Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes

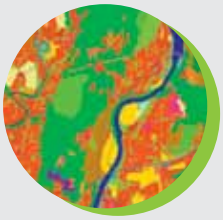
AIN 01 le Département

DÉPARTEMENT DE L'AIN

GUIDE MÉTHODOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Continuités éco-paysagères de l'Ain reconnues d'intérêt départemental

SOMMAIRE



p 8
ÉTAPE 1 - CARTOGRAPHIE DES TRAMES ÉCO-PAYSAGÈRES : L'OCCUPATION DU SOL

p 24
ÉTAPE 2 - ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ÉCOLOGIQUE ET FONCTIONNELLE DES TRAMES ÉCO-PAYSAGÈRES

p 32
ETAPE 3 : CARTOGRAPHIE DES CONTINUITÉS ÉCO-PAYSAGÈRES

INTRODUCTION

Continuités éco-paysagères de l'Ain reconnues d'intérêt départemental

Guide méthodologique et technique

Enrayer le déclin de la biodiversité passe par la conservation et la restauration des habitats naturels. Cette ambition s'accompagne de la volonté de limiter leur fragmentation, à travers la préservation des continuités écologiques terrestres et aquatiques : la « trame verte et bleue ».

Continuités éco-paysagères de l'Ain reconnues d'intérêt départemental

Rédaction :
Collectif TVB01 - Rémy Clément, Guillaumes Costes, Delphine Danancher, Elisabeth Favre, Nicolas Greff, Lydie Renard (Cen Rhône-Alpes), Marjorie Léorier (CD01).

Merci aux fournisseurs de données ou relecteurs vigilants :
Loïc Commagnac (IGN), Francisque Bullifon (LPO), Gilles Pache, Thomas Sanz et Marc Isenman (CBN Alpin), Laurent Bergès (IRSTEA), Claire Venot et Benjamin Bulle (CD01), ONEMA service départemental et direction régionale, les chargés de missions des structures porteuses de contrats de rivières dans l'Ain, le conseil scientifique des Cen de Rhône-Alpes.

Merci aux contributions des experts du Cen Rhône-Alpes :
Emmanuel Amor, Ludovic Bouquier, Sylvie Duret, Antony Garcia, Géraldine Garnier, Nicolas Gorius, Corine Trentin et Anne Wolff.

Merci à Guillaume Drapeau (Cen Rhône-Alpes) pour son expertise méthodologique sur la végétation ligneuse.

Référence de ce document :
Collectif TVB01, Inventaire des continuités éco-paysagères de l'Ain, Cen Rhône-Alpes, 48p.

Photographie de couverture :
© Christian Martelet - Syndicat mixte du Pays du Bugey

Photographies :
© Cen Rhône-Alpes

Dessins :
© Jean Grosson (p16), Nicolas Lenormand (p44)

Mise en maquette :
Fred Didier (Cen Rhône-Alpes)

Impression : papier 100% recyclé - encres à bases végétales - imprimerie IMAV (Rhône) labellisée Imprim'vert

Dépôt légal : mars 2017
n° ISBN : 978-2-37170- 019-2

DÉFINITIONS

La « **trame verte et bleue** » est un réseau formé par **l'ensemble des continuités écologiques terrestres et aquatiques, identifiées dans les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique** (art. R 371-16). Elle constitue avant tout un outil d'aménagement durable du territoire, qui répond au besoin de préserver et de restaurer des réseaux de milieux naturels qui permettent aux espèces de circuler et d'interagir.

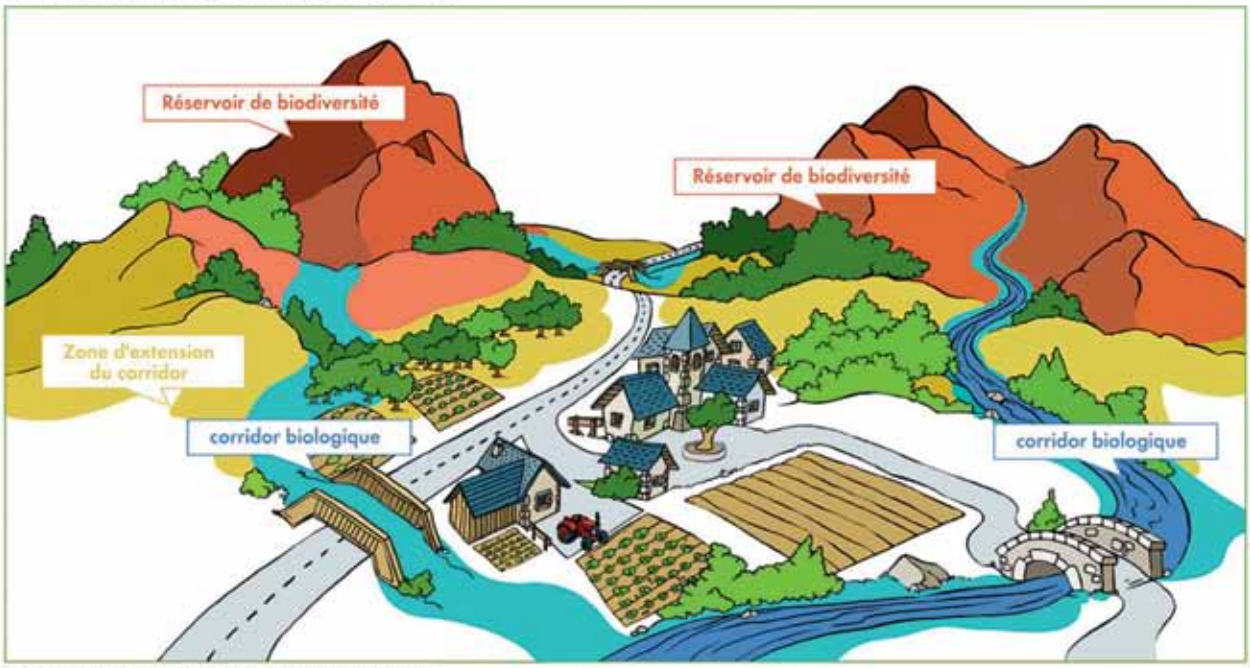
Les continuités écologiques sont constituées de **réservoirs de biodiversité,** cœurs de nature dans lesquels les espèces animales et végétales peuvent accomplir l'ensemble de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, etc.), reliés les uns aux autres par des **corridors écologiques ou biologiques**. Ceux-ci forment des espaces de vie à part entière et permettent aux espèces de se déplacer sans contrainte. La qualité des milieux qui les composent et la facilité de circulation entre eux, garantissent la bonne fonctionnalité des continuités écologiques.

Le développement de l'urbanisation et des infrastructures, la déprise agricole en montagne et l'intensification des pratiques en plaine, la maîtrise des cours d'eau pour répondre aux besoins économiques, fragmentent le territoire et les habitats naturels et mettent en péril la survie des espèces.

La volonté de préserver la trame verte et bleue témoigne de la prise de conscience récente des services rendus par les écosystèmes pour le maintien de l'activité économique et le bien-être des populations. Cette nécessité de sauvegarder les corridors existant et de reconstituer des réseaux d'échanges disparus, se traduit par **une prise en compte de la trame verte et bleue dans les politiques publiques de planification** à tous les échelons du territoire.

La constitution de la trame verte et bleue nationale se fait à l'échelle de chaque région, via l'élaboration de Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE) qui constituent de nouveaux documents dans la hiérarchie des outils de planification territoriale.

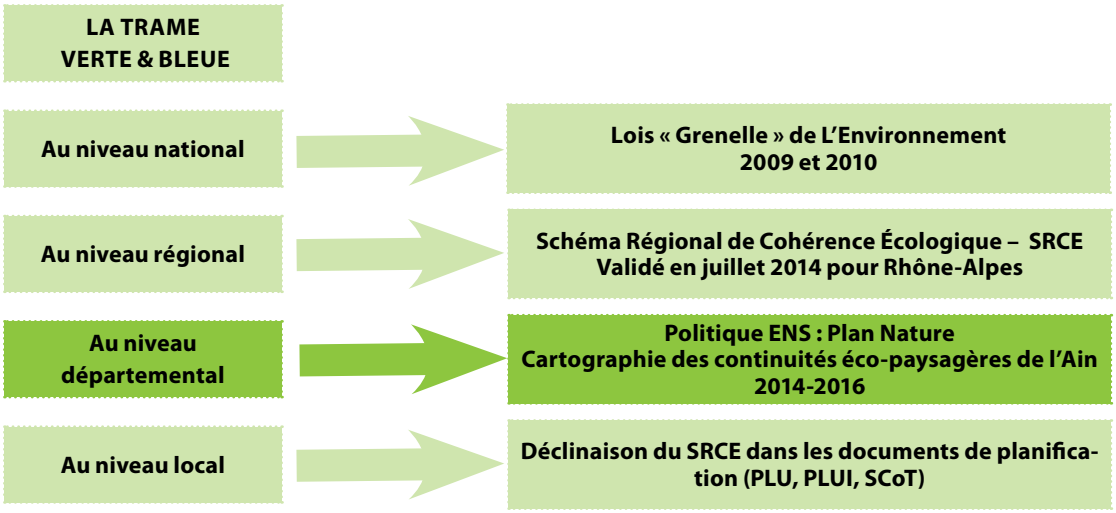
LA TRAME VERTE ET BLEUE



La zone d'extension du corridor est désormais appelée espace de perméabilité

Source : CEN Savoie-Métropole Savoie
Contrats de territoire Corridors biologiques Bauges-Chartreuse-Belledonne

CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE



Au niveau national, la **loi Grenelle** et son décret d'application de janvier 2014, explicitent la nécessité de préserver et de restaurer les continuités écologiques et l'imposent aux documents de planification. Les corridors écologiques et réservoirs de biodiversité doivent être spatialisés au sein des documents de planification tels que les SCoT et PLU par les collectivités compétentes (art. L371-3).

La loi Grenelle apporte des modifications directes au sein des codes de l'environnement et de l'urbanisme, impliquant notamment la préservation concrète des continuités écologiques ou corridors au sein des politiques de développement. Le législateur impose pour cela la production d'un document cadre régional, le Schéma Régional de Cohérence Écologique (art. L371-1 et art. L371-2), porteur de la politique nationale de biodiversité, qui localise les corridors d'intérêt régional. Ce document sera à terme intégré au sein des **Schémas régionaux d'aménagement et de développement durable du territoire** (SRADDT) créés par la loi NOTRe.

Les collectivités compétentes en urbanisme ont l'obligation de prise en compte de ce document cadre régional.
Le SRCE de Rhône-Alpes adopté par le Conseil régional en juillet 2014, établit des **réservoirs de biodiversité** à maintenir, des **espaces supports** de la fonctionnalité écologique du territoire ainsi que des **corridors écologiques d'importance régionale** à préserver et/ou à remettre en bon état.
Approuvé à l'unanimité par le Conseil régional d'Auvergne le 30 juin 2015 et adopté par arrêté du 7 juillet 2015, le SRCE d'Auvergne est quant-à lui, le onzième SRCE adopté en France, et le second schéma qui concerne la nouvelle région Auvergne-Rhône-Alpes.

