmentation très faible voire nulle (notation de 0 à 1). Ce sont ces territoires qui ont été

retenus pour relier les réservoirs entre eux, ces espaces ont été qualifiés de corridors écologiques diffus ».

- Corridors linéaires : « L'analyse multicritères a mis en avant des espaces dans lesquels le potentiel écologique était faible (notations 1 et 2) et le cumul de fragmentation élevé (notations 2 à 5). Dans ces espaces très contraints la fonctionnalité écologique est dégradée. […] C'est pourquoi il faut pouvoir rétablir de la connectivité dans ces espaces, basée sur des espaces restreints qualifiés de corridors écologiques linéaires. » A partir de ces espaces, des corridors linéaires représentant des principes de connexion entre des réservoirs de biodiversité ont été positionnés par des experts locaux.
- Corridors en pas japonais : sur le même principe que les corridors écologiques linéaires continus, des corridors en pas japonais ont été identifiés, uniquement pour la trame thermophile.
- Les corridors écologiques linéaires à préciser : pour les secteurs où sont juxtaposées des notes de potentiel écologique élevé et de fragmentation forte, des corridors linéaires à préciser ont été positionnés au cas par cas.

Même si l'Auvergne couple sa méthode d'identification des corridors avec de la contribution d'expert et du cas par cas, l'analyse multicritère reste la base d'information principale pour la cartographie des corridors.

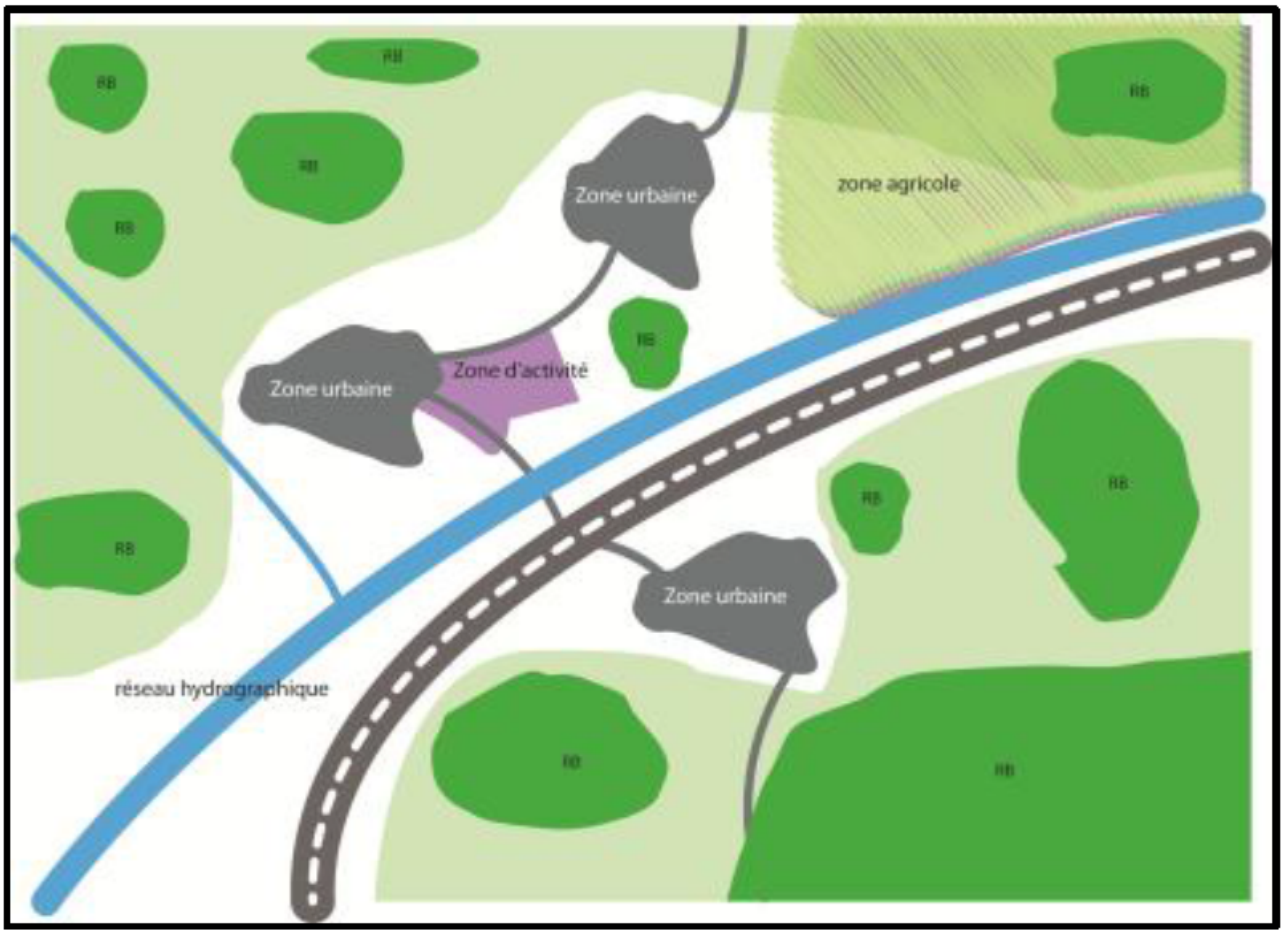


Figure 34 : Territoire fictif représentant les corridors diffus (vert clair) autour des réservoirs de biodiversité
Source : SRCE Auvergne

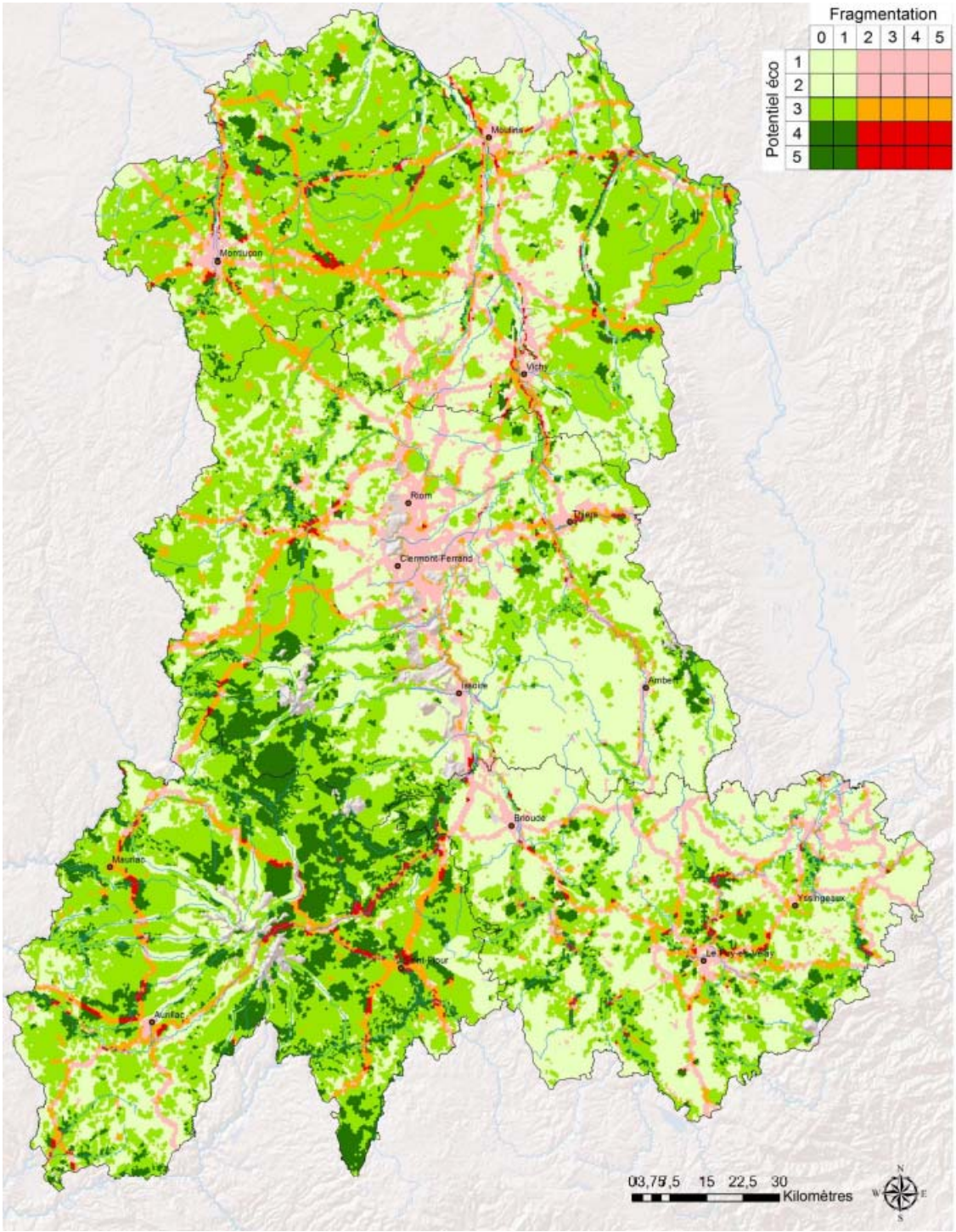


Figure 35 : Compilation des résultats cartographiques de l'analyse multicritères des trois sous-trames forestière, agropastorale et des milieux cultivés en Auvergne

Source : SRCE d'Auvergne

- Languedoc-Roussillon (voir la méthode décrite en « 3. Les analyses multicritères de qualité écopaysagère ») indique dans son SRCE que « les unités retenues pour la détermination de corridors sont celles qui concentrent une forte empreinte humaine noté 4 dans le diagnostic sur au moins 1/6 de leur superficie. ». Ces corridors semblent donc complémentaires à ceux identifiés par la méthode du chemin de moindre coût.

- Pays-de-la-Loire (voir la méthode décrite en « 3) Les analyses multicritères de qualité écopaysagère » et Figure 15) : les mailles de niveau 3 et 4 sont considérées comme corridors écologiques.

- **Bourgogne** : comme expliqué p. 64, sur la base de la méthode de perméabilité des milieux, en croisant les réservoirs de biodiversité et en appliquant un critère de surface (grands ensembles d'au moins 2000 ha), les corridors surfaciques ont pu être déterminés.

2) Méthode d'interprétation visuelle

a. Définition

L'interprétation visuelle fait partie des méthodes communes pour identifier les corridors écologiques. D'après Amsallem *et al.* (2010), les corridors sont identifiés par photo-interprétation à partir de photographies aériennes et/ou de cartes de l'occupation du sol. Cette méthode consiste à définir et tracer « manuellement » les chemins les plus directs permettant de relier deux réservoirs de biodiversité, en modulant le tracé du chemin en fonction de l'occupation du sol.

Au regard de l'échelle de travail et de la grande surface des régions à étudier, elle est parfois considérée comme difficile à appliquer par rapport à des traitements géomatiques automatisant les tracés des corridors.

b. Utilisation dans les SRCE

Huit régions ont eu recours à de l'interprétation visuelle pour la cartographie de corridors écologiques : Alsace, Bourgogne, Bretagne, Champagne-Ardenne, Lorraine, Nord-Pas-de-Calais, Pays-de-la-Loire et Picardie.

Les régions Nord-Pas-de-Calais et Champagne-Ardenne n'ont pas utilisé de méthodes de traitement géomatiques complémentaires (dilatation-érosion, perméabilité des milieux, analyses multicritères). Leurs corridors découlent donc uniquement de cette interprétation visuelle.

La région Alsace a utilisé cette méthode pour cartographier les corridors écologiques d'importance régionale de plaine. Elle repose sur une analyse visuelle des sous-trames sur la base d'une localisation des noyaux de population d'espèces sensibles à la fragmentation et des orthophotoplans à une échelle d'analyse du 1/100 000ème.

Les régions Bourgogne et Lorraine ont utilisé les cartes de perméabilité des milieux pour cartographier visuellement les corridors écologiques linéaires. Ainsi, la méthode de perméabilité des milieux n'a pas eu pour objectif direct de cartographier les corridors linéaires mais a constitué une base essentielle pour l'interprétation visuelle (cf. Figure 30 et Figure 29). La région Bourgogne a identifié des corridors surfaciques (« grands ensembles ») et linéaires assez précis, alors que la région Lorraine a identifié seulement des corridors linéaires, de façon plus grossière pour indiquer des grands principes de connexion.