Le SRCE impose aux territoires et aux collectivités compétentes de « préserver et/ou de remettre en bon état les continuité écologiques ». Néanmoins, celui-ci spatialise des corridors écologiques et des réservoirs de biodiversité à une échelle qui reste peu exploitable à des fins de mise en oeuvre locale. En effet, ils sont identifiés sur une cartographie au 1/100 000ème, peu appréhendable à l'échelle d'une commune qui doit décliner réglementairement le droit du sol au 1/5 000ème (échelle parcellaire).

Face à ce contexte réglementaire, au besoin d'intégrer la trame verte et bleue dans les documents d'urbanisme et à la difficulté du transfert d'échelle entre le niveau régional et le niveau local, les élus et techniciens de terrain se retrouvent bien souvent démunis.
Pourtant, l'enjeu de la trame verte et bleue est bien réel et même prioritaire pour l'aménagement durable des territoires.

Pour aller plus loin...
Centre de ressources « trame verte et bleue » -> *http://www.trameverteetbleue.fr/*

GENÈSE DU PROJET

L'échelle départementale permet de traiter les problématiques de continuités écologiques sans soucis des périmètres administratifs, qui s'imposent en revanche aux collectivités compétentes.

Face aux besoins d'amélioration des connaissances de ses territoires et en lien avec sa politique d'accompagnement des communes, notamment les plus rurales, le Département de l'Ain s'est associé au Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes pour mettre en place ce projet ambitieu de **cartographie des continuités éco-paysagères à l'échelle du département** de l'Ain.

Le projet du Département, mené en partenariat avec le Cen Rhône-Alpes, d'inventaire des continuités éco-paysagères, a pour objectif d'améliorer la connaissance de la continuité des espaces naturels à enjeux.

Deux années de travail partenarial ont ainsi été nécessaires pour élaborer une méthodologie, identifier les continuités écologiques et en réaliser la cartographie précise et opérationnelle.

OBJECTIFS

La cartographie des continuités éco-paysagères portée par le Département et le Cen Rhône-Alpes est une démarche non réglementaire dont la réalisation technique a été assurée par le Cen Rhône-Alpes, en partenariat avec l'ONF et le CBNA.

Elle a pour objectifs :

- la réalisation d'une **cartographie des continuités éco-paysagères du département de l'Ain au 1/25 000ème** ;
- l'élaboration d'une **approche cartographique reproductible** par une méthode semi-automatique identique et objective à l'échelle de l'ensemble du département (requêtes applicables sur tous les territoires, accompagnées d'expertises techniques et locales) ;
- la création d'un **outil « opérationnel »** (connaissance, compréhension, préconisations) pour l'accompagnement des politiques publiques d'aménagement dans la préservation/restauration des corridors.

LES PRINCIPAUX ACTEURS.

Portage politique et partenariat technique du projet.

Portage technique du projet.

Partenariat technique avec le Département dans le cadre du Livre Blanc de la forêt. Expertise technique sur la trame forestière.

Partenaire technique. Expertise sur la flore et définition d'une liste d'espèces déterminantes pour décrire la connectivité écologique.

Ce travail est à destination de tout porteur de projets, désireux de mieux comprendre et/ou d'intégrer des actions de protection, gestion et préservation des continuités éco-paysagères. Il vise à accompagner les territoires pouvant avoir des difficultés d'application dans la prise en compte des corridors dans leurs documents de planification.

SPÉCIFICITÉS DE L'APPROCHE ÉCO-PAYSAGÈRE

L'ambition du Département et du Cen Rhône-Alpes, à travers l'inventaire des continuités éco-paysagères de l'Ain, est de créer **un outil d'aide à la décision** pour les territoires, qui permettra :

- d'**homogénéiser la connaissance à l'échelle du département** afin notamment de proposer un référentiel commun sur ces problématiques ;
- de **préciser des données régionales** grâce à une échelle opérationnelle de mise en œuvre de mesure (cartographie accompagnée de fiches actions) notamment pour aiguiller les collectivités dans l'usage et le droit des sols (SCoT et PLU), et ce, afin de mettre en œuvre le cas échéant des moyens adaptés ;
- de **prioriser les actions liées aux continuités éco-paysagères de la politique du Plan nature** du Département de l'Ain.

Afin d'adapter cet outil aux différents territoires qui composent le département de l'Ain, le choix a été fait de travailler avec une approche éco-paysagère, fondée sur la **typologie des paysages**, c'est-à-dire sur les milieux. Quatre types de paysages, appelés « trames » ont été ciblés : les milieux forestiers, les milieux ouverts, les milieux aquatiques et humides et les milieux artificialisés.

Contrairement à une approche classique, qui place les espèces au cœur de l'identification des continuités éco-paysagères, cette méthode paysagère, plus opérationnelle et plus intégrative, permet de mieux prendre en considération les enjeux environnementaux des territoires et de les mettre en adéquation avec les préoccupations sociales et économiques.

En effet, l'entrée « paysages et milieux naturels », est plus globale. Elle est fondée sur le constat que les besoins et les préférences éco-paysagères d'une espèce ne sont pas les mêmes pour un mammifère, un papillon ou une plante, et peuvent même être restrictifs les uns par rapport aux autres. En revanche, pour accomplir leur cycle de vie et se disperser, toutes ces espèces requièrent des milieux naturels de qualité et un réseau d'échange fonctionnel.

PARTI PRIS MÉTHODOLOGIQUE

L'inventaire des continuités éco-paysagères du département de l'Ain est avant tout un ambitieux travail cartographique, élaboré sous Système d'Information Géographique (SIG), en **3 grandes étapes** :

Étape 1. **La cartographie des éco-paysages** => définition détaillée de l'occupation du sol par types de paysages ou trames : milieux forestiers, milieux ouverts, milieux aquatiques et milieux artificialisés.
***Finalité** : homogénéisation de la connaissance descriptive sur l'ensemble du département.*

Étape 2. **La qualification des trames éco-paysagères** => identification des réservoirs de biodiversité par trame et hiérarchisation des éléments du paysage en fonction de la « qualité » des milieux.
***Finalité :** diagnostic de la qualité écologique et fonctionnelle des milieux, et donc de leur capacité d'accueil, en vue d'établir les matrices de résistance aux déplacements.*

Étape 3. **La définition des continuités éco-paysagères** => identification des enjeux départementaux en termes de continuités écologiques et définition cartographique des continuités éco-paysagères. ***Finalité :*** *identification des secteurs à enjeux pour chaque thématique de continuité écologique, identification des corridors (voir définition p.1) et des besoins de restauration par type de paysage, mise en évidence des enjeux départementaux et locaux.*

- **Définition des enjeux de continuités éco-paysagères à étudier et des matrices de résistance** associées (cf. définitions : étape 3) ;

Pour chaque enjeu sont proposées des continuités propres. Ce choix permet de mieux approcher la complexité fonctionnelle des territoires. Un regard croisé multithématique (cf. p 42) est nécessaire pour aborder toute la complexité des territoires.

- **Hiérarchisation des secteurs à enjeux de continuité éco-paysagère** => application de la théorie des graphes paysagers pour définir les zones à enjeux à l'échelle départementale ;
- **Cartographie des continuités éco-paysagères** => pré-cartographie semi-automatique des continuités selon la méthode des circuits électriques, expertise pour préciser cette cartographie et production de la carte finale.

Pour aller plus loin...

Patrimoines de l'Ain, un site du département de l'Ain ->
http://patrimoines.ain.fr/n/l-inventaire-des-continuites-eco-paysageres-reconnues-d-interet-departemental-et/n:1268#p2033

GRAPHES PAYSAGERS[1]

Méthode de modélisation du paysage sous forme d'un réseau écologique, composé de noeuds, les cœurs de biodiversité, connectés entre eux par des liens fonctionnels, les corridors qui possèdent des caractéristiques variables inhérentes à la résistance des milieux aux déplacements.
(Urban et Keitt, 2001).

THÉORIE DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES[2]

"La théorie des circuits [est] utilisée pour identifier les corridors en considérant que la résistance au déplacement dans le paysage est analogue à la résistance dans un circuit électrique (McRae et al., 2008). La probabilité qu'un individu dont le déplacement suit une marche aléatoire traverse [un milieu] donné est considérée proportionnelle au courant qui circule dans ce [milieu]."

[1] Keitt, T.H., Urban, D.L., B.T, M., 1997. Detecting critical scales in fragmented landscapes. Conservation ecology 1, 4.
[2] McRae, B.H., B.G. Dickson, T.H. Keitt et V.B. Shah, 2008, Using Circuit Theory to Model Connectivity in Ecology, Evolution and Conservation, Ecology, 89, 10, pp. 2712-2724.
Saura, S. & J. Torné. 2009. Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. Environmental Modelling & Software 24: 135-139.

ÉTAPE 1 - CARTOGRAPHIE DES TRAMES ÉCO-PAYSAGÈRES : L'OCCUPATION DU SOL

La cartographie de l'occupation du sol constitue l'information de base nécessaire au travail d'inventaire des continuités éco-paysagères. Elle a été réalisée au 1/25 000ème avec une approche paysagère par grands types de milieux : **les trames éco-paysagères**.