La région Bretagne a identifié des corridors surfaciques et linéaires par interprétation visuelle lors de groupes de travail. Elles se sont appuyées entre autres sur une analyse de la perméabilité des milieux qui ne correspond pas à la méthode de perméabilité des milieux telle que définie page 62. L'étude de Bretagne a consisté à identifier des grands ensembles perméables à partir d'analyses d'unités paysagères. Elle ne prend pas en considération des capacités de déplacement des espèces à partir de coefficients de friction attribués à chaque occupation du sol. Cette analyse écopaysagère a permis aux personnes consultées d'identifier (cf. Figure 36) :

- 3 corridors surfaciques, appelés corridors-territoires, correspondant à trois grands ensembles de perméabilité au sein desquels les milieux naturels sont très fortement connectés.
- Des corridors écologiques linéaires correspondant à des grands principes de connexion d'intérêt régional. Ils ne sont pas identifiés par sous-trame comme les autres régions. Leur typologie est la suivante :
    - Corridors linéaires correspondant à des connexions entre le littoral et l'intérieur des terres

- Corridors linéaires correspondant à des connexions à l'intérieur des terres d'orientation nord-sud
- Corridors linéaires correspondant à des connexions à l'intérieur des terres d'orientation est-ouest

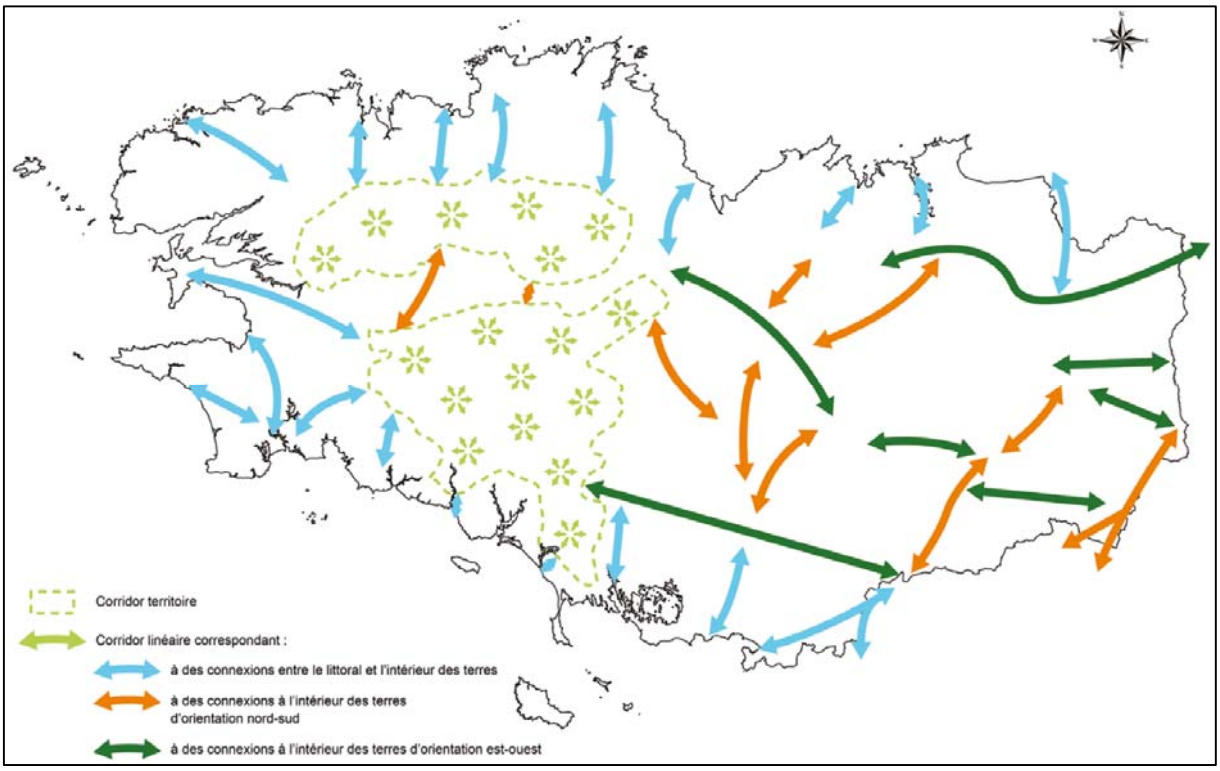


Figure 36 : Carte des corridors écologiques du SRCE de Bretagne

Le SRCE de Champagne-Ardenne précise des éléments méthodologiques concernant l'identification des corridors par interprétation visuelle : cf. Figure 37et Figure 38.

Occupation du sol	Secteurs favorables aux déplacements des espèces de la trame des milieux boisés
fourrage	non
bord de parcelle agricole	**oui**
prairie	**oui**
prairie temporaire	non
vigne	non
verger	**oui**
massif forestier	**oui**
forêt ouverte	**oui**
bois	**oui**
haie	**oui**
lande ligneuse	**oui**
lande et milieu naturel ouvert	**oui**
zone arborée	**oui**
milieu à dominante humide	non
surface en eau	non

Figure 37 : Identification des secteurs favorables aux déplacements des espèces

Ici pour la trame des milieux boisés, par type d'occupation du sol, pour l'identification des corridors par interprétation visuelle en Champagne-Ardenne (Source : SRCE de Champagne-Ardenne)

Occupation du sol	Secteurs favorables aux déplacements des espèces de la trame des milieux ouverts
tissu urbain continu	non
tissu urbain discontinu	non
zone d'activité	non
réseau routier et ferroviaire	non
aérodrome et aéroport	non
espace vert urbain	non
alignement d'arbre	non
carrière	non
grande culture	non
fourrage	non
bord de parcelle agricole	**oui**
prairie	**oui**
prairie temporaire	non
vigne	non
verger	**oui**
massif forestier	non
forêt ouverte	non
bois	non
haie	**oui**
lande ligneuse	**oui**
lande et milieu naturel ouvert	**oui**
zone arborée	non
milieu à dominante humide	non
surface en eau	non

Figure 38 : Identification des secteurs favorables aux déplacements des espèces

Ici pour la trame des milieux ouverts par type d'occupation du sol pour l'identification des corridors par interprétation visuelle en Champagne-Ardenne (Source : SRCE de Champagne-Ardenne)

En complément des corridors issus de son analyse multicritères, la région Pays-de-la-Loire a identifié des corridors par analyse visuelle de cartes lors d'ateliers départementaux.

Enfin, le SRCE de Picardie indique avoir effectué de l'interprétation visuelle pour analyser des situations difficilement modélisables informatiquement et/ou, à l'inverse, facilement identifiables (cas des falaises du littoral picard par exemple). La Figure 39 ci-dessous montre que l'interprétation visuelle a été utilisée pour l'ensemble des sous-trames.

Sous-trames	Méthode utilisée pour identifier les corridors
Arborée	AMS – Dilatation/Erosion - Chemin de moindre coût et identification visuelle (saisie manuelle)
Pelouses calcicoles et calcaro-sabulicoles	Identification visuelle (saisie manuelle)
Herbacé général, prairies et bocage	AMS - Chemin de moindre coût systématique et identification visuelle (saisie manuelle)
Prairies et landes humides et formations marécageuses	Ligne centrale simplifiée sur le lit mineur des cours d'eau navigables et permanents quand le cours d'eau se superpose au cumul des deux AMS des milieux herbacés humides. Identification visuelle
Estran / dunes vives	Identification visuelle
Dunes grises	Identification visuelle
Cordons de galet	Identification visuelle
Falaises	Identification visuelle
Schorre	Identification visuelle
Aquatique	Identification à partir de l'occupation du sol

Figure 39 : Méthode d'identification des corridors écologiques par sous-trame en Picardie
Source : projet de SRCE Picardie

3) Mobilisation de données existantes pour la cartographie des corridors

De nombreuses régions ont souhaité valoriser des données existantes sur leur territoire pour identifier les corridors. Ces données sont de plusieurs natures :

- reprise de corridors identifiés dans des études TVB aux échelles régionale ou intercommunale (SCOT, PNR…),
- zonages visant la protection de milieux et/ou d'espèces,
- données faune, flore et/ou habitats naturels,
- données relatives aux milieux,
- données relatives aux éléments fragmentants,
- …

Ces travaux montrent que l'identification des corridors écologiques ne se limite pas à l'application de traitements géomatiques.

Des données de nature très diverses peuvent s'avérer utiles pour cartographier les corridors écologiques. Au regard de leur nombre important, sont présentées ici les principales mentionnées pour la cartographie des corridors avec des exemples régionaux (non exhaustifs).

a. Reprise de corridors identifiés dans des études TVB précédentes (échelles SCOT ou régionales)

Quatre régions ont indiqué dans leur méthode avoir repris des corridors déjà identifiés par ailleurs.

La région Nord-Pas-de-Calais explique avoir repris dans les grandes lignes les mêmes corridors que ceux qui avaient été définis dans le cadre de la Trame verte et bleue régionale en 2004-2006. Les corridors de falaises ont été conservés en l'état pour le SRCE.

Le SRCE de Rhône-Alpes précise quant à lui : « *Des études sur les corridors existent, ont été validées localement et traduisent les enjeux des territoires : ces corridors, potentiels ou avérés, issus de démarches existantes ont été intégrés à la cartographie de diagnostic du SRCE.* » Il a repris des corridors identifiés à différentes échelles :

- Régionale : RERA,
- Territoriale : études TVB réalisées dans la perspective de DTA,
- Départementale : REDI (Réseau écologique du département de l'Isère), Savoie, Haute-Savoie,
- Intercommunale : contrats de territoire corridor biologique (et/ou études préalables),
- PNR : reprise en partie de leurs résultats dans la carte de diagnostic,
- Parc national des Ecrins : reprise des principaux liens inter-massifs,
- SCOT : nombreux SCOT consultés.

Concernant l'Alsace, elle a repris des corridors identifiés dans des SCOT lorsque l'information était disponible et a actualisé au cas par cas des corridors identifiés dans le schéma régional de la trame verte et bleue de 2003-2009.

La région Centre a analysé les corridors identifiés dans des Pays, PNR et SCOT sans toutefois les reprendre « *in extenso* ». Les tracés de ces axes dans le SRCE ont été calés sur ceux qui avaient été définis à l'échelle locale de manière plus précise et souvent confirmés par des experts locaux.

Enfin, il est très probable que d'autres régions aient pris en compte des corridors déjà identifiés dans des études TVB locales, à travers les réunions de concertation, notamment les ateliers thématiques et territoriaux. En effet, la mobilisation de l'ensemble des acteurs territoriaux concernés a aussi pour objectif d'identifier ou de préciser des corridors ou des principes de connexion dont ils auraient déjà connaissance via l'élaboration de TVB locales antérieures au SRCE.

b. Utilisation de zonages pour l'identification de corridors

Deux régions, Picardie et Aquitaine, ont utilisé des zonages pour caractériser des corridors. Pour ces deux régions, ces corridors concernent principalement les milieux humides.

Pour identifier les continuités « humides », la région Picardie a utilisé les Zones à Dominantes Humides (ZDH) couplées à des données confirmant le caractère humide de ces ZDH (présence de cours d'eau, plan d'eau, berges et ripisylves associées…).

La région Aquitaine a également utilisé des zonages pour préciser les corridors :

- « Un grand nombre de corridors s'appuie sur le réseau hydrographique. Les sites Natura 2000 non retenus en tant que réservoirs de biodiversité ont été ajoutés comme corridors écologiques dans la sous-trame « Milieux humides »,
- pour toutes les sous-trames : « les ZNIEFF modernisées, les sites Natura 2000 linéaires (essentiellement des cours d'eau avec des milieux humides adjacents) dont la forme a conduit à les retenir à l'échelle régionale comme corridors et non comme réservoirs de biodiversité ».

c. Données relatives à la faune, la flore et les habitats naturels

Cinq régions ont indiqué avoir utilisé des données de présence de la faune, de la flore et/ou des habitats naturels.

Tableau 13 : Régions ayant indiqué avoir utilisé des données de présence de faune, de flore et/ou d'habitats naturels.

Nom des régions	Données faune	Données flore	Données habitats naturels	Précisions
Aquitaine	X		X	Pie-grièche écorcheur : données de présence/absence utilisées pour réaliser des cartes de répartition au sein des sous-trames « Milieux ouverts et semi-ouverts » et « Systèmes bocagers ». Milieux humides et cours d'eau : inventaires zones humides et ripisylves (données CEN Aquitaine – actualisation à fin 2012), zones à dominante humide (données EPIDOR), points de présence de la Cistude d'Europe (données Cistude Nature) Milieux ouverts et semi-ouverts : inventaires pelouses sèches (données CEN Aquitaine - actualisation à fin 2012), points de présence du Lézard ocellé (données Cistude Nature)
Centre		X		« Le CBNBP a réalisé des cartographies de potentialité de présence des habitats rattachés à chaque sous-trame. Ce travail a été effectué sur la base d'un important jeu de données sur la flore de la région Centre (BD FLORA). Les secteurs identifiés par le CBNBP comme fortement propices au développement des habitats de chaque sous-trames constituent dans le modèle des zones privilégiées pour le passage des corridors. »
Haute-Normandie			X	« Zones humides identifiées par les critères pédologiques »
Pays-de-la-Loire		X		Milieux ouverts particuliers : Données de présence flore du Conservatoire Botanique national de Brest
Picardie	X			« Calage des modèles en fonction des données disponibles sur la répartition des espèces et les axes de dispersion connus jusqu'à obtenir une cartographie du continuum rendant compte de la répartition réelle des espèces composant la guilde (papillons, chauves-souris, amphibiens…) »

D'autres régions ont pu utiliser des informations relatives aux traits de vie des espèces comme les distances maximales de déplacements, ou les types de milieux traversés pour modéliser les corridors (cf. page 62).

L'utilisation de données relatives aux déplacements des espèces est récurrente. Ces données sont généralement issues d'études antérieures portant sur la circulation de certaines espèces ciblées ou signalées lors de réunions de concertation :

- axes de passage préférentiels du Cerf dans le massif vosgien et liaisons entre réservoirs de biodiversité pour le Grand Tétras en Alsace,

- zones de passages et points de collisions connus, en Auvergne, ou pour les grands mammifères en Ile-de-France,

- passages possibles au niveau des ouvrages de franchissement des grandes infrastructures, Ile-de-France

- …

d. Données relatives aux milieux

Des données relatives aux milieux sont utilisées pour ajuster la cartographie des corridors écologiques :

- Données de l'IFN relatives à la forêt en Aquitaine (pas de précision complémentaire disponible),

- Données relatives aux forêts domaniales comprises dans la sylvo éco-région Dunes Atlantiques pour les boisements dunaires, Aquitaine,

- Cartes de Cassini en Pays-de-la-Loire,

- Secteurs de prairies, issues de données RPG pour Aquitaine et Basse-Normandie,

- Densité de prairies en région Centre, Ile-de-France,

- Densité de haies en Midi-Pyrénées et Centre, Ile-de-France,

- Proximité avec un réseau de bocage dense (connectivité) en Pays-de-la-Loire,

- Hétérogénéité du paysage en Midi-Pyrénées,

- Vallées côtières et secondaires en Haute-Normandie.

e. Données relatives aux éléments fragmentants

Enfin, des données relatives aux éléments fragmentants et donc en lien avec les capacités des déplacements des espèces ont été utilisées, par exemple :

- Les perturbations liées à la proximité du bâti, Centre,

- Les propriétés closes en contexte forestier en Ile-de-France,

- Présence ou proximité d'infrastructures linéaires, Midi-Pyrénées.

4) Cartographie de corridors au cas par cas

Les analyses de corridors au cas par cas sont peu courantes dans les SRCE au regard de l'échelle de travail. Néanmoins, pour certains types de corridors ou secteurs particuliers, on retrouve cette méthode au cas par cas.

Comme précisé en page 69, suite à son analyse multicritères, la région Auvergne a positionné des corridors linéaires à préciser au cas par cas « dans des secteurs d'intérêt écologique en périphérie de zones urbaines denses ou d'infrastructures majeures de déplacement ». Ces corridors visent à « attirer l'attention sur un point de blocage dû à une infrastructure routière sur laquelle la transparence devra être étudiée, et le cas échéant améliorée ». Enfin, d'autres sont issus du signalement de zones de collisions lors de réunions de concertation locale.

Le SRCE de Champagne-Ardenne indique qu'en dehors des cours d'eau de la trame des milieux aquatiques, certains corridors de la trame des milieux humides ont été tracés au cas par cas, en présence d'une occupation du sol favorable aux espèces de la trame des milieux humides, qui relie deux réservoirs de biodiversité.

En Picardie, des corridors ont été positionnés au cas par cas pour les corridors à chauve-souris et les corridors valléens multitrames (corridors globalement fonctionnels pour 3 sous-trames : aquatique, herbacée, boisée).

Les autres régions ont pu également identifier des corridors au cas par cas, notamment par leur signalement lors de la concertation et de la consultation des experts.

5) Vérification de terrain

La région Poitou-Charentes a mandaté un bureau d'études pour évaluer le niveau de fiabilité des travaux réalisés à l'aide de vérifications de terrain.

Le SRCE indique que « le travail a porté sur trois secteurs, choisis du fait de leur représentativité en termes de réservoirs de biodiversité et de corridors et de leur niveau d'enjeux :

- analyse des réservoirs biologiques de bocage secteur Sud-Ouest Vienne/Sud-Est Deux-Sèvres,
- examen des corridors multi-trames du Sud-Ouest Vienne/Sud-Est Deux-Sèvres au Nord-Charente,
- exploration des continuités écologiques autour de l'axe Poitiers- Châtellerault.

Cette analyse de terrain a fait ressortir trois points essentiels :

1 - une prise en compte insuffisante des éléments boisés favorables aux déplacements des espèces au sein des continuités écologiques bocagères. Ce constat a conduit à compléter les résultats de la modélisation en intégrant aux continuités écologiques bocagères identifiées les éléments forestiers favorables.

2 - des imprécisions en matière de délimitation graphique des réservoirs de biodiversité, notamment constitutifs du bocage, dont le tracé obtenu par modélisation résiste mal à l'examen à petite échelle.

3 - des imprécisions en matière de tracé des corridors potentiels, et la présence de zones de conflits potentiels, au-delà de celles qui figurent sur l'Atlas cartographique du SRCE.

Ces deux éléments, relevés à une échelle d'analyse variant entre le 1/25.000 (à partir de référentiel SIG SCAN, orthophoto) et le 1/5000 (terrain), confirment l'échelle de validité théorique de l'Atlas (identique à l'échelle de travail retenue du 100 000ème).

Ces constats de terrain confirment la nécessité, notamment aux échelles comparables à celles des études que devront conduire les collectivités pour décliner leur propre TVB, de ne pas reprendre tels quels les éléments cartographique du SRCE pour faire ces déclinaisons locales, mais bien de compléter / réajuster le travail par des inventaires complémentaires et des investigations de terrain adaptés ».

Cette étude démontre que la vérification de terrain avec un système d'échantillonnage sur le territoire et portant sur différents éléments de la TVB apporte des informations pertinentes permettant d'ajuster et d'affiner la méthode d'identification des continuités écologiques.

6) Synthèse des méthodes utilisées

Le Tableau 14 présente les méthodes et données utilisées dans les SRCE pour la cartographie des corridors écologiques. Ce tableau révèle une grande richesse de méthodes et de données.

La région Picardie a utilisé 4 méthodes différentes de cartographie, mobilisé des données existantes et tracé des corridors au cas par cas. Les régions Alsace, Centre, Ile-de-France ont mobilisé 3 types de méthodes ainsi que diverses données. Ces exemples montrent que les méthodes ne sont pas à opposer entre elles mais bien au contraire complémentaires. La diversité de ces méthodes provient entre autre de la recherche de données, de méthodes ou de combinaison de méthodes les plus adéquates pour chaque sous-trame étudiée (Exemple Figure 40). Les processus importants de concertation ont également contribué à cette richesse.

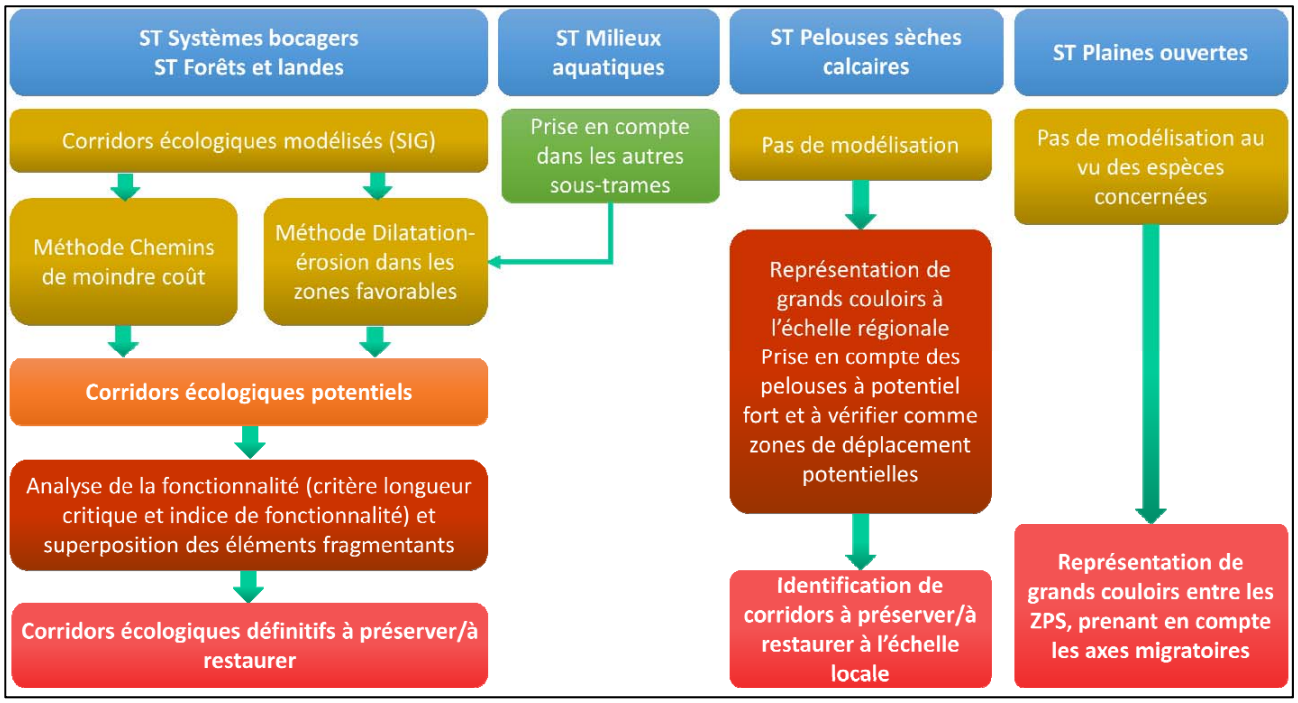


Figure 40 : Schéma récapitulatif des méthodes utilisées pour l'identification des corridors écologiques dans le SRCE du Poitou-Charentes

Sept régions ont utilisé un type de méthode, mais ont complété leurs corridors en utilisant d'autres données existantes et/ou en identifiant des corridors complémentaires au cas par cas.

La méthode la plus utilisée, par 10 régions, est la méthode de modélisation des chemins de moindre coût. En effet, elle engendre un gain de temps important puisqu'elle trace automatiquement les corridors entre deux réservoirs de biodiversité. Ainsi, le cadre législatif indiquant que les réservoirs de biodiversité doivent être reliés entre eux est respecté. Cependant, il ne peut tracer que des corridors linéaires, ce qu'un certain nombre de régions ont considéré peu adapté pour des grands ensembles peu ou pas fragmentés, très perméables, mais n'ayant pas les critères requis pour être retenus au titre des réservoirs de biodiversité. C'est pourquoi les méthodes de tracé des espaces de perméabilité des milieux ont été beaucoup utilisés (par 8 régions), dont 2 comme base de diagnostic pour y effectuer ensuite de l'interprétation visuelle.

Au total, ce sont 15 régions qui ont utilisé le principe de perméabilité des milieux pour l'identification de leurs corridors, que ce soit pour tracer des corridors linéaires, surfaciques, ou pour obtenir une base de diagnostic permettant d'identifier des corridors par d'autres méthodes.

Les méthodes de dilatation-érosion et d'interprétation visuelle ne sont pas en reste puisque pour chacune d'elles, 8 régions les ont utilisées.

Les analyses multi-critères, utilisées par 4 régions ont également l'avantage d'être bien adaptées pour la prise en compte des grands ensembles perméables et la cartographie de corridors surfaciques. De plus, elles sont complètement adaptables selon les approches souhaitées, les types données disponibles, leur format, leur niveau de précision…, quels que soient les milieux.

Les analyses qui ont découlé des vérifications de terrain ont permis de confirmer leur grand intérêt dans le calage de la méthode de cartographie des corridors.

Ces méthodes d'analyse multicritères et la méthode de densité de noyau sont plutôt novatrices à l'échelle régionale pour les corridors.

D’après cette analyse des méthodes de cartographie des corridors, aucune ne se dégage significativement par rapport à d’autres. Seul le principe de perméabilité des milieux est davantage utilisé.

Enfin, certaines sous-trames n’ont pas de corridors. Il s’agit de milieux dont il n’a pas été jugé pertinent de définir des corridors entre les réservoirs de biodiversité. Voici quelques exemples de sous-trames n’ayant que des réservoirs de biodiversité :

- Milieux côtiers, milieux rocheux d’altitude (Aquitaine),

- Milieux subalpins et thermophiles (Auvergne),

- Bocage (Centre : car trop peu de réservoirs de biodiversité), (Limousin : car le bocage est déjà un réseau),

- Espaces cultivés (Centre), grandes cultures (Ile-de-France), milieux cultivés (Midi-Pyrénées),

- Gîtes à chauve-souris (Centre),

- Milieux souterrains (Franche-Comté),

- Zones humides (Midi-Pyrénées).

Tableau 14 : Récapitulatif les méthodes et données utilisées pour la cartographie des corridors écologiques dans les SRCE

Région	Interpréta-tion visuelle	Dilatation-érosion	Perméabilité des milieux		Densité de noyau	Analyse multi-critères	Vérification terrain	Données existantes *					Corridors au cas par cas*
			Espaces de perméabilité	Chemins moindre coût				Reprise de corridors*	Zonages*	Faune, flore, habitats naturels*	Milieux*	Eléments fragmen-tants*	
Alsace	X	X	X					X		X			
Aquitaine				X					X	X	X		
Auvergne						X				X			X
Basse-Normandie					X						X		
Bourgogne	X		X			X							
Bretagne	X												
Centre		X	X	X				X		X		X	
Champagne-Ardenne	X												X
Franche-Comté		X		X									
Haute-Normandie		X		X						X	X		
Île-de-France		X	X	X						X	X	X	
Languedoc-Roussillon				X		X							
Limousin		X		X									
Lorraine	X		X										
Midi-Pyrénées				X							X	X	
Nord-Pas-de-Calais	X							X					
PACA			X										
Pays-de-la-Loire	X					X				X	X		
Picardie	X	X	X	X					X	X			X
Poitou-Charentes		X		X			X						
Rhône-Alpes			X					X					
TOTAL	8	8	8	10	1	4	1	4	2	8	6	3	3

***** Non exhaustif

7) La place du dire d'expert dans l'identification des corridors écologiques

De même que pour les réservoirs de biodiversité, du dire d'expert est intervenu à un moment ou à un autre dans le processus d'identification des corridors écologiques, dans au moins 16 régions. Ces experts ont été sollicités en réponse aux mêmes grands objectifs :

- Elaborer, calibrer et valider la méthode de cartographie. En Haute-Normandie par exemple, les acteurs locaux et les naturalistes ont été mobilisés très en amont : chaque expert associé a d'abord alimenté, par espèce de cohérence, une fiche récapitulant les éléments indispensables à l'identification des corridors (milieux utilisés, déplacements, éléments fragmentants...). Ensuite la méthode a fait l'objet d'échanges et ajustements en groupe de travail,

- Vérifier et préciser la cartographie : ajout, modification des tracés, suppression de corridors écologiques. Par exemple, en Bretagne, 120 personnes ont participé à des ateliers préparatoires pour identifier et représenter, au regard de leur connaissance du territoire, les grandes connexions écologiques sur des cartes. En Lorraine, des corrections manuelles ont été réalisées sur avis d'expert, notamment pour relier des territoires géographiques, pour pallier aux limites de la modélisation, ou pour supprimer certains points singuliers.