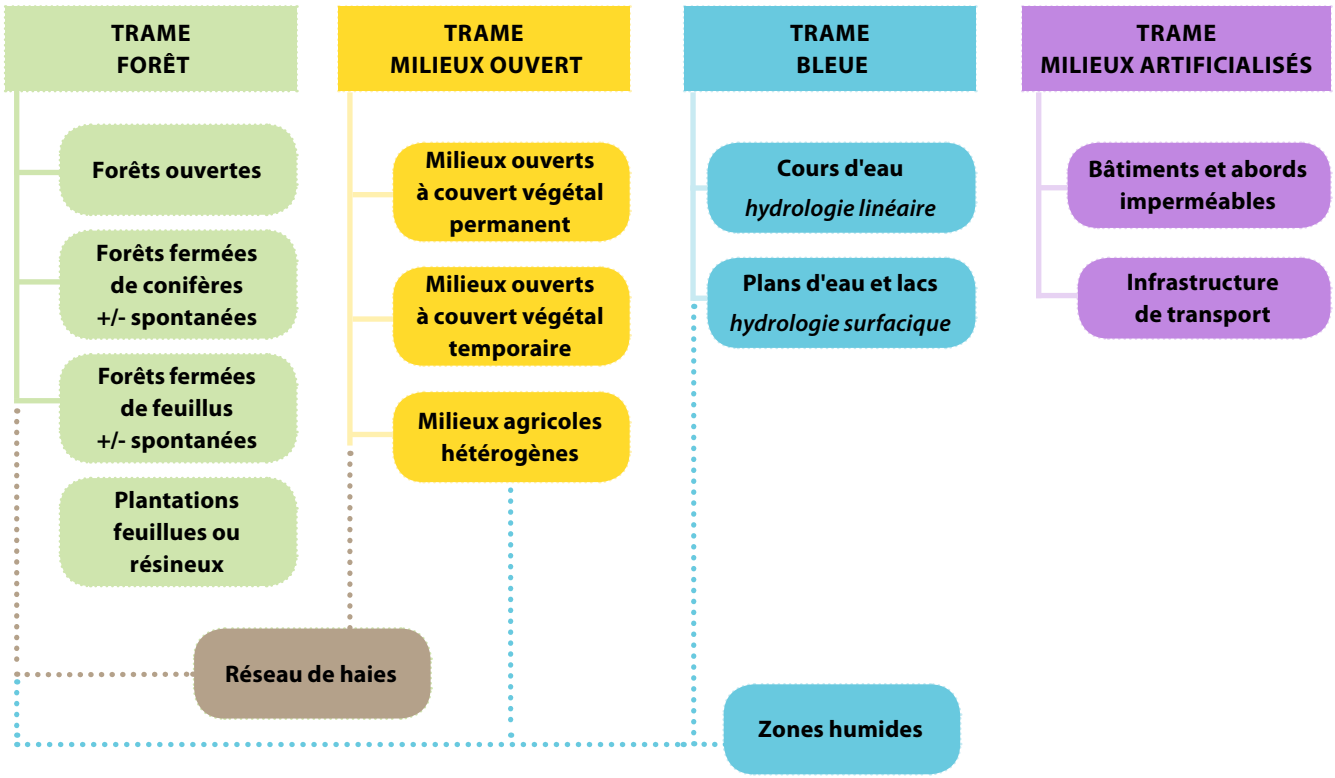
Compte tenu de la structure de la végétation et de l'identité paysagère des territoires qui composent le département de l'Ain, 4 trames, c'est à dire 4 grands types de paysages, ont été identifiées. Chacune de ces trames se décline en sous-trames, correspondant à des déclinaisons de ces thématiques (cf. schéma ci-dessous).

Les éléments collectés pour constituer les sous-trames ont été retenus en fonction de 4 critères :

- précision des données ;
- homogénéité et existence de la donnée sur l'ensemble du territoire ;
- utilisation adaptée à l'échelle du 1/25 000ème ;
- possibilité et pertinence de l'utilisation de la donnée pour qualifier les milieux (étape 2).

Certaines données indispensables mais non existantes ou non exhaustives sur l'ensemble du département ou d'une trame, ont été produites en complément des données disponibles.

Nombre de sources de données utilisées pour l'identification des trames



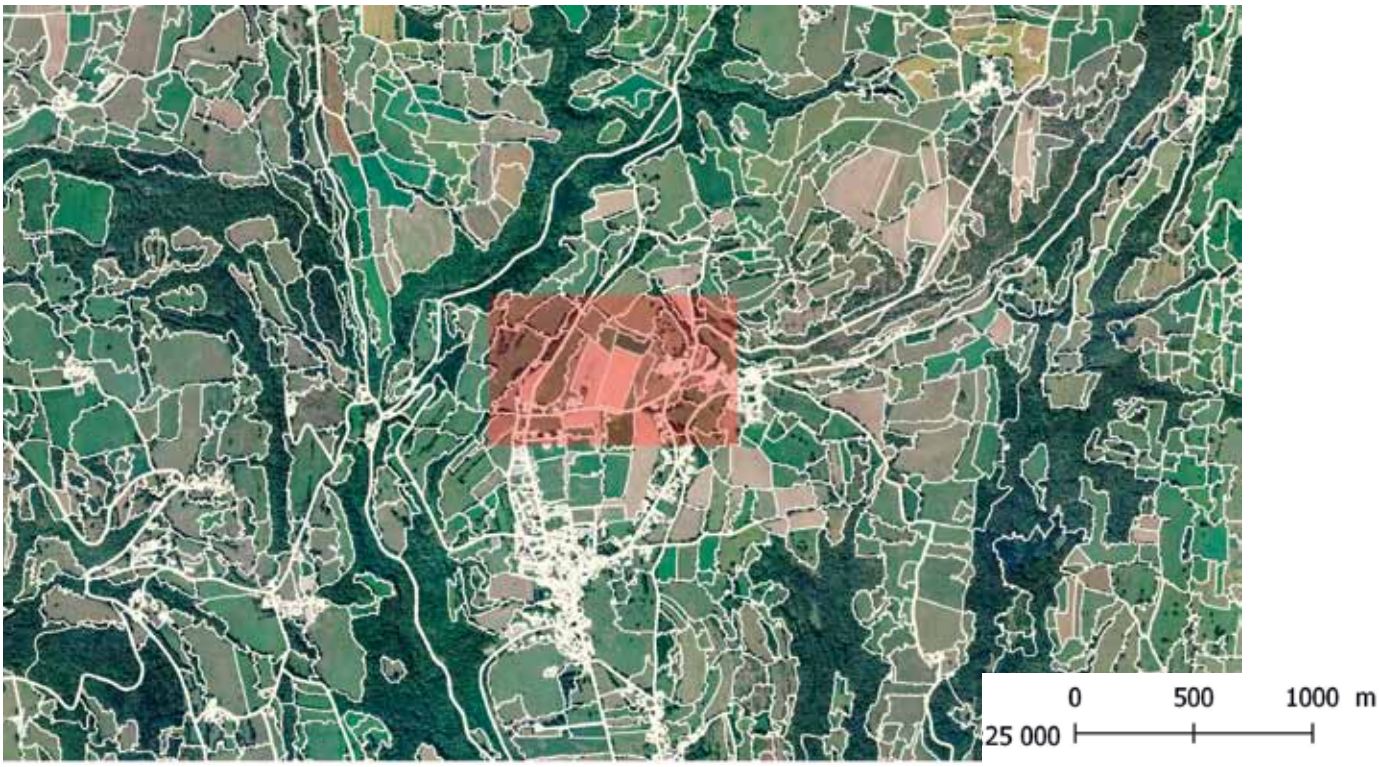
(cette statistique n'intègre pas les traitements intermédiaires constituants eux-mêmes des données)

TRAME FORÊT	TRAME MILIEUX OUVERT	TRAME BLEUE	TRAME MILIEUX ARTIFICIALISÉS
18	18	17	4

LE FOND « PHYSIONOMIQUE »

Choix

La cartographie d'occupation du sol a été établie sur la base du « fond physionomique » de l'IGN. Issu du programme CarHAB (cartographie des habitats de toute la France au 1/25 000ème), initié par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie en 2011, **le « fond physionomique » correspond à une segmentation du territoire**, qui regroupe des zones de physionomie de végétation cohérentes, par rapprochement de pixels homogènes sur les photos aériennes. Il est complété par les données structurantes de l'IGN, que sont la BD TOPO® et la BD Forêt®.
Le fond physionomique du département de l'Ain a été produit par l'IGN, partenaire du Département de l'Ain, pour le projet d'inventaire des continuités éco-paysagères.



© IGN Ortho - CenRA SIG

Zoom sur une partie du fond physionomique de l'Ain.

© IGN Ortho - CenRA SIG

L'intérêt d'utiliser ce découpage est d'abord de disposer d'un **maillage de territoire homogène**, conçu à partir des données structurantes de l'IGN (BD TOPO® et BD Forêt®) dont chaque élément (= polygone) peut être renseigné avec les données sélectionnées pour composer les trames éco-paysagères.
Le fond physionomique facilite également les traitements et analyses sous SIG, puisqu'il permet de s'affranchir des problèmes de topologie liés au cumul de données d'origines différentes.

Le fond physionomique comporte plusieurs niveaux de segmentation (de 1 à 4) avec des degrés de spécifications différents, et une typologie associée, plus ou moins détaillée.
Seul le niveau 1 a été utilisé pour cet inventaire. Il s'agit du découpage le plus élémentaire, basé sur la physionomie d'occupation du sol. L'information typologique affectée à chaque polygone est très sommaire et très incomplète (forêts, landes, infrastructures, hydrographie, etc.).
Les niveaux 2 à 4, plus précis, ne sont pas opérationnels à l'échelle du 1/25 000ème car trop fragmentés.

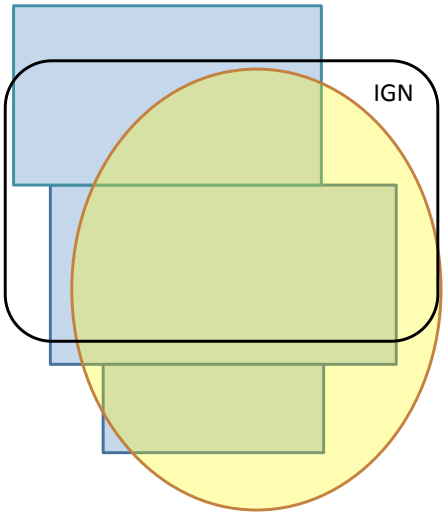
NOMENCLATURE NIVEAU 1 DU FOND PHYSIONOMIQUE		
Typologie	**Données IGN correspondante**	**Trame éco-paysagère**
Forêts	BD Forêt® Version 2	Trame milieux forestiers
Hydro	BD TOPO®	Trame bleue
Routes	BD TOPO®	Trame milieux artificialisés
Segm = segmentation	BD TOPO®	Trame milieux ouverts
SR = surfaces résiduelles	BD TOPO®	Trame milieux artificialisés
Surface artificialisée = bâti bd topo	BD TOPO®	Trame milieux artificialisés
Vergers	BD TOPO®	Trame milieux ouverts
Vignes	BD TOPO®	Trame milieux ouverts
VF = voies ferrées	BD TOPO®	Trame milieux artificialisés

Limites

Malgré l'intérêt indéniable que présente le fond physionomique en tant que base d'occupation du sol, il comporte des lacunes auxquelles il a fallu pallier, soit en ayant recours à des données complémentaires, soit en produisant des données par traitements SIG.

Limites	Besoins	Solutions
Haies Elles sont englobées dans les polygones du fond physionomique et ne sont pas cartographiées en tant que telles.	Le réseau bocager est un élément fondamental de l'analyse paysagère, il faut donc individualiser les haies pour pouvoir les prendre en compte dans les analyses.	Identification des haies par télédétection. Puis découpage du fond physionomique pour les dissocier des milieux ouverts.
Milieux artificialisés Ces espaces ne sont pas tous intégrés dans le fond physionomique.	L'occupation du sol doit être la plus exhaustive et la plus homogène possible. Cela nécessite de rechercher les milieux artificialisés manquants pour les affecter à la trame milieux artificialisés.	Application de la méthode Rhoméo[3] pour créer la « tache artificialisée » du département.
Milieux ouverts Les polygones de milieux ouverts issus du fond physionomique ne comportent pas d'information.	Pour procéder aux analyses SIG, tous les polygones doivent être renseignés a minima pour être intégrés dans une trame et une sous-trame. Il faut donc caractériser les milieux ouverts.	Caractérisation des milieux ouverts à partir des données collectées pour constituer et qualifier les trames. *=> cf. schéma ci-après*

[3] Collectif RhoMéO, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, www.rhomeo-bao.fr Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 pages + annexes, Publication février 2014 / Version 1 - Indicateur de pression de l'artificialisation - P08 : protocole



CARACTÉRISATION DES MILIEUX OUVERTS DEPUIS LE FOND PHYSIONOMIQUE.