L'expertise d'une grande diversité des acteurs impliqués dans la concertation a été mobilisée, notamment celle des membres du CSRPN, des naturalistes, des chasseurs, des forestiers, des agriculteurs, des agents des collectivités…

Pour conclure, le processus de concertation a permis d'améliorer significativement la connaissance de la fonctionnalité du territoire et de ses continuités écologiques. Si la mobilisation d'experts n'est pas explicitement décrite dans tous les SRCE (au moins 16 régions la mentionnent pour la cartographie des corridors), la procédure de concertation telle qu'elle a été prévue dans le cadre législatif la favorisant fortement, il est probable que les experts aient été mobilisés dans l'ensemble des régions de France.

QUELS AUTRES ESPACES AU-DELA DES RESERVOIRS ET DES CORRIDORS ?

Rédacteurs : Romain Sordello et Lucille Billon

En plus des réservoirs et des corridors, les régions ont, dans la plupart des cas, complété leur carte de Trame verte et bleue par d'autres espaces. On retrouve en effet des démarches multiples allant de l'affichage simple de l'occupation du sol jusqu'à l'identification d'éléments particuliers dont le rôle est proche des réservoirs/corridors.

I. LES DEMARCHES CONCERNANT LES ELEMENTS DU FOND CARTOGRAPHIQUE

Indépendamment du fond de carte conventionnel (éléments de repérage telles que les villes et limites administratives, SCAN IGN, …), certaines régions ont fait figurer en fond de carte des données brutes (occupation du sol) ou élaborées (dégradés de perméabilité) à titre indicatif.

A. Occupation du sol

Certaines régions ont représenté l'occupation du sol en fond de carte de leur atlas cartographique.
On note dans ce cas 13 régions : Al, Aq, Au, Ce, FC, IDF, Li, MP, NPDC, PACA, Pi, PC, RA. Il s'agit de données exposées sans réinterprétation ni traitement, à titre informatif. Il peut s'agir d'éléments surfaciques montrant la répartition des postes d'occupation du sol (souvent regroupés en grands types) ou aussi d'éléments linaires, notamment pour représenter le réseau hydrographique (cours d'eau non retenus dans la Trame bleue). Dans les légendes, ces éléments sont généralement regroupés sous les termes « Occupation du sol » ou « Autres éléments ». N'ont pas été notés ici les éléments représentés pour leur caractère fragmentant (qui ont donc une autre finalité et sont généralement regroupés dans une autre catégorie de la légende).
En Limousin, l'occupation du sol n'est affichée qu'à l'extérieur de la région. A l'intérieur de la région, seuls les milieux concernés par la sous-trame sont affichés sous le nom de « milieux supports »

Tableau 15 : Fond de carte des atlas de SRCE par région

Région	Dénomination	Postes affichés
Alsace	Autres éléments	Milieux naturels et semi-naturels Zones agricoles Zones urbanisées Autres cours d'eau et canaux
Aquitaine	Autres éléments	Les zones urbanisées (supérieures à 5 ha) Autres cours d'eau (hors Trame bleue)
Auvergne	Autres	Zones urbanisées denses
Basse-Normandie	Néant	
Bourgogne	Néant	
Bretagne	Néant	
Centre	Aucun	Autres cours d'eau
Champagne-Ardenne	Néant	
Franche-Comté	Trame bleue	Réseau hydrographique
Haute-Normandie	Néant	
Ile-de-France	Occupation du sol	Boisements Formations herbacées Cultures Plans d'eau et bassins Carrières, ISD et terrains nus Tissu urbain
Languedoc-Roussillon	Néant	
Limousin	Corine Land Cover (2006)	Territoire artificialisé Territoire agricole Forêt et milieu semi-naturel Zone humide Surface en eau + Milieux supports

Lorraine	Néant	
Midi-Pyrénées	Aucun	Zones urbanisées
Nord-Pas-de-Calais	Occupation du sol	Espaces artificialisés Cultures Prairies Espaces semi-naturels Réseau hydrographique
PACA	Occupation du sol	Espace naturel Espace agricole Espace artificialisé Cours d'eau Espace de fonctionnalité des cours d'eau
Pays-de-la-loire	Néant	
Picardie	Indication de l'occupation du sol	Arborée Herbacée dont complexes prairiaux Terre labourable cultivée Urbaine Autre
Poitou-Charentes	Autres éléments	Zones urbanisées Zones agricoles Zones forestières Surfaces en eau
Rhône-Alpes	Le fond cartographique	Principaux secteurs urbanisés et artificialisés, localisés à titre indicatif (Corine Land Cover, 2006) Plans d'eau Cours d'eau permanents et intermittents, canaux

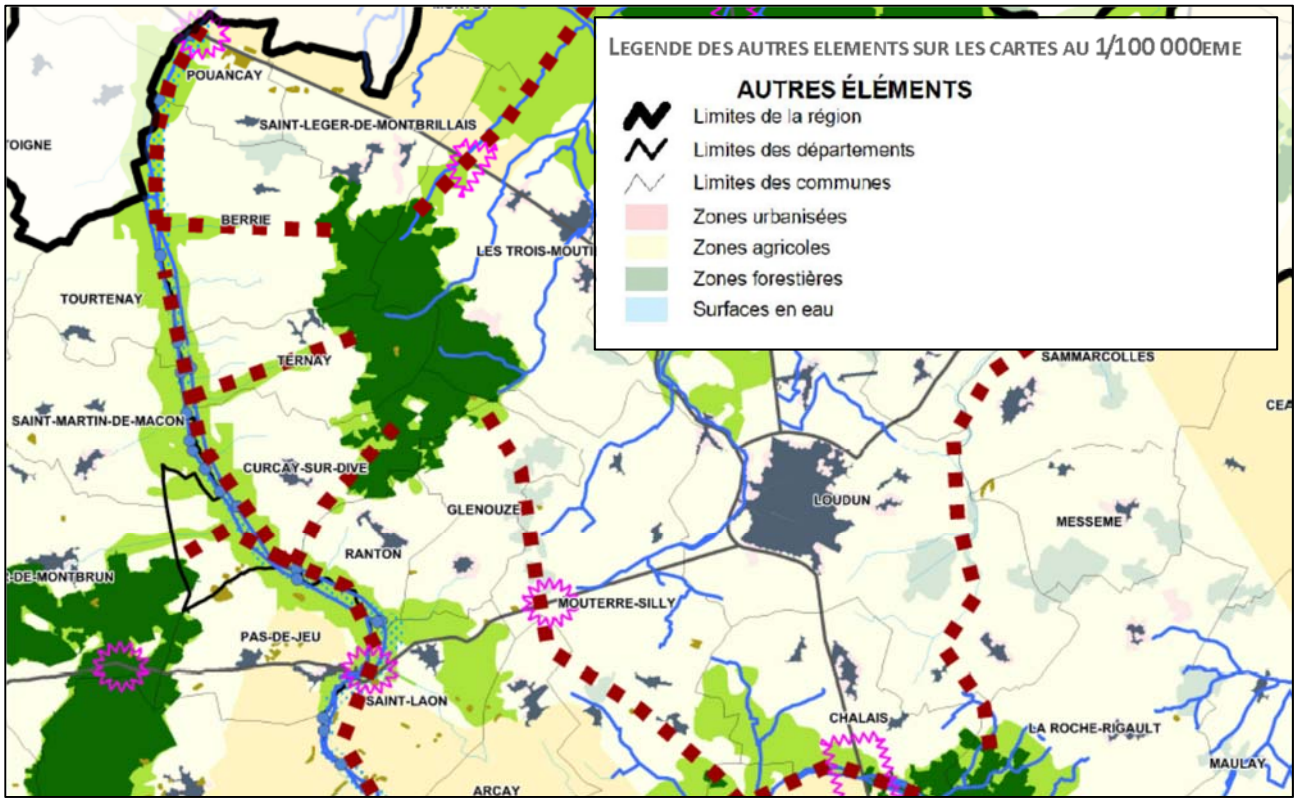


Figure 41 : Extrait de l'atlas cartographique de Poitou-Charentes où l'occupation du sol (par grandes zones) est figurée en fond de carte, au titre « d'autres éléments »

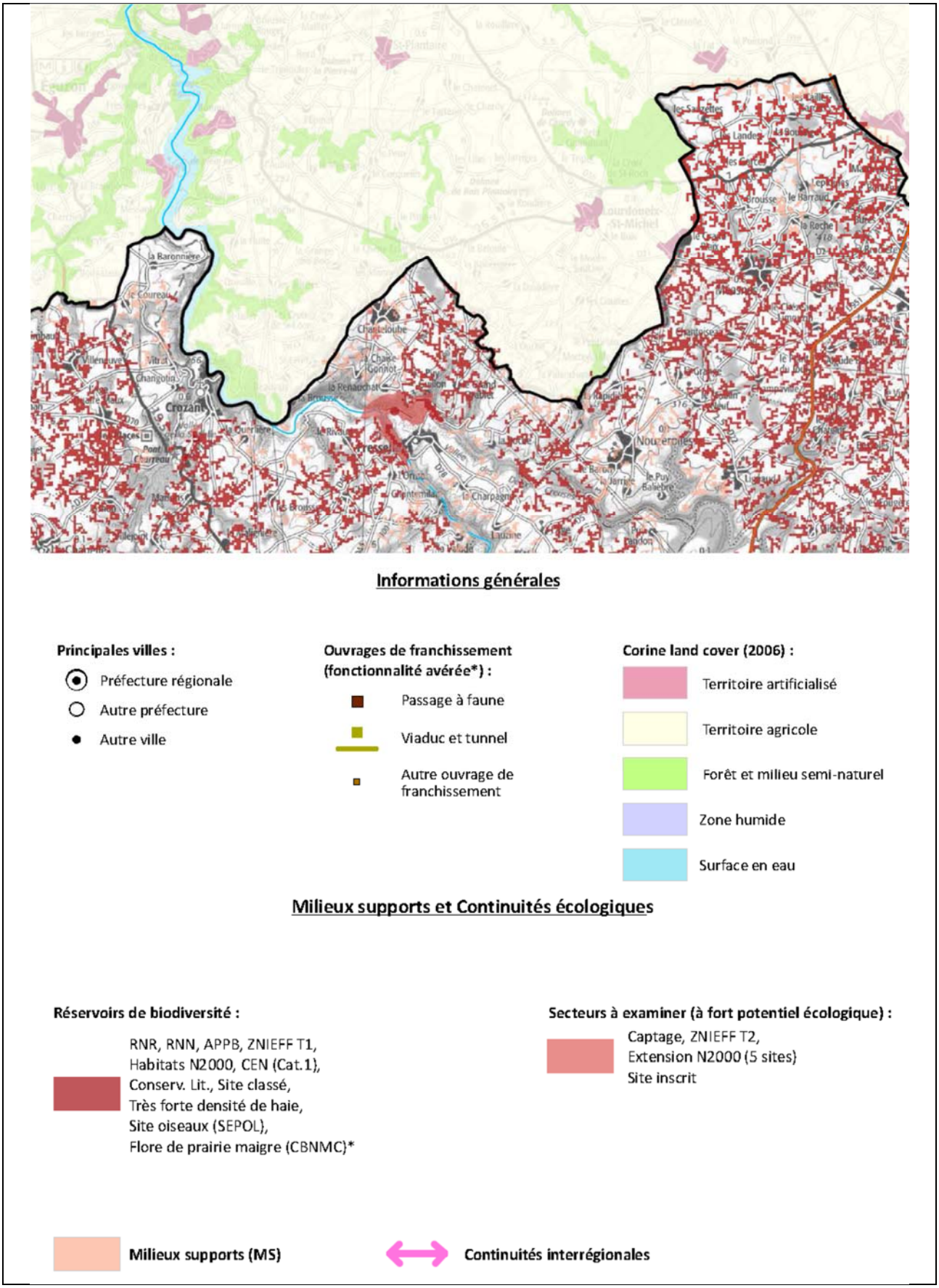


Figure 42 : Extrait de l'atlas cartographique de Limousin où l'occupation du sol est figurée à l'extérieur de la région et les milieux supports (ici bocagers) sont représentés à l'intérieur de la région (couleur saumon)

B. Perméabilité du territoire

Certaines régions ont fait figurer en fond de carte, à titre indicatif, un dégradé renseignant sur le **niveau de perméabilité/connectivité/fonctionnalité du territoire**.
On retrouve cette démarche dans **4 régions** : en Bretagne (Espaces contribuant au fonctionnement des continuités écologiques), Centre (Fonctionnalité, pour la sous-trame des bocages uniquement), Limousin (Perméabilité, pour la sous-trame des milieux boisés uniquement), Midi-Pyrénées (Perméabilité du milieu).

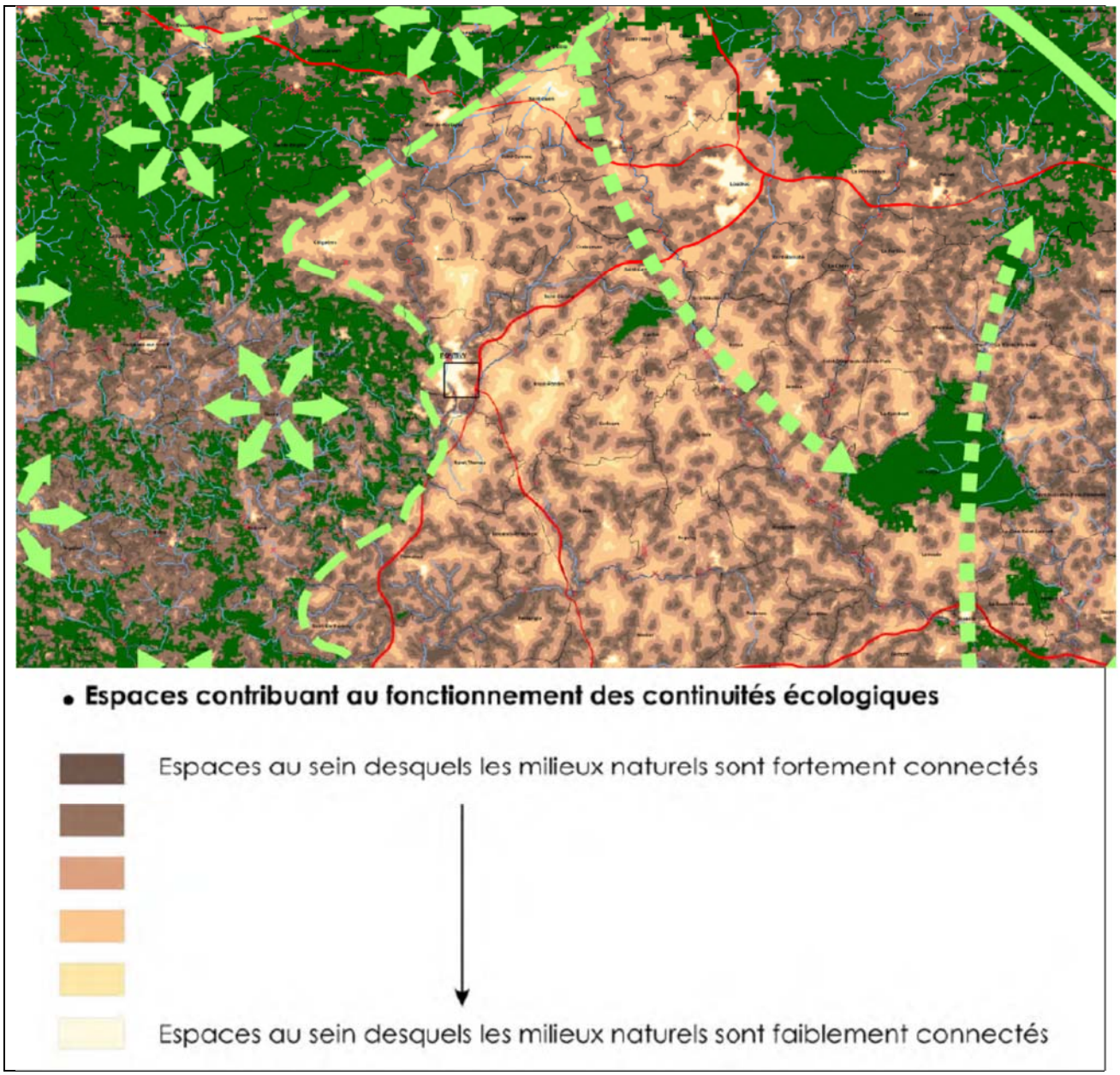


Figure 43 : Extrait de la carte des réservoirs et corridors de Bretagne où le degré de connexion des milieux naturels est renseigné en dégradé sur le fond de carte

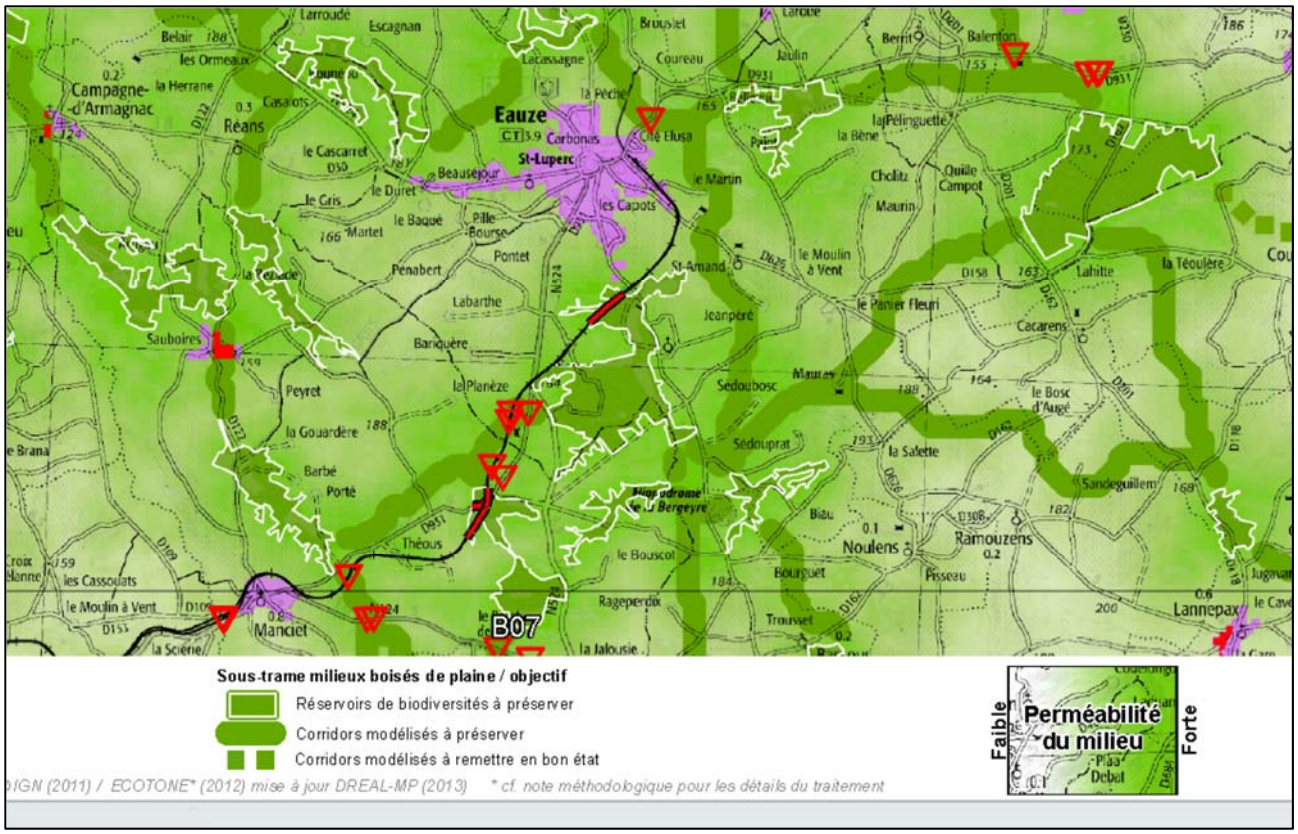


Figure 44 : Extrait de l'atlas cartographique de Midi-Pyrénées (Sous-trame des milieux boisés de plaines) où la perméabilité du milieu est renseignée en dégradé sur le fond de carte

II. LA DELIMITATION D'ELEMENTS PARTICULIERS

Le tableau brut présente les différents espaces et éléments identifiés par les régions, qui ne sont pas véritablement du fond cartographique mais ne sont pas pour autant inclus dans la trame verte et bleue en tant que telle.

En tout, 9 régions (BN, Bo, Br, IDF, Li, Lo, NPDL, PC, RA) ont identifié dans leur atlas cartographique ce genre d'éléments.

Ces espaces peuvent avoir trois grandes finalités :

- Indiquer, dans certaines zones particulières, la qualité de la matrice, en termes de présence ou de densité de milieux d'une part ou perméabilité globale d'autre part,

- Identifier des éléments jouant un rôle proche de ceux des corridors ou des réservoirs sans pour autant être sélectionnés comme tels,

- Identifier des secteurs dans le but d'y développer des actions.

Tableau 16 : Récapitulatif des éléments particuliers délimités dans l'atlas cartographique des SRCE

Région	Intitulé(s) des espaces	Figure sur quelle carte	Milieu/Sous-trame concernée	Mode de représentation
Alsace	Néant			
Aquitaine	Néant			
Auvergne	Néant			
Basse-Normandie	Secteurs de préservation ou de reconquête des continuités écologiques	Cartes des actions prioritaires	Matrice verte	Surfaciques hachurés violets
Basse-Normandie	Secteurs à biodiversité de plaine	Carte des composantes	Milieux agricoles de la matrice verte	Surfaciques jaunes
Bourgogne	Zone à prospecter: réservoir potentiel	Carte des éléments et des objectifs de la sous-trame pelouses sèche Carte des éléments et des objectifs de la sous-trame plan d'eau et zones humides	Pelouses sèches Plan d'eau et zones humides	surfacique vert
Bourgogne	Continuum	Carte des éléments de la TVB régionale et des objectifs assignés aux éléments de la TVB	Toutes les sous-trames sauf les cours d'eau	surfacique, quadrillage violet
Bretagne	Niveau de connexion des milieux naturels	Carte des RB/Corridors	Terrestres	Surfaciques marrons à jaunes clairs en fonction du niveau de connexion (marron => fort ; jaune => faible)
Bretagne	Grands ensembles de perméabilité	Carte des Objectifs	Terrestres	Surfaciques vert connexion très élevée ou élevée), jaune (connexion faible) ou orange (très faible connexion)
Centre	Fonctionnalité	Carte des composantes de la sous-trame des bocages et autres structures ligneuses linéaires	Sous-trame des bocages et autres structures ligneuses linéaires	Surfaciques jaunes à vert en fonction du niveau de fonctionnalité (vert => forte ; jaune => faible)
Champagne-Ardenne	Néant			
Franche-Comté	Néant			
Haute-Normandie	Néant			

Ile-de-France	Mosaïque agricole	Carte des objectifs	Milieux agricoles	Surfacique jaune
Ile-de-France	Secteur de concentration de mares et mouillères	Carte des objectifs	Milieux humides	Surfacique bleu
Ile-de-France	Autres connexions multitrames	Carte de la TVB des départements de Paris et de la Petite Couronne + Carte des objectifs de la TVB		Figuré ponctuel violet "C"
Ile-de-France	Connexion entre les forêts et les corridors alluviaux	Carte de la TVB des départements de Paris et de la Petite Couronne + Carte des objectifs de la TVB		Figuré ponctuel violet "F"
Ile-de-France	Liaisons reconnues pour leur intérêt écologique en contexte urbain	Carte de la TVB des départements de Paris et de la Petite Couronne		Linéaire vert clair pointillé vert foncé
Ile-de-France	Lisières agricoles des boisements de plus de 100 ha situés sur les principaux corridors arborés	Carte des objectifs	Milieux agricoles	Figuré ponctuel jaune
Ile-de-France	Les autres secteurs reconnus pour leur intérêt écologique en contexte urbain	Carte de la TVB des départements de Paris et de la Petite Couronne		Surfacique hachuré rouge
Languedoc-Roussillon	Néant			
Limousin	Secteurs à examiner (à fort potentiel écologique)	Carte des composantes de la sous-trame Milieux aquatiques	Milieux aquatiques	Surfacique ou linéaire bleu
Limousin	Secteurs à examiner (à fort potentiel écologique)	Carte des composantes de la sous-trame Milieux bocagers	Milieux bocagers	Surfacique rouge
Limousin	Secteurs à examiner (à fort potentiel écologique)	Carte des composantes de la sous-trame Milieux boisés	Milieux boisés	Surfacique vert
Limousin	Secteurs à examiner (à fort potentiel écologique)	Carte des composantes de la sous-trame Milieux humides	Milieux humides	Surfacique rose
Limousin	Secteurs à examiner (à fort potentiel écologique)	Carte des composantes de la sous-trame Milieux secs et/ou thermophiles et/ou rocheux	Milieux secs et/ou thermophiles et/ou rocheux	Surfacique orange
Limousin	Perméabilité	Carte des composantes de la sous-trame Milieux boisés	Milieux boisés	Surfacique dégradé rouge à orange en fonction du niveau de perméabilité (rouge => fort ; orange => faible)

Lorraine	Zones de forte perméabilité	Carte des éléments de la TVB régionale + Carte des objectifs assignés aux éléments de la TVB régionale	Toutes, pas de distinction selon les sous-trames	surfacique beige
Midi-Pyrénées	Perméabilité du milieu	Cartes des éléments et des objectifs des différentes sous-trames	5 sous-trames terrestres du SRCE : Milieux boisés de plaine, Milieu boisés d'altitude, Milieux ouverts et semi-ouverts de plaine, Milieux ouverts et semi-ouverts d'altitude, Milieux rocheux.	Dégradé de blanc à vert en fonction du niveau de perméabilité (Peu perméable => blanc ; Très perméable => vert)
Nord-Pas-de-Calais	Espaces à renaturer	Cartes des continuités écologiques et des espaces à renaturer	Zones humides, bocages, forêts, bandes boisées ou enherbées, côteaux calcaires, autres milieux, fluviaux	Hachuré
Pays-de-la-loire	Néant			
Picardie	Néant			
Poitou-Charentes	Secteurs à enjeux pour assurer les continuités biologiques des vallées (tracé indicatif)			Linéaire pointillé orange
Rhône-Alpes	Grands espaces agricoles	Carte des éléments de la TVB régionale et des objectifs assignés aux éléments de la TVB	Milieux agricoles	surfacique, jaune pâle
Rhône-Alpes	Espaces perméables	Carte des éléments de la TVB régionale et des objectifs assignés aux éléments de la TVB	Terrestres Milieux aquatiques	surfacique, marron foncé si perméabilité forte et marron claire si perméabilité moyenne

N.B. : Les couleurs des régions ont pour simple but de faciliter leur distinction dans le tableau

A. Indiquer la qualité de la matrice, en termes de densité de milieux ou de perméabilité, dans certaines zones particulières

On retrouve ainsi :

1- Des enveloppes identifiées pour certains milieux uniquement - agricoles notamment - comme en Basse-Normandie (Secteurs à biodiversité de plaine), Île-de-France (Mosaïque agricole + Secteur de concentration de mares et mouillères) et Rhône-Alpes (Grands espaces agricoles). Ici nous sommes proches de la démarche d'occupation du sol exposée précédemment mais en revanche il s'agit d'espaces délimités et qui ont nécessité un traitement de la part de la région (densité d'éléments, qualité). Ainsi, on peut retrouver les deux approches dans une même carte, comme c'est le cas en Île-de-France qui affiche à la fois l'occupation du sol brute et des zones délimitées particulières.