1- Génération de 3 Sous-Trames :

- **"Permanent" (couvert végétal permanent) naturel** : Regroupement des prairies sèches et zones humides
- **"Permanent" agricole** : Croisement entre le "Permanent" Naturel et le RPG (Registre Parcellaire Graphique)
- **RPG Restant :** Pouvant être soit permanent (17-18) soit temporaire

2- Re calcul des surfaces dans le RPG restant

On retranche la surface de **"Permanent" agricole** obtenue à l'étape 1 de la somme des surfaces de 17+18.

3- Attribution d'une sous trames à un polygone du fond blanc IGN

Calcul de la proportion de milieux permanents ou temporaires contenus dans le polygone IGN en fonction de la surface des polygones des étapes 1 et 2.

- "**Permanent**" : ensemble des éléments du fond blanc IGN composé à plus de 75% de milieux ouverts à couverts permanents
- "**Temporaire**" : ensemble des éléments du fond blanc IGN composé à plus de 75% de milieux ouverts à couverts temporaires
- "**Mixte** ": ensemble des éléments du fond blanc IGN composé à moins de 75% de milieux ouverts à couverts permanents et à moins de 75% de milieux ouverts à couverts temporaires = Perm < 75 % & Temp < 75 %

La cartographie de **l'occupation du sol est un premier support pour analyser le territoire** et une base pour comprendre les connexions écologiques. Ce livrable est utilisable en l'état et mis à disposition des porteurs de projet par le Département, via une interface Internet de visualisation et de téléchargement (WebSIG).

À noter que les choix méthodologiques qui ont été faits pour établir l'occupation du sol n'ont de réalité que dans le département de l'Ain et ne seraient pas forcément transposables ailleurs.

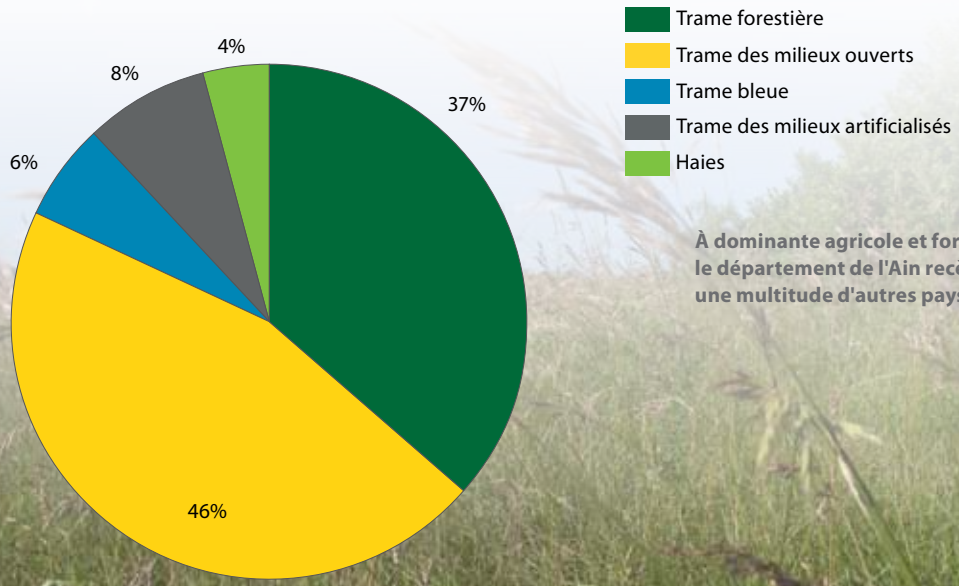
L'occupation du sol du département de l'Ain au 1/25 000, rendu cartographique de cette étape 1, est d'une précision jamais égalée proposée en Open Data ; pour comparaison, Corine Land Cover amène une précision au 1/100 000.

Ce support cartographique de description du territoire, précis et fiable, est une ressource novatrice :

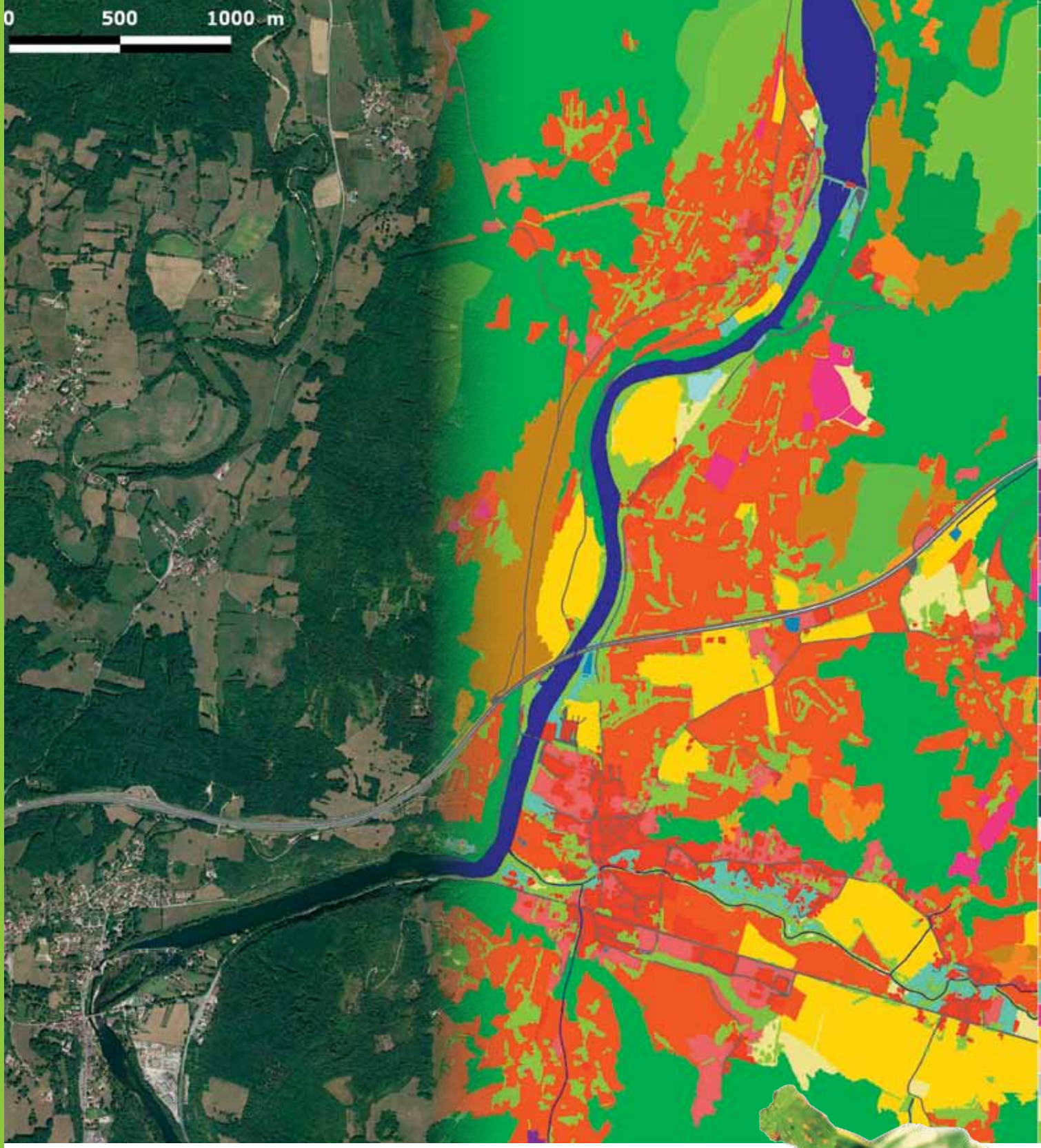
- **données à l'échelle du département adaptées aux éco-paysages de l'Ain ;**
- **Fond cartographique "propre" et homogène sans erreur de topologie ;**
- **inventaire exhaustif du linéaire de haies à l'échelle du département ;**
- **Utilisation possible en tant que telle, sur de nombreuses thématiques.**

Cette base de donnée cartographique à l'échelle du Département de l'Ain est un apport majeur du projet permettant d'entrevoir d'autres utilisation pour l'analyse du territoire voire un déploiement pour la recherche.

Quelques éléments descriptifs



À dominante agricole et forestière, le département de l'Ain recèle aussi une multitude d'autres paysages.

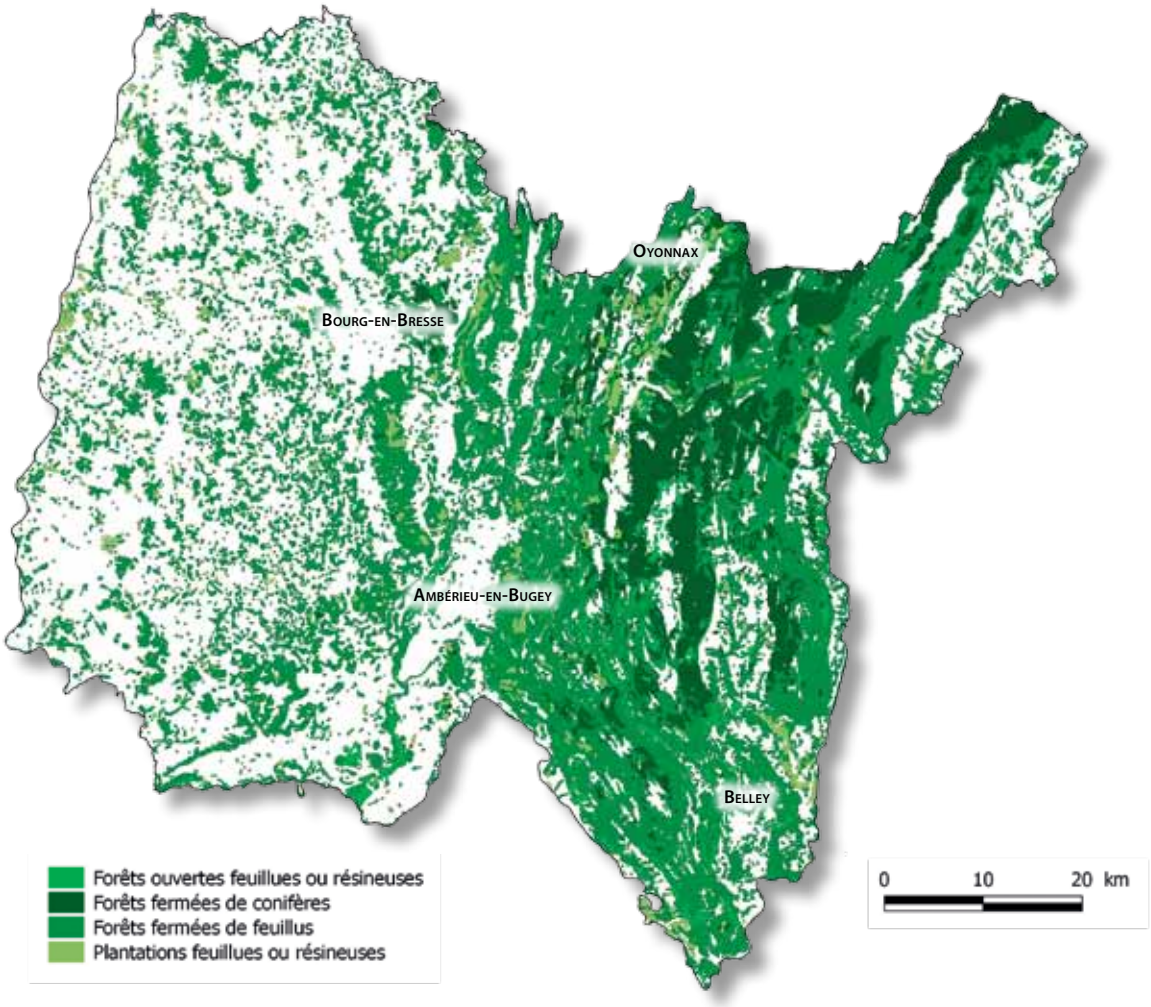


Zoom sur un secteur du département : visualisation au 1/25 000e de l'occupation du sol.
La typologie associée apporte 3 niveaux d'informations selon la précision souhaitée.
Version simplifiée page suivante et typologie complète en annexe n°1.

Pour visualiser et télécharger en Open Data l'occupation du sol...
http://departement-ain.opendata.arcgis.com/

Libellé 1	Libellé 3	Couleur
Forêts fermées de conifères	Forêts fermées de conifères purs en îlots	
	Forêts fermées de pin sylvestre pur	
	Forêts fermées de sapin ou épicéa	
	Forêts fermées à mélange de conifères prépondérants et feuillus	
Forêts fermées de feuillus	Forêts fermées à mélange de feuillus	
	Forêts fermées de châtaignier pur	
	Forêts fermées de chênes décidus purs	
	Forêts fermées de feuillus purs en îlots	
	Forêts fermées de hêtre pur	
	Forêts fermées de robinier pur	
	Forêts fermées d'un autre feuillu pur	
	Forêts fermées à mélange de feuillus prépondérants et conifères	
	Forêts fermées sans couvert arboré	
Forêts ouvertes	Forêts ouvertes de conifères purs	
	Forêts ouvertes de feuillus purs	
	Forêts ouvertes à mélange de feuillus et conifères	
	Forêts ouvertes sans couvert arboré	
Plantations feuillues ou résineuses	Forêts fermées à mélange d'autres conifères	
	Forêts fermées à mélange de conifères	
	Forêts fermées à mélange de pins purs	
	Forêts fermées de douglas pur	
	Forêts fermées de mélèze pur	
	Forêts fermées de pin laricio ou pin noir pur	
	Forêts fermées de sapin ou épicéa	
	Forêts fermées d'un autre conifère pur autre que pin	
	Forêts fermées d'un autre pin pur	
	Peupleraies	
Forêts humides	Forêts humides	
Milieux aquatiques	Bassins	
	Plans d'eau	
	Cours d'eau intermittents	
	Cours d'eau permanents	
Milieux artificialisés	Tissu urbain continu	
	Extraction de matériaux	
	Tissu urbain discontinu	
	Réseau routier	
	Espaces associés aux réseaux de communication	
	Réseau ferroviaire	
Milieux ouverts à végétation permanente	Equipements sportifs et de loisirs	
	Prairies permanentes	
	Prairies permanentes humides	
	Prairies	
	Landes	
	Milieux embroussaillés	
	Pelouses sèches	
	Zones humides	
Milieux ouverts à végétation temporaire	Vignobles et vergers	
	Cultures et prairies temporaires	
	Cultures humides	
Sols nus	Milieux rocheux	
Autres milieux ouverts	Milieux agricoles hétérogènes	
Haies	Haies	

LA CARTOGRAPHIE DES MILIEUX FORESTIERS



Le travail sur les milieux forestiers a été réalisé en **partenariat avec l'ONF**, le Livre blanc de la filière bois (2014-2016).

Les forêts constituent un élément important du paysage dans le département de l'Ain. Elles représentent 37 % du territoire et sont notamment très présentes à l'est de la rivière d'Ain, de la Haute Chaîne du Jura au sud du massif du Bugey.

Les paysages forestiers sont scindés ici en deux composantes complémentaires :

- **forêts ouvertes (= taux de recouvrement des arbres >= 10 % et < 40 %) et forêts fermées (= taux de recouvrement des arbres >= 40 %) ;**
- **forêts spontanées et forêts plantées.**

Sous-trames : données et choix méthodologiques

La principale donnée sur laquelle s'appuie l'occupation du sol concernant les forêts, est la **BD Forêt® de l'IGN**. Ce référentiel géographique forestier est une base de données vectorisées, qui recense les milieux forestiers et semi-naturels. Elle est élaborée par photo-interprétation à partir de la BD ORTHO®. La BD Forêt® Version 2, utilisée dans le cadre de l'inventaire des continuités éco-paysagères, attribue à chaque élément cartographié de plus de 5 000 m² un type de formation végétale issue d'une nomenclature de 32 postes.

Compte tenu de sa structure, cette donnée n'a pu être utilisée telle quelle. En effet, la disparité surfacique des unités de la BD Forêt® Version 2, posent plusieurs problèmes :

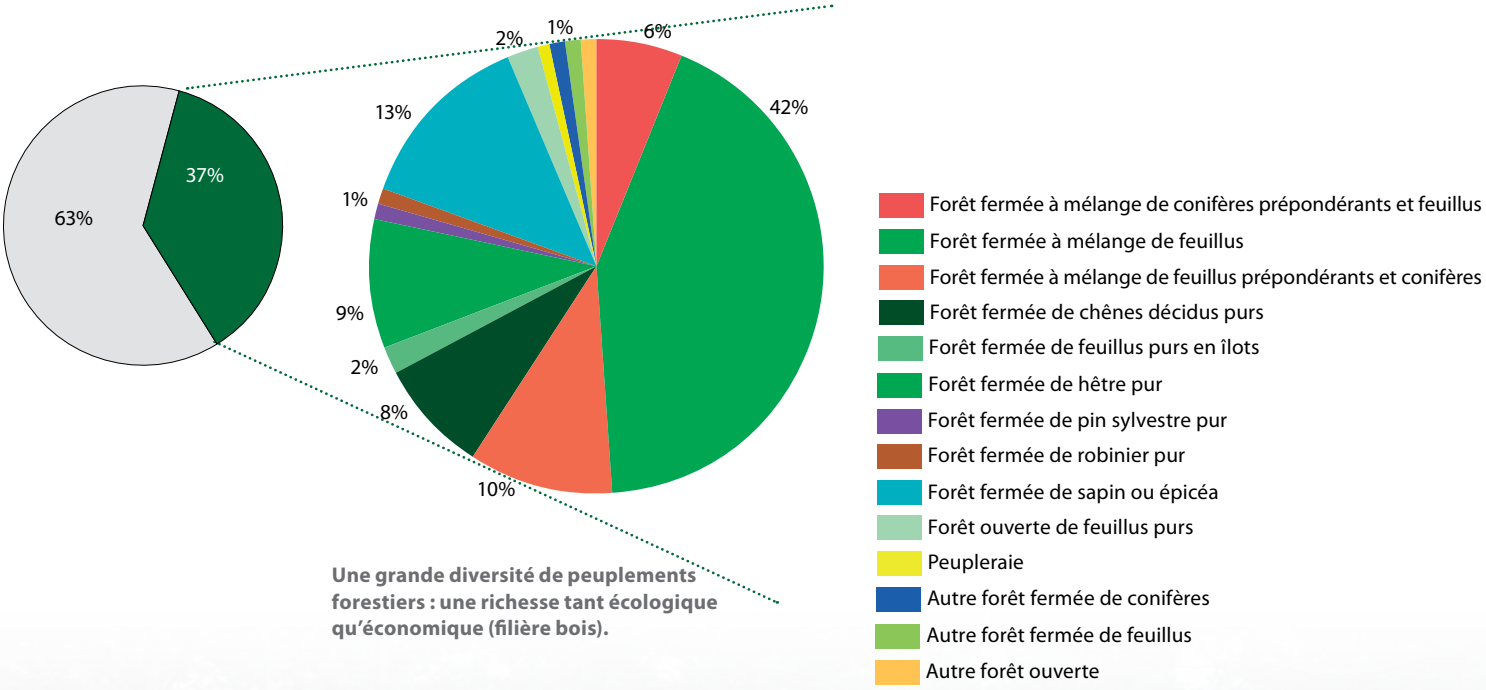
- difficultés des traitements SIG sur les grandes entités et fort potentiel d'erreurs inhérentes ;
- inégalité de traitement dans la phase suivante du travail : si la surface du peuplement forestier doit être prise en compte dans la qualification des milieux, cela crée un biais d'analyse ;
- manque de concordance avec la réalité de terrain.

Afin d'homogénéiser cette donnée, le choix a été fait de la redécouper en « massifs », selon trois critères :

- toponymie sur le SCAN 25® ou le SCAN 25 Express (= nom de la forêt) ;
- relief ;
- obstacles (routes, voies ferrées, hydrographie, etc.).

Ce redécoupage a été effectué manuellement, à l'échelle du 1/7 000ème. La BD Forêt® qui comportait 13 947 polygones a été affinée à 16 392.