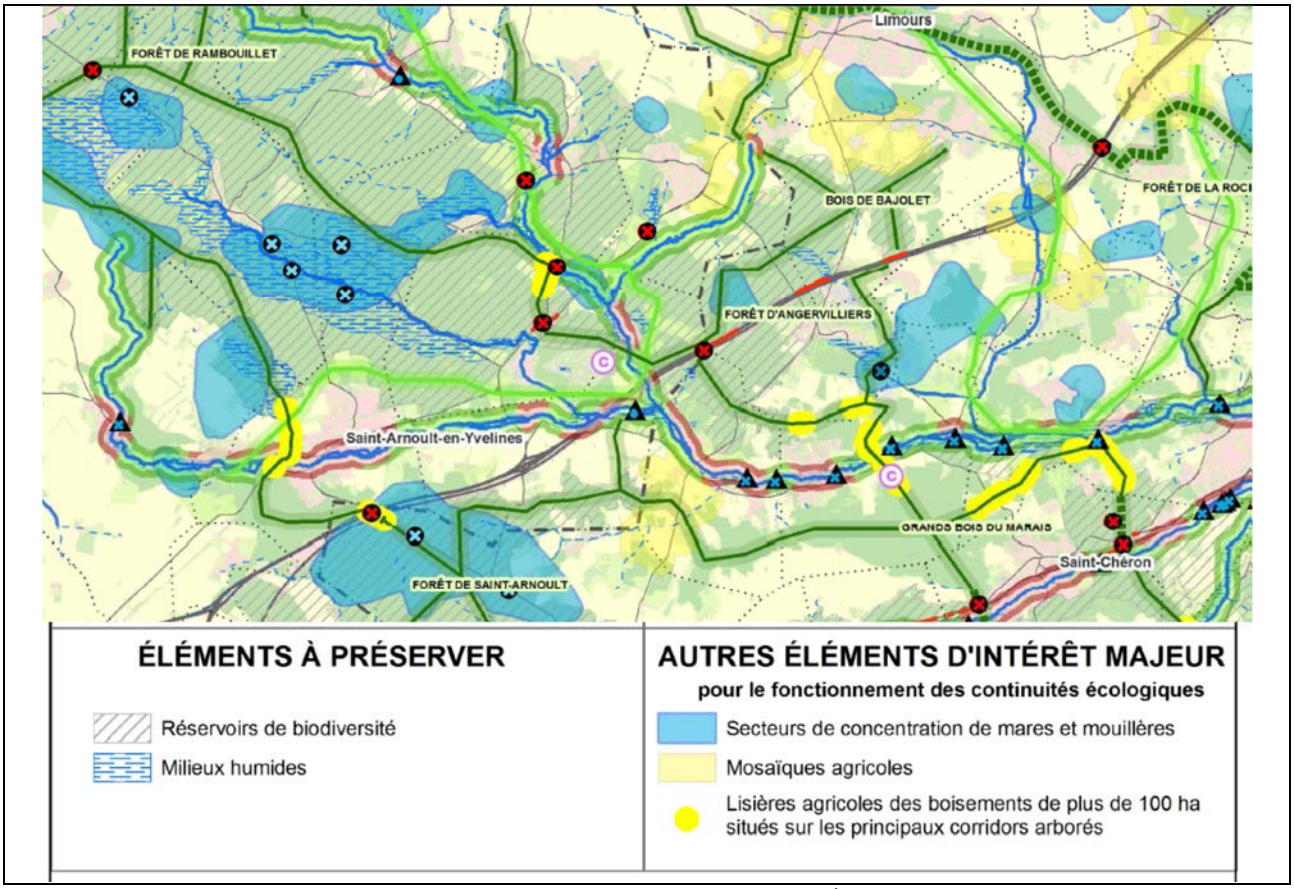


Figure 45 : Extrait de l'atlas cartographique de l'Île-de-France

L'extrait montre les « Secteurs de concentration de mares et mouillères » (surfacique bleu), la « Mosaïque agricole » (surfacique jaune clair), les « Lisières agricoles des boisements de plus de 100 ha situés sur les principaux corridors arborés » (surfacique jaune vif), en plus de l'occupation du sol brute.

2- Des enveloppes vastes renseignant sur une perméabilité globale tous milieux confondus, comme c'est le cas en Bourgogne avec le « Continuum » et en Lorraine avec les « Zones de forte perméabilité ». Ces enveloppes sont différentes des dégradés de perméabilité évoqués plus haut car là encore elles sont délimitées dans l'espace et par ailleurs elles ne montrent pas de nuances internes. On peut classer aussi ici le cas de Bretagne avec ses « Grands ensembles de perméabilité », affichés notamment sur la carte des objectifs.

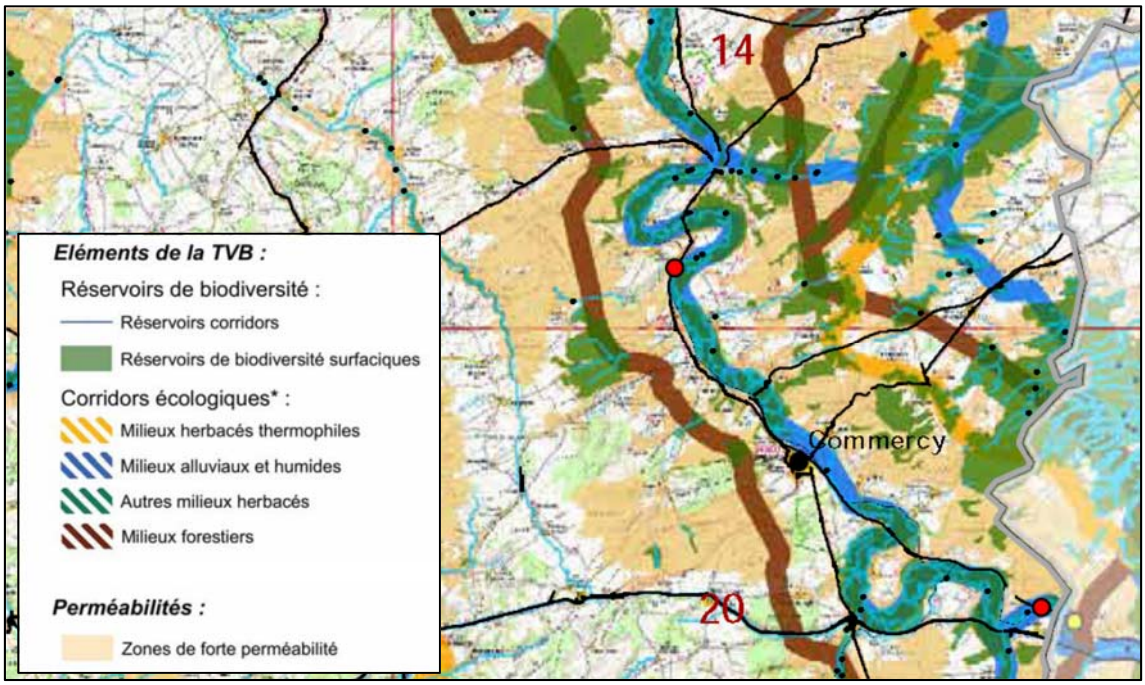


Figure 46 : Extrait de l'atlas cartographique de Lorraine avec les « Zones de forte perméabilité » (surfacique jaune)

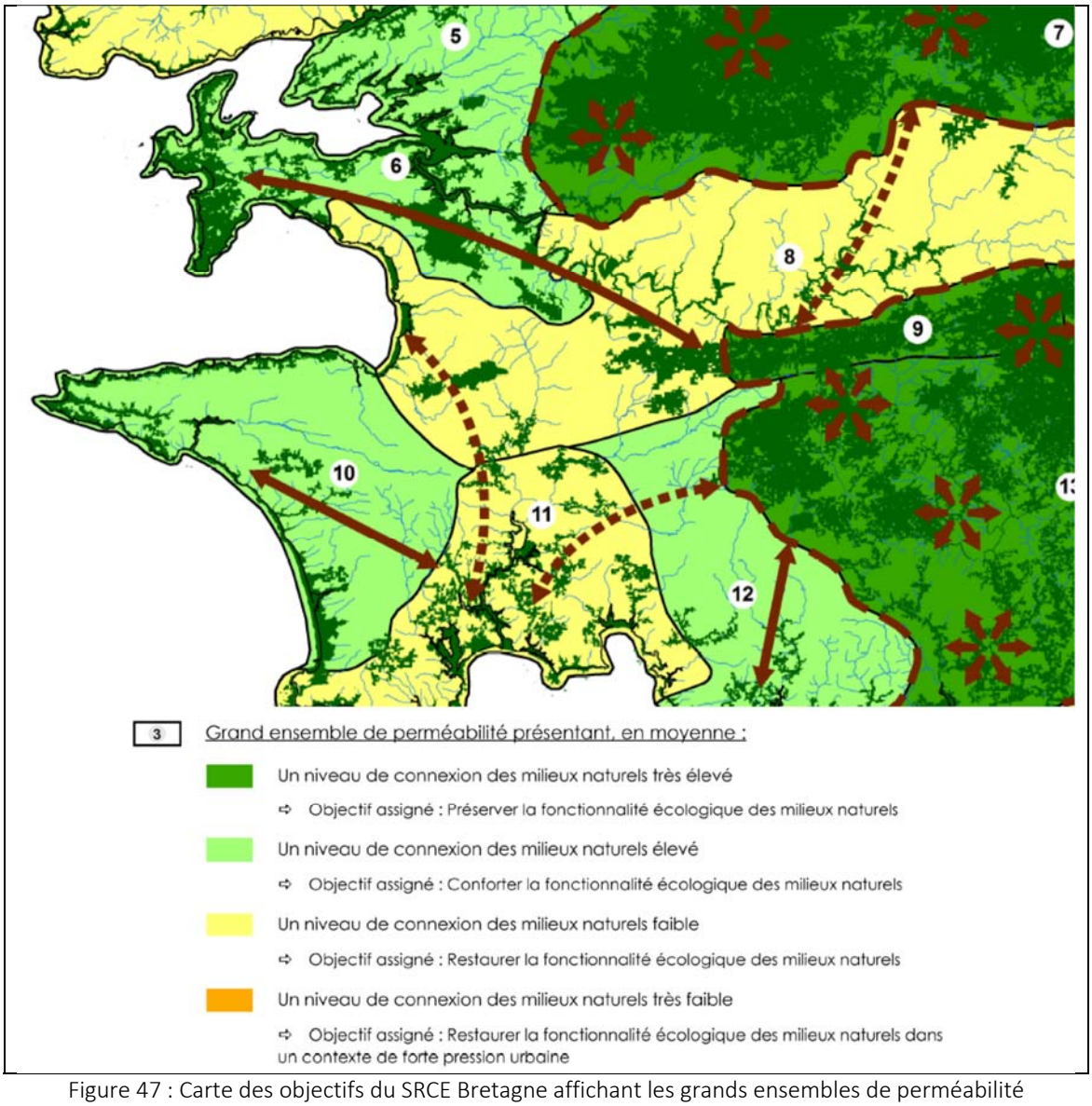


Figure 47 : Carte des objectifs du SRCE Bretagne affichant les grands ensembles de perméabilité

B. Identifier des éléments jouant un rôle proche de ceux des corridors ou des réservoirs sans pour autant être sélectionnés comme tels

On retrouve ainsi

1- Des éléments proches des corridors en Ile-de-France (Liaisons reconnues pour leur intérêt écologique en contexte urbain + Lisières agricoles des boisements de plus de 100 ha situés sur les principaux corridors arborés + Connexion entre les forêts et les corridors alluviaux + Autres connexions multitrames), en Poitou-Charentes (Secteurs à enjeux pour assurer les continuités biologiques des vallées (tracé indicatif)) et en Rhône-Alpes (Espaces perméables).