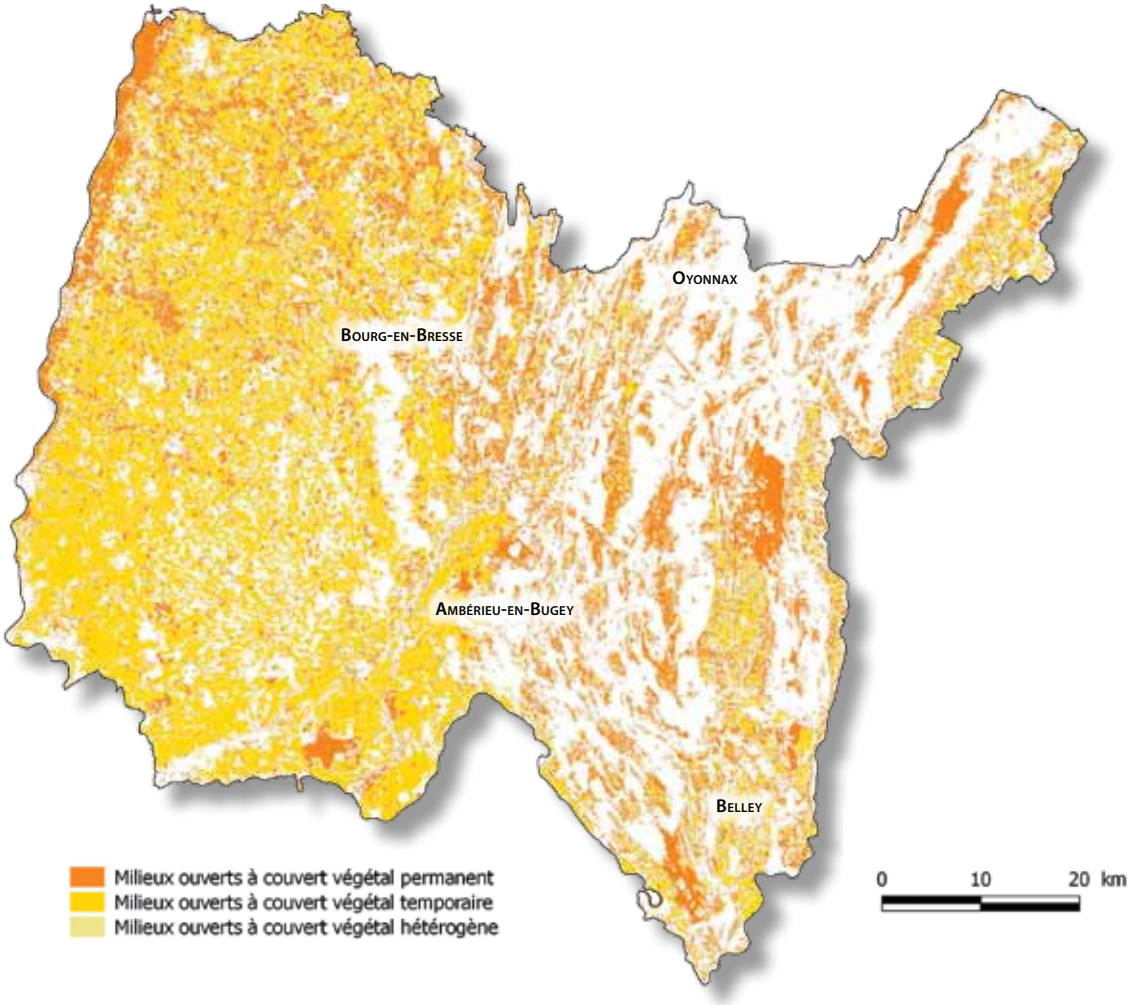
Part des forêts dans l'occupation du sol de l'Ain



Une grande diversité de peuplements forestiers : une richesse tant écologique qu'économique (filière bois).

DONNÉES CONSTITUTIVES	CHOIX MÉTHODOLOGIQUES ET TECHNIQUES
FORÊTS OUVERTES FEUILLUES OU RÉSINEUSES	
BD Forêt® Version 2 : Forêt ouverte à mélange de feuillus et conifères - FO3 Forêt ouverte de conifères purs - FO2 Forêt ouverte de feuillus purs - FO1 Forêt ouverte sans couvert arboré - FO0	-> Regroupement des forêts claires, de feuillus ou de résineux quelle que soit l'altitude. La dichotomie forêts ouvertes/forêts fermées prend tout son sens dans une approche paysagère. Les forêts fermées sont bien ancrées dans la trame forêts tandis que les forêts claires peuvent déjà constituer des espaces de transition vers les milieux ouverts. Les « fomations herbacées » et les « landes », présentes dans la nomenclature des peuplements forestiers, ont été exclues de cette trame et rattachées à la trame milieux ouverts.
FORÊTS FERMÉES DE CONIFÈRES +/- SPONTANÉES	
BD Forêt® Version 2 : Forêt fermée à mélange de conifères prépondérants et feuillus - FF32 Forêt fermée de pin sylvestre pur - FF2-52-52 Forêt fermée de conifères purs en îlots - FF2-00 Forêt fermée de sapin ou épicéa - FF2G61-61 (> 1 000m)	-> Forêts fermées résineuses semi-naturelles, c'est-à-dire non plantées. Les pessières et les sapinières au-dessus de 1 000 m ont été considérées comme semi-naturelles. En-dessous de 1 000 m, elles ont été rattachées à la sous-trame plantations.
FORÊTS FERMÉES DE FEUILLUS +/- SPONTANÉES	
BD Forêt® Version 2 : Forêt fermée à mélange de feuillus - FF1-00-00 Forêt fermée à mélange de feuillus prépondérants et conifères - FF31 Forêt fermée d'un autre feuillu pur - FF1-49-49 Forêt fermée de châtaignier pur - FF1-10-10 Forêt fermée de chênes décidus purs - FF1G01-01 Forêt fermée de feuillus purs en îlots - FF1-00 Forêt fermée de hêtre pur - FF1-09-09 Forêt fermée de robinier pur - FF1-14-14 Forêt fermée sans couvert arboré - FF0 Inventaire des zones humides l'Ain - Forêts humides	> Forêts fermées de feuillus, quelle que soit l'altitude. Cette catégorie comprend la plupart des forêts de feuillus, à l'exception des forêts cultivées. La catégorie « Forêt fermée de chênes décidus purs » comprend également les plantations de chênes rouges, qu'il est impossible d'individualiser.
PLANTATIONS FEUILLUES OU RÉSINEUSES	
BD Forêt® Version 2 : Forêt fermée à mélange d'autres conifères - FF2-90-90 Forêt fermée à mélange de conifères - FF2-00-00 Forêt fermée à mélange de pins purs - FF2-80-80 Forêt fermée d'un autre conifère pur autre que pin - FF2-91-91 Forêt fermée d'un autre pin pur - FF2-81-81 Forêt fermée de douglas pur - FF2-64-64 Forêt fermée de mélèze pur - FF2-63-63 Forêt fermée de pin laricio ou pin noir pur - FF2G53-53 Forêt fermée de sapin ou épicéa - FF2G61-61 (< 1 000 m) Peupleraie - FP	-> Forêts cultivées, dont les plus répandues dans le département sont les pessières et les peupleraies. L'existence d'une sous-trame regroupant les plantations est cohérente du point de vue du paysage et du point de vue de la gestion. Sans stigmatiser les plantations, il parait logique d'en faire une sous-trame du fait de leur nature particulière et de leur forte anthropisation.

LA CARTOGRAPHIE DES MILIEUX OUVERTS



Cette trame regroupe tous les milieux constitués de sol nu ou de strates herbacées et arbustives dominantes, de la roche (falaises, affleurement, etc.) à la lande fermée.

Les milieux ouverts représentent 46 % du territoire et sont une composante dominante du paysage sur toute la moitié ouest du département (Bresse, Dombes, Val de Saône). A l'est, ils sont plus souvent mélangés avec d'autres milieux ou possèdent une structure différente.

Les milieux ouverts ont été abordés par la permanence annuelle de leur couvert végétal. En effet, le sol nu hivernal et le labour complexifient le déplacement de nombreuses espèces. On identifie ainsi trois sous-trames parmi les milieux ouverts :

- **les milieux ouverts à couvert végétal permanent** ;
- **les milieux ouverts à couvert végétal temporaire** (au moins 1 labour par an) ;
- **les autres milieux ouverts (à couvert végétal hétérogène)**.

Sous-trames : données et choix méthodologiques

La trame milieux ouverts est constituée des polygones du fond physionomique renseignés avec diverses données :

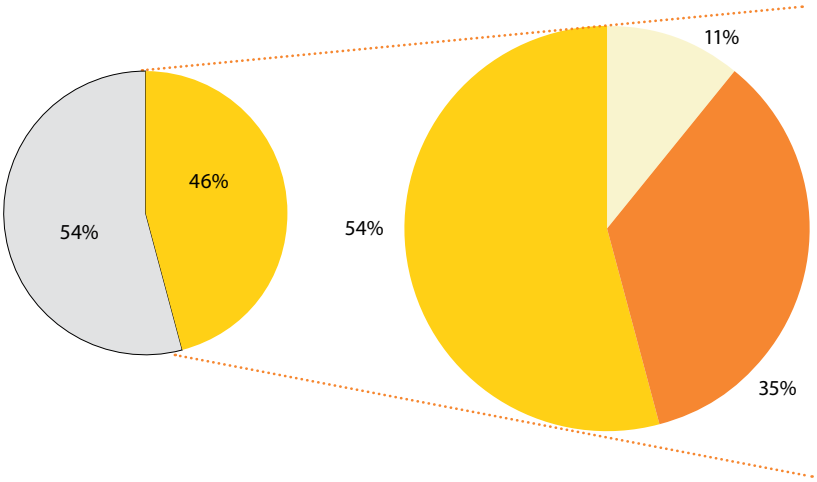
- le registre parcellaire graphique (RPG) pour les espaces agricoles ;
- l'inventaire des pelouses sèches du département de l'Ain (iPS 01) ;
- l'inventaire des zones humides du département de l'Ain (iZH 01) ;
- la BD TOPO® de l'IGN ;
- la BD Forêt® V2 de l'IGN.

Afin d'avoir un panel exhaustif des milieux ouverts représentatifs du département, certaines données ont dû être produites par **traitements SIG**, en complément de l'existant :

- les secteurs rocheux (zones de pentes et falaises) ;
- les golfs, aérodromes, etc..