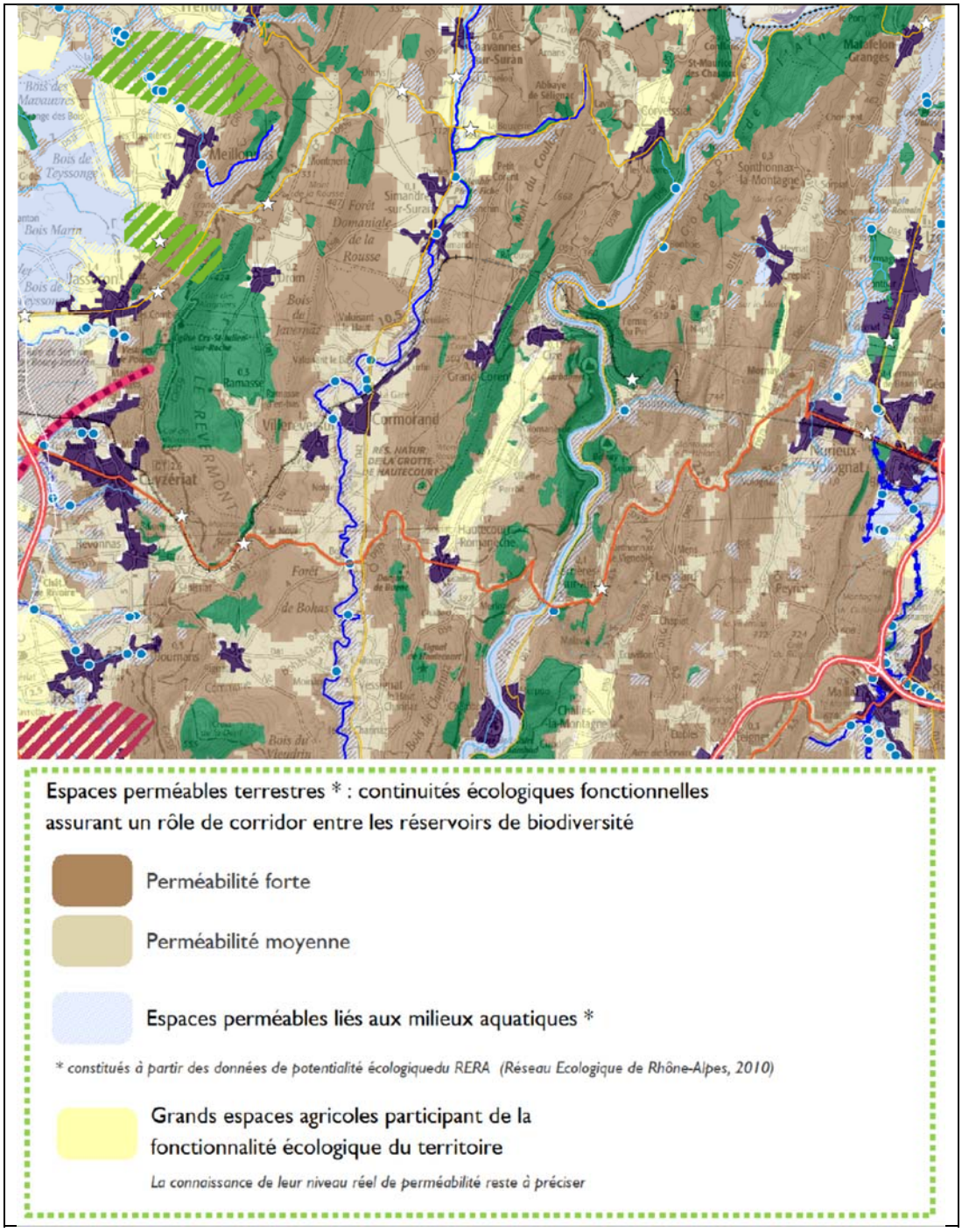


Figure 48 : Extrait de l'atlas cartographique de Rhône-Alpes

L'extrait montre à la fois les « Espaces perméables » identifiés en marrons (terrestres) et en bleu (aquatiques) ainsi que les « Grands espaces agricoles participant de la fonctionnalité écologique du territoire » (en jaune)

2- Des éléments proches des réservoirs de biodiversité en Ile-de-France avec les « Autres secteurs reconnus pour leur intérêt écologique en contexte urbain » identifiés pour Paris et Petite Couronne (associés aux « Liaisons reconnues pour leur intérêt écologique en contexte urbain » évoquées ci-dessus).

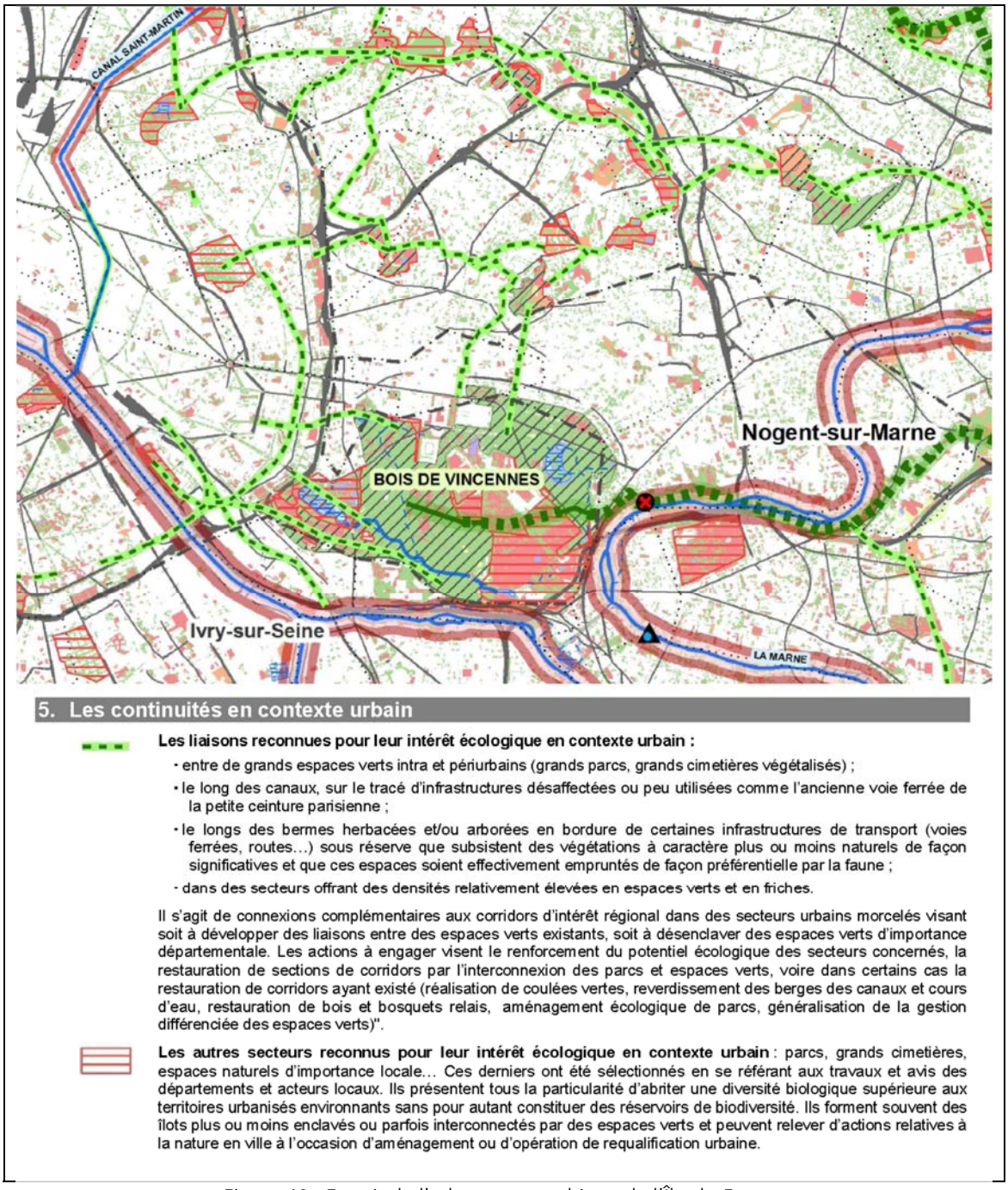


Figure 49 : Extrait de l'atlas cartographique de l'Île-de-France

L'extrait montre à la fois les « Liaisons reconnues pour leur intérêt écologique » (linéaire vert clair avec pointillé vert foncé) et « Les autres secteurs reconnus pour leur intérêt écologique en contexte urbain » (surfacique hachuré rouge)

C. Identifier des secteurs dans le but d'y développer des actions

1- Pour confirmer leur potentiel écologique, comme en Limousin (Secteurs à examiner) et en Bourgogne (Zone à prospecter: réservoir potentiel),

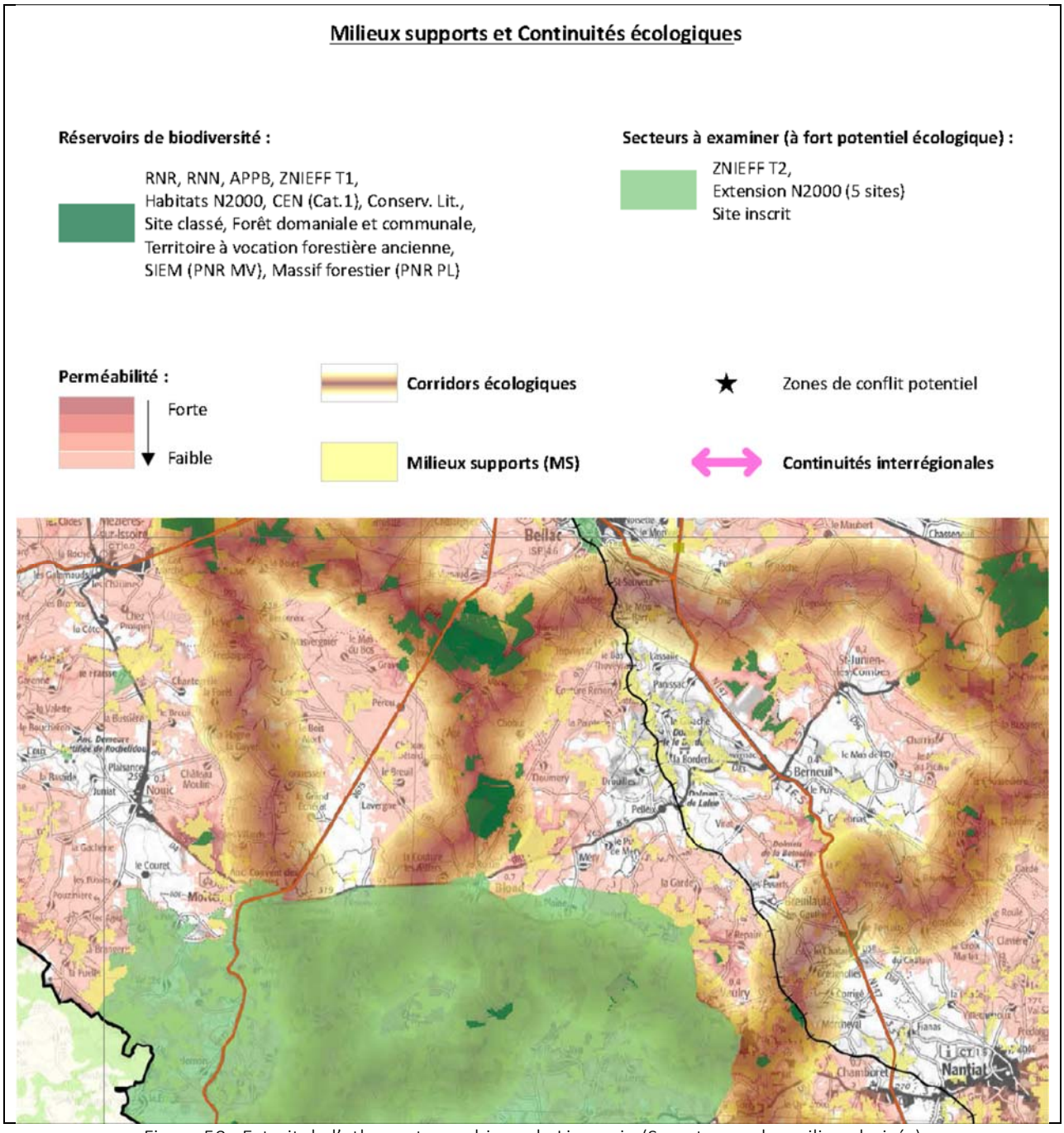


Figure 50 : Extrait de l'atlas cartographique de Limousin (Sous-trame des milieux boisés)

L'extrait montre à la fois les « Milieux supports » (surfacique jaune), les « Secteurs à examiner (fort potentiel écologique) » (surfacique vert clair) et la « Perméabilité » de la matrice (surfacique dégradé rouge/orangé)

2- Pour **préserver ou restaurer leur fonctionnalité** comme en Basse-Normandie (Secteurs de préservation ou de reconquête des continuités écologiques) et NPDC (Espaces à renaturer).

Figure 51 : Extrait de l'atlas cartographique de Basse-Normandie

L'extrait montre à la fois les « Secteurs à biodiversité de plaine » (surfacique jaune) ainsi que les « Secteurs de préservation ou de reconquête des continuités écologiques » (surfacique hachuré violet)

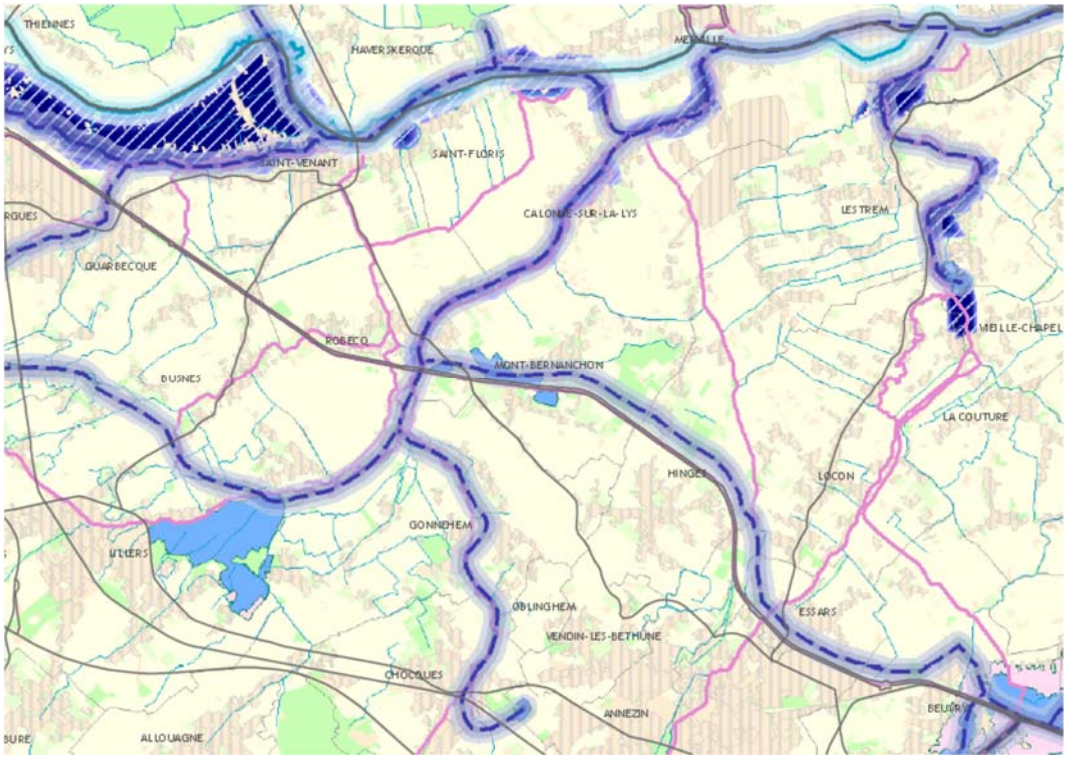


Figure 52 : Extrait de l'atlas cartographique de Nord-Pas-de-Calais (Sous-trame des zones humides et cours d'eau)

L'extrait montre les « Espaces à renaturer » de types fluviaux (linéaire rose) et de types milieux humides (surfacique violet hachuré bleu clair)

III. BILAN

On constate ainsi que :

- plus de la moitié des régions (13) ont représenté l'occupation du sol en tout ou partie sur leur fond de carte,

- un peu moins de la moitié des régions (9) également ont identifié des éléments particuliers qui ne sont pas tout à fait du fond de carte sans être pour autant des éléments de la TVB,

- 4 régions (Champagne-Ardenne, Haute-Normandie, Languedoc-Roussillon, Pays-de-la-Loire) n'ont pas identifié d'espaces particuliers ni représenté de fond de carte au-delà des éléments conventionnels de cartographie (repères des villes, limites administratives, SCAN IGN, …).