	DONNÉES CONSTITUTIVES ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES	
MILIEUX OUVERTS À COUVERT VÉGÉTAL PERMANENT		
Cette sous-trame est constituée : -> des milieux rocheux : zones de pentes avec des éboulis et peu de végétation, falaises et carrières en activité ; -> des milieux ouverts permanents d'origine agricole : prairies permanentes déclarées par des agriculteurs ; -> des milieux ouverts permanents d'origine naturelle : pelouses sèches et zones humides (marais) non exploitées, landes, friches, et fruticées ; -> des milieux ouverts permanents artificialisés : golf, aérodromes, etc.		
Milieux à sol nu permanents	Requête SIG sur les pentes > 75 %	Mise en évidence des zones de fortes pentes
	BD TOPO®	Item « Carrière en activité » de la BD TOPO®
	Digitalisation des milieux ouverts à plus de 25 % de sol nu	Mise en évidence des falaises
Éléments du fond physionomique IGN composés à plus de 75% de milieux ouverts à couverts permanents naturels	iPS 01	Polygones constitués de plus de 25 % de PS
	BD Forêt® Version 2 iPS 01(pré-inventaire)	Polygones constitués de plus de 25 % de Landes/friches/fruticées
	iZH 01 sauf code SDAGE 12	Polygones constitués de plus de 75 % de ZH permanentes
Éléments du fond physionomique IGN composés à plus de 75% de milieux ouverts à couverts permanents agricole	RPG codes 17 & 18	Polygones constitués de plus de 75 % de RPG 17/18
Éléments du fond physionomique IGN composés à plus de 75% de milieux ouverts à couverts permanents artificialisés	BD TOPO® Digitalisation des golfs	Mise en évidence des milieux prairiaux artificialisés (greens de golfs, pelouses d'aérodromes).
MILIEUX OUVERTS À COUVERT VÉGÉTAL TEMPORAIRE		
Cette sous-trame représente les milieux cultivés dont le sol est mis à nu une partie de l'année : -> des milieux ouverts temporaires d'origine agricole : prairies temporaires et cultures ; -> des zones humides cultivées.		
Éléments du fond physionomique IGN composés à plus de 75% de milieux ouverts à couverts temporaires	RPG codes 19 & 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/15/16/20/21/22/24/25	Polygones constitués de plus de 75 % de RPG 19, etc.
	iZH 01 code SDAGE 12	Zones humides non permanentes (sols retournées, cultivés)
AUTRES MILIEUX OUVERTS		
Cette sous-trame correspond aux milieux ouverts à couverts « mélangés » composés en partie de milieux temporaires et en partie de milieux permanents, et généralement d'origine agricole.		
Éléments du fond physionomique IGN composés à moins de 75% de milieux ouverts à couverts permanents et à moins de 75% de milieux ouverts à couverts temporaires	Ilôts RPG autres que assimilés à : Permanents = > 75% permanents (codes 17/18) ou Temporaires = >75% temporaires (codes 19 & 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/15/16/20/21/22/24/25)	

Part des milieux ouverts dans le département de l'Ain



Milieux ouverts à couvert végétal hétérogène
Milieux ouverts à couvert végétal permanent
Milieux ouverts à couvert végétal temporaire

Le département se démarque par la dominance des cultures dans les modes d'exploitation agricole.

ZOOM SUR LA TÉLÉDÉTECTION DES HAIES

Une valeur ajoutée de l'occupation du sol est la **télédétection des haies à l'échelle du département**. Cet inventaire très précis est un apport majeur et innovant qui permet d'établir un solide porter à connaissance sur le réseau bocager. Cet inventaire sera directement utilisable dans les documents de planification où la gestion des haies est réglementée.

Partant du constat que la couche « haies » de la BD TOPO® était trop incomplète pour pouvoir analyser convenablement le réseau bocager, élément incontournable du paysage de l'Ain notamment dans la partie ouest du département, un complément d'inventaire a été réalisé.

Pour ce faire, un premier test de photo-interprétation a été effectué, mais les résultats ont été peu concluants :

- l'analyse est trop longue ;
- la photo-interprétation entraîne des biais d'observateur ;
- la présence d'ombres portées sur la photographie aérienne engendre des erreurs de surface.

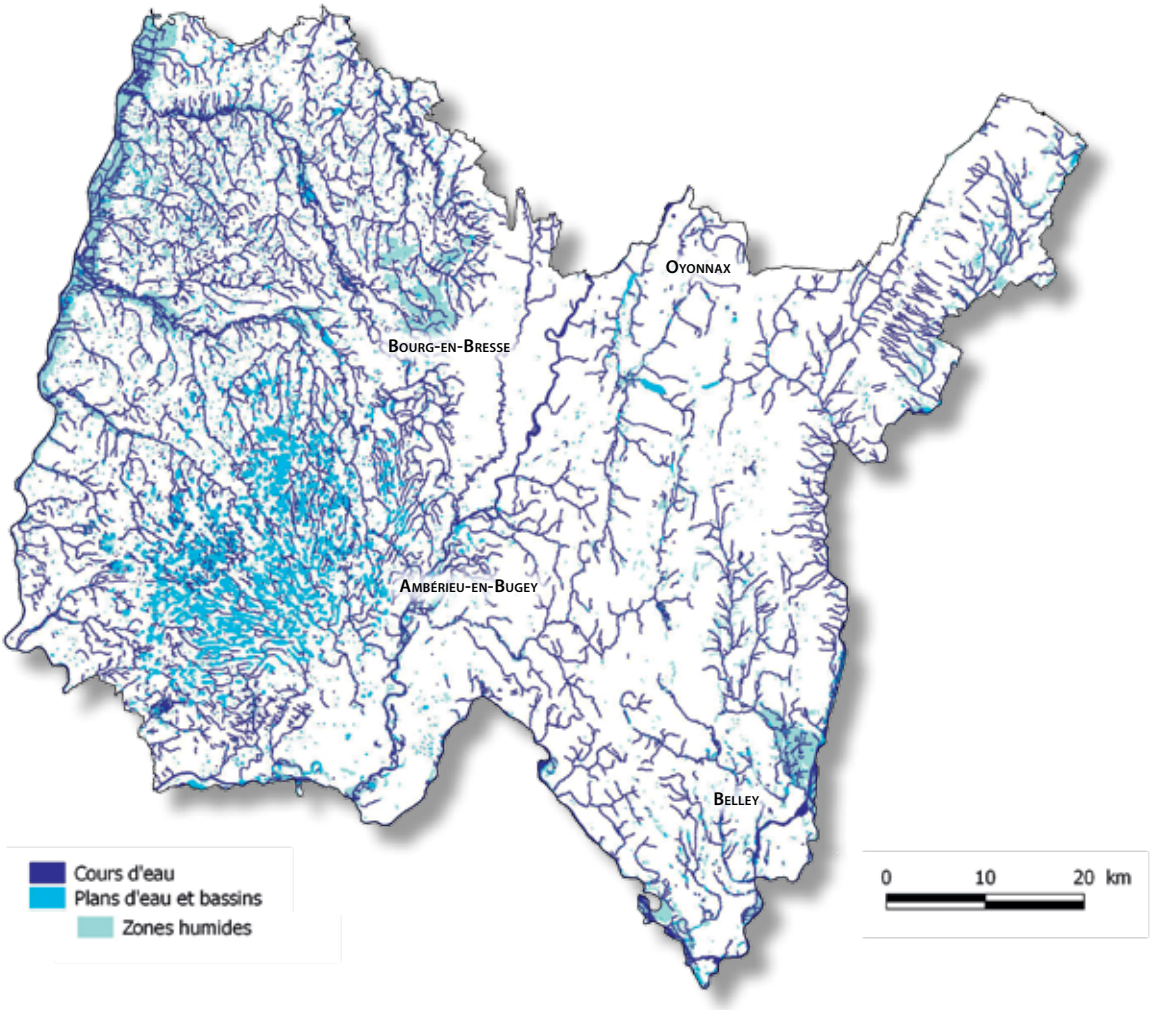
Le recours à une méthode automatique plus efficace s'est donc imposé pour éviter ces problèmes.

Une méthode de télédétection spécifique a ainsi été élaborée et mise en application sur la base des images satellites SPOT 6. L'individualisation des haies par télédétection a permis de les incruster dans le fond physionomique où elles étaient englobées dans d'autres entités. *cf. annexe n°2.*

© IGN Ortho - CenRA SIG

© IGN Ortho - CenRA SIG

LA CARTOGRAPHIE DE LA TRAME BLEUE



La trame bleue regroupe l'ensemble des éléments « aquatiques » du paysage : les cours d'eau et les plans d'eau, qu'ils soient artificiels ou naturels. **Les zones humides sont quant à elles, rattachées à l'occupation du sol de la trame milieux ouverts ou de la trame forestière. Mais leur analyse les rend indissociables de la trame bleue.**

La trame bleue représente 6 % du territoire et est un élément structurant du paysage de l'Ain. Elle est composée de :

- **l'hydrologie linéaire** : les fleuves (la Saône à l'ouest et le Rhône au sud-est) et les rivières (la rivière d'Ain, au centre du département, la Veyle et la Reyssouse à l'ouest, l'Albarine et la Valserine à l'est, etc.) ;
- **l'hydrologie surfacique** : les étangs de la Dombes, les lacs et plans d'eau du Bugey notamment.

Conformément à une instruction du 3 juin 2015 du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, une cartographie des cours d'eau est en cours d'élaboration dans le département de l'Ain. Ce travail a pour vocation d'identifier les écoulements classés comme « cours d'eau » au titre de la police de l'eau, sur lesquels s'applique la réglementation issue des articles L.214-1 à L.214-11 du code de l'environnement. Il s'inscrit dans le cadre d'une démarche nationale de cadrage des interventions sur les cours d'eau.

Une première version de cette cartographie a été établie en 2015. Elle comprend : les cours d'eau avérés issus des bases de données citées précédemment, les cours d'eau dont le statut reste à confirmer et les écoulements n'étant pas des cours d'eau (drains, canaux, etc.).

Cette version étant encore incomplète et non validée (en cours de validation auprès des Syndicats de rivières) au moment de la réalisation de l'occupation du sol de la trame bleue, elle n'a pu être utilisée dans le cadre du projet et d'autres choix ont donc été faits. En revanche, il serait intéressant d'envisager une mise à jour de l'occupation du sol, lorsque la cartographie des cours d'eau du département sera disponible.

Pour constituer la trame bleue, les éléments du fond physionomique ont été renseignés avec la BD TOPO® de l'IGN et l'IZH 01.

Le choix de la BD TOPO® pour représenter l'hydrologie linéaire n'a pas été évident. En effet, les premières ébauches de la trame bleue étaient basées sur la BD CARTHAGE®, qui est la base de données complète du réseau hydrographique français.