Tableau 17 : Récapitulatif pour chaque région concernant l'identification d'autres espaces que les réservoirs et corridors

Région	Fond de carte - Occupation du sol	Fond de carte - Perméabilité	Matrice - Milieux particuliers	Matrice - Perméabilité	Eléments particuliers - proches réservoirs	Eléments particuliers - proches corridors	Actions - Confirmation	Actions - Préservation/ Restauration	
Alsace	X								1
Aquitaine	X								1
Auvergne	X								1
Basse-Normandie			X					X	2
Bourgogne				X			X		2
Bretagne		X		X					2
Centre	X	X (sous-trame milieux bocagers)							1
Champagne-Ardenne									0
Franche-Comté	X								1
Haute-Normandie									0
Ile-de-France	X		X		X	X			4
Languedoc-Roussillon									0
Limousin	X	X (sous-trame milieux boisés)					X		2
Lorraine				X					1
Midi-Pyrénées	X	X							2
Nord-Pas-de-Calais	X							X	2
PACA	X								1
Pays-de-la-Loire									0
Picardie	X								1
Poitou-Charentes	X					X			2
Rhône-Alpes	X					X			2
	13	2	2	3	1	3	2	2	

IV. INDEX DES FIGURES

Figure 1: Les cinq sous-trames nationales 8

Figure 2: Répartition des milieux selon les sous-trames du SRCE Bretagne 15

Figure 3: Exemple de méthode de choix des sous-trames 26

Figure 4: Grands principes de choix des sous-trames et rattachement des éléments de TVB aux sous-trames 27

Figure 5: Exemple de rattachement d'un réservoir de biodiversité à plusieurs sous-trames 29

Figure 6: Rattachement des réservoirs selon les sous-trames au sein de l'atlas cartographique au 1/100 000ème 29

Figure 7: Rattachement des corridors selon les sous-trames au sein de l'atlas cartographique au 1/100 000ème 30

Figure 8 : Notion de compacité, souvent reprise en écologie du paysage pour l'identification des réservoirs de biodiversité 38

Figure 9 : Critères structurels (densités) appliqués à deux couches de données dans le cadre d'une approche « milieux » pour la sous-trame des milieux ouverts en Champagne-Ardenne 39

Figure 10 : Carte de perméabilité pour la sous-trame des milieux semi-ouverts en PACA, élaborée à partir des espèces de cohérence TVB, en vue de l'identification des réservoirs de biodiversité. 42

Figure 11 : Cinq paramètres calculés sur l'occupation du sol non fragmentée en Aquitaine 43

Figure 12 : Pondération des paramètres en fonction des sous-trames en Aquitaine 43

Figure 13 : Carte d'enjeux de la fonctionnalité écologique en Languedoc-Roussillon 44

Figure 14 : Résultat des différents indicateurs de potentiel écologique et de pressions (fragmentation) calculés pour la sous-trame forestière dans l'analyse multicritère d'Auvergne 46

Figure 15 : Principe d'identification et de hiérarchisation des mailles associées à la sous-trame boisée dans le SRCE du Pays-de-la-Loire 49

Figure 16 : Cheminement de la méthode commune à l'identification des réservoirs et des corridors en Pays-de-Loire.. 49

Figure 17 : Illustration du cumul des méthodes par région 51

Figure 18 : Couche réservoirs de Champagne-Ardenne pour la sous-trame des milieux humides agrégeant des réservoirs de zonages stricts, de zonages « cas par cas » et des réservoirs complémentaires. 52

Figure 19 : Exemple de combinaison des approches pour la sous-trame de forêts de Franche-Comté 53

Figure 20 : Compilation des différentes sources de réservoirs de biodiversité pour la trame verte d'Auvergne 53

Figure 21 : Agrégation de réservoirs de biodiversité issus de différentes méthodes en Bretagne 54

Figure 22 : Nombre de SRCE dans lesquels chaque méthode a été utilisée au moins une fois 54

Figure 23 : Caractéristiques de corridors et des continuums du SRCE Ile-de-France 59

Figure 24 : Etapes du traitement par dilatation-érosion 61

Figure 25 : Exemple de tracés de corridors (orange) par la méthode des chemins de moindre coût pour la sous-trame des milieux boisés de plaine en Midi-Pyrénées 62

Figure 26 : Liste des guildes et espèces cibles utilisées pour les différentes sous-trames en Lorraine 63

Figure 27 : Exemple de coefficients de friction sur les milieux ouverts et semi-ouverts dans le SRCE Aquitaine 64

Figure 28 : Espèces virtuelles retenues par sous-trame pour l'application du principe de perméabilité des milieux en Bourgogne 65

Figure 29 : Carte des corridors forestiers en Lorraine 65

Figure 30 : Extrait de l'atlas cartographique du SRCE Bourgogne illustrant l'interprétation visuelle réalisée à partir des cartes de perméabilité des milieux 66

Figure 31 : Types d'habitats et données SIG utilisées pour la définition de la matrice verte en Basse-Normandie 67

Figure 32 : Résultat de l'application de l'outil Densité de noyau 68

Figure 33 : Extrait de l'atlas cartographique du SRCE de Basse-Normandie représentant les composantes de la trame verte et bleue et les éléments fragmentants 69

Figure 34 : Territoire fictif représentant les corridors diffus (vert clair) autour des réservoirs de biodiversité 70

Figure 35 : Compilation des résultats cartographiques de l'analyse multicritères des trois sous-trames forestière, agropastorale et des milieux cultivés en Auvergne 71

Figure 36 : Carte des corridors écologiques du SRCE de Bretagne 73

Figure 37 : Identification des secteurs favorables aux déplacements des espèces 73

Figure 38 : Identification des secteurs favorables aux déplacements des espèces 74

Figure 39 : Méthode d'identification des corridors écologiques par sous-trame en Picardie 75

Figure 40 : Schéma récapitulatif des méthodes utilisées pour l'identification des corridors écologiques dans le SRCE du Poitou-Charentes 80

Figure 41 : Extrait de l'atlas cartographique de Poitou-Charentes où l'occupation du sol (par grandes zones) est figurée en fond de carte, au titre « d'autres éléments » 86

Figure 42 : Extrait de l'atlas cartographique de Limousin où l'occupation du sol est figurée à l'extérieur de la région et les milieux supports (ici bocagers) sont représentés à l'intérieur de la région (couleur saumon) 87

Figure 43 : Extrait de la carte des réservoirs et corridors de Bretagne où le degré de connexion des milieux naturels est renseigné en dégradé sur le fond de carte 88

Figure 44 : Extrait de l'atlas cartographique de Midi-Pyrénées (Sous-trame des milieux boisés de plaines) où la perméabilité du milieu est renseignée en dégradé sur le fond de carte 89

Figure 45 : Extrait de l'atlas cartographique de l'Île-de-France 93

Figure 46 : Extrait de l'atlas cartographique de Lorraine avec les « Zones de forte perméabilité » (surfacique jaune) 94

Figure 47 : Carte des objectifs du SRCE Bretagne affichant les grands ensembles de perméabilité 94

Figure 48 : Extrait de l'atlas cartographique de Rhône-Alpes 95

Figure 49 : Extrait de l'atlas cartographique de l'Île-de-France 96

Figure 50 : Extrait de l'atlas cartographique de Limousin (Sous-trame des milieux boisés) 97

Figure 51 : Extrait de l'atlas cartographique de Basse-Normandie 98

Figure 52 : Extrait de l'atlas cartographique de Nord-Pas-de-Calais (Sous-trame des zones humides et cours d'eau) 98

V. INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Sous-trames choisies par les régions, classées selon les sous-trames nationales 10

Tableau 2 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame boisée 17

Tableau 3 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame ouverte 19

Tableau 4 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame humide 21

Tableau 5 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame des cours d'eau 23

Tableau 6 : Habitats rattachés pour chaque région à la sous-trame littorale 25

Tableau 7 : Principales parties consacrées à la méthode d'élaboration des réservoirs de biodiversité dans les SRCE 35

Tableau 8 : Indicateurs retenus pour le calcul d'indices permettant de mesurer la fonctionnalité écologique potentielle du Languedoc-Roussillon 45

Tableau 9 : Nombre de SRCE par type de forme de corridors 59

Tableau 10 : Régions ayant indiqué dans leur SRCE une largeur de corridor 60

Tableau 11 : Exemples de distances dilatation-érosion appliquées dans les SRCE 61

Tableau 12 : Régions ayant utilisé les méthodes utilisant le principe de perméabilité des milieux pour identifier tout ou partie de leurs corridors écologiques 64

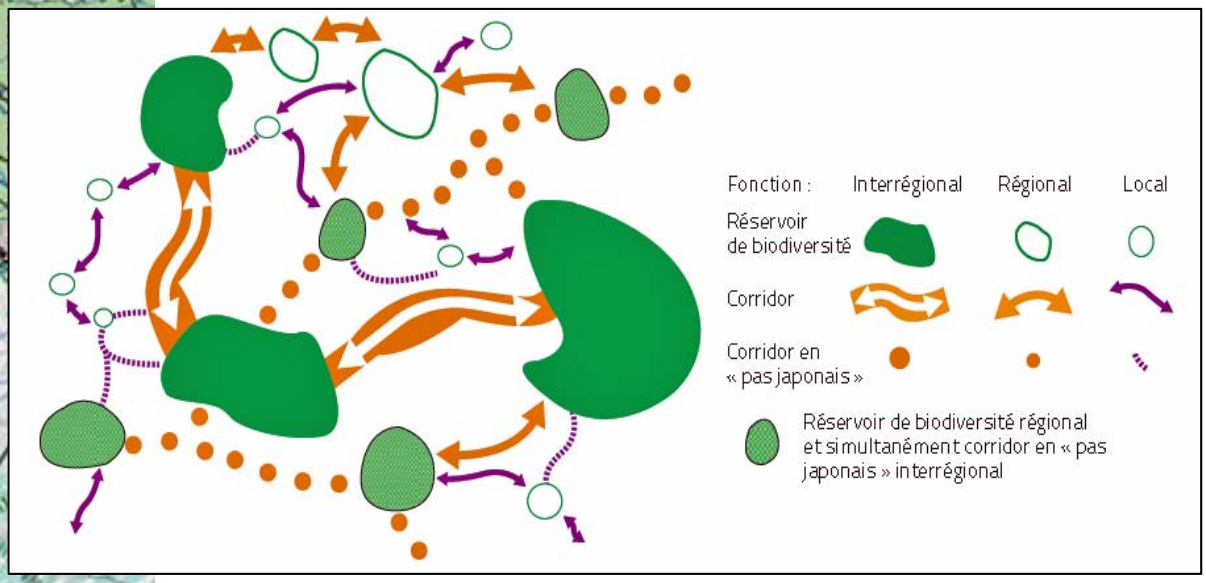
Tableau 13 : Régions ayant indiqué avoir utilisé des données de présence de faune, de flore et/ou d'habitats naturels. 77

Tableau 14 : Récapitulatif les méthodes et données utilisées pour la cartographie des corridors écologiques dans les SRCE 82

Tableau 15 : Fond de carte des atlas de SRCE par région 85

Tableau 16 : Récapitulatif des éléments particuliers délimités dans l'atlas cartographique des SRCE 90

Tableau 17 : Récapitulatif pour chaque région concernant l'identification d'autres espaces que les réservoirs et corridors 100



Pour mettre en œuvre la politique Trame verte et bleue, le Ministère en charge de l'écologie s'appuie sur un centre de ressources (CDR TVB). De 2010 à 2017, ce dernier a suivi sur le plan technique et scientifique l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique, schéma d'application de la politique TVB à l'échelle régionale. La phase d'élaboration de ces SRCE étant désormais terminée, une synthèse des choix méthodologiques des régions a été dressée en trois volumes par le CDR TVB. Ce volume 1 traite de la phase d'identification des trames régionales dans les SRCE (choix des sous-trames, caractérisation des réservoirs de biodiversité, des corridors écologiques et éventuellement d'autres éléments annexes à la trame verte et bleue).