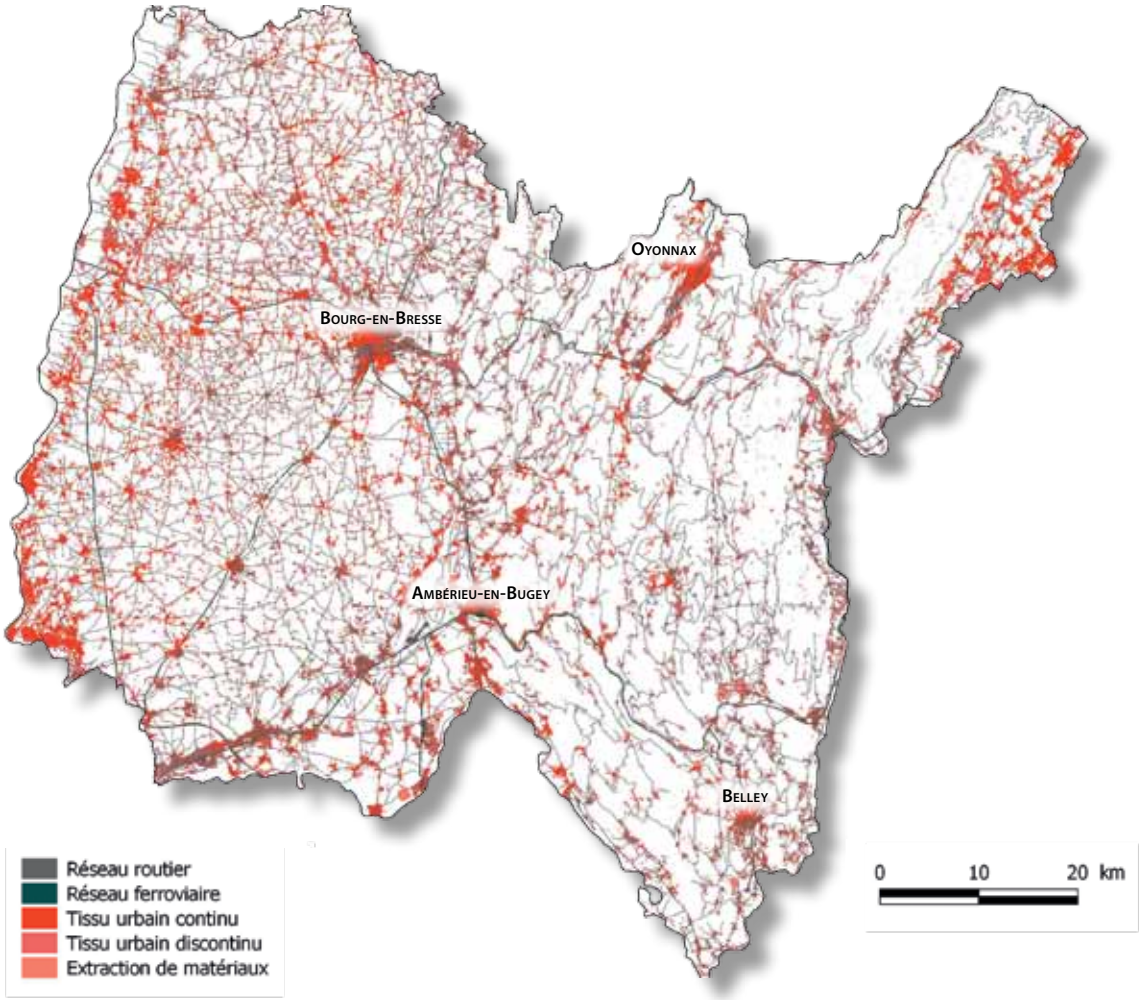
Cette couche cartographique semblait la plus pertinente pour établir le réseau hydrographique constitutif de la trame bleue, mais son utilisation s'accompagnait de certaines contraintes majeures :

- les objets géographiques de la BD CARTHAGE® ne correspondent pas tout à fait à ceux de la BD TOPO® qui constitue le socle du fond physionomique ;
- les tronçons de cours d'eau ne sont découpés de manière très inégale et moins cohérente que ceux de la BD TOPO® (découpés à chaque obstacle : seuil, confluence, barrage, etc.) ;
- les critères de qualifications choisis pour la trame bleue étaient établis pour la plupart sur la base de la BD TOPO®.

C'est donc cette dernière qui a été retenue.

Trame bleue	
	Construction de la donnée
Hydrologie linéaire : cours d'eau	**BD TOPO®** : tronçons cours d'eau.
Hydrologie surfacique : étangs et plans d'eau	**BD TOPO®** : surface en eau permanente **iZH 01** : étangs, lacs et plans d'eau (code SDAGE : 8, 9, 13).

LA CARTOGRAPHIE DES MILIEUX ARTIFICIALISÉS



La trame des milieux artificialisés est composée :

- des infrastructures de transport : routes et voies ferrées ;
- et des bâtiments.

Cette trame correspond à la **tache artificialisée**, qui est construite sur la base d'une modélisation de l'emprise au sol des éléments d'artificialisation du paysage par la création de zones tampons (buffer) autour des objets de la BD TOPO®. Une tache « bâti » et une tache « voies de communication » sont réalisées puis fusionnées pour former la tache « artificialisée ».

Cette tache artificialisée remplace les éléments d'artificialisation présents dans le fond physionomique, non exhaustif vis-à-vis de cette thématique. En effet, plusieurs polygones du fond physionomique situés sur des espaces artificialisés sont mal affectés et d'autres ne sont pas intégrés (= polygones orphelins). Le recours à la méthode RhoMeO a permis de concevoir une donnée précise pour représenter les milieux artificialisés.
La tache artificialisée a été incorporée et individualisée dans l'occupation du sol de la même façon que les haies.

La tache artificialisée est un indicateur de pression de l'artificialisation qui a été élaboré dans le cadre du programme RhoMéO[4] :

Milieux artificialisés	
	Construction de la donnée
Milieux artificialisés	**Bâtiments de la BD TOPO® :** • bâti indifférencié • bâti industriel • bâti remarquable • cimetière • construction légère • construction surfacique • piste d'aérodrome • réservoir • terrain de sport + buffer de 50 m autour de ces éléments
Tache « voies de communication »	**Voies de communication de la BD TOPO® :** • autoroute • quasi-autoroute • route à 2 chaussées • route à 1 chaussée + buffer en fonction de la largeur de l'emprise au sol de l'infrastructure

[4] Collectif RhoMéO, La boîte à outils de suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée, *www.rhomeo-bao.fr,* Conservatoire d'espaces naturels de Savoie, 147 pages + annexes, Publication février 2014 / Version 1 - Indicateur de pression de l'artificialisation - P08 : protocole

Cette première étape de cartographie de l'occupation du sol a été validée en juin 2016 par le Conseil Scientifique des Conservatoires d'espaces naturels de Rhône-Alpes.

ÉTAPE 2 - ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ÉCOLOGIQUE ET FONCTIONNELLE DES TRAMES ÉCO-PAYSAGÈRES

Cette analyse qualitative est une étape décisive de la cartographie des continuités éco-paysagères du département de l'Ain. Elle constitue une réelle plus-value du projet, et a pour ambition de réaliser un **pré-diagnostic de la fonctionnalité des paysages**, afin de cibler plus finement les cœurs de biodiversité, les continuités écologiques et la résistance des milieux aux déplacements des espèces.

En d'autres termes, il s'agit d'**évaluer la qualité des milieux qui composent l'occupation du sol afin d'en tirer des principes de fonctionnalité.**

Ce travail est le fruit de l'expertise du Cen et du CD 01, appuyés par les partenaires techniques du projet : l'ONF et le CBNA. Il est fondé sur la définition, par trame éco-paysagère, d'une série de critères permettant de « noter » les milieux. La combinaison de ces indicateurs via une analyse multicritère permet ensuite de déterminer la qualité écologique et fonctionnelle de chaque polygone de l'occupation du sol, selon une nomenclature de 3 à 5 niveaux, de « très satisfaisante » à « peu satisfaisante ».

L'objectif, in fine, de cette étape est d'**identifier les réservoirs de biodiversité sur le département de l'Ain et d'évaluer la « résistance » des milieux aux déplacements des espèces.**
En effet, une espèce n'a pas la même facilité à se déplacer dans un milieu qui lui est favorable que dans un milieu qui lui est hostile. Elle dépense plus d'énergie dans le second cas, et parcours donc moins de distance.
L'occupation du sol et la qualité écologique des milieux, influent donc sur leur résistance aux déplacements des espèces : le milieu facilite-t-il le déplacement des espèces (= perméabilité forte) ou est-il un frein (= perméabilité faible) ?

MÉTHODOLOGIE

La qualification des trames éco-paysagères a été réalisée en 3 étapes :

- définition de la « bonne qualité » écologique et fonctionnelle des milieux ;
- test et choix des critères de qualification ;
- analyse multicritère et conclusions sur la résistance des milieux.

La bonne qualité écologique et fonctionnelle

La qualité d'un milieu, lorsqu'elle n'est pas définie pour une seule espèce cible (lieux de reproduction, lieux de nourrissage, perméabilité des milieux à cette espèce, etc.) peut être abordée sous plusieurs angles. Dans le cadre de ce travail, le choix a été fait de définir la qualité des milieux au travers :

- de **leur potentiel de fonctionnement** (ex. : interactions naturelles entre trame bleue et zones humides) ;
- de **la diversité des habitats ou des espèces** qu'ils sont susceptibles d'abriter (informations concernant leur patrimonialité, la biodiversité qu'ils accueillent) ;
- du **niveau d'impact des pressions** qu'ils peuvent subir (ex. : forêts anciennes en libre évolution, sols non retournés non imperméabilisés).

Ces éléments sont pris en compte à deux niveaux importants :

- **l'état de conservation des milieux** (c'est-à-dire la qualité intrinsèque du milieu en lui même) ;
- **la fonctionnalité**, (c'est-à-dire le rôle d'un milieu comme support de circulation au sein d'une trame ou entre les trames).

Un milieu est donc considéré comme étant « **de bonne qualité** » ou « **accueillant** » lorsqu'il est diversifié et peu dégradé, d'une surface significative et compacte car il permettra alors plus probablement d'accueillir un panel diversifié d'espèces qui pourront y accomplir leur cycle de vie et s'y déplacer facilement. Plus le milieu est de « bonne qualité », plus il recevra un nombre important de points lors de l'analyse multicritères.

Tests et choix des critères de qualification

En fonction des éléments précédents, **plusieurs indicateurs ont été sélectionnés pour qualifier les trames éco-paysagères.**

Des réflexions ont été menées par les différents intervenants de l'équipe projet, lors de groupes de travail thématiques afin d'identifier, par trame, les critères permettant d'évaluer la qualité des milieux. La pertinence de ces critères a ensuite été évaluée puis ils ont été testés sous SIG. Seuls les plus adaptés (pertinents et opérationnels pour des traitements SIG) ont été retenus.

Les choix effectués tiennent également compte des données :

- Sont-elles disponibles ou peuvent-elles être créées facilement ?
- Sont-elles applicables au 1/25 000ème ?
- Sont-elles homogènes sur l'ensemble du département ?

Le détail de ces critères et des choix méthodologiques inhérents est donné dans les pages suivantes, par trames.

Analyse multicritère

Pour finir, les critères ont été appliqués aux différents polygones constitutifs des trames. **L'analyse multicritères issue du cumul de ces indicateurs, a permis de regrouper les différents milieux selon 5 classes :**

- 1 - Pas satisfaisante
- 2 - Peu satisfaisante
- 3 - Assez satisfaisante
- 4 - Satisfaisante
- 5 - Très satisfaisante
- 0 - Pas de qualification

Ces classes se répartissent différemment selon les trames et la qualification a même été abandonnée pour certaines d'entre elles (cf. détails dans les pages suivantes) :

- Trame forêt = de 1 à 5 ;
- Trame bleue = 0 ;
- Trame milieux artificialisés = 0 ;
- Trame milieux ouverts :
  - milieux ouverts à couvert permanents = 3 à 5 ;
  - milieux ouverts à couvert temporaires = 1 à 3 ;
  - autres milieux ouverts = 2 à 5 ;
  - milieux à sols nus = 0 ;
- haies = 0.

La consultation et l'expertise

Cette **méthode de qualification, choisie et partagée par l'ensemble des partenaires de la démarche**, se veut homogène sur l'ensemble du département. Afin de s'assurer de la pertinence des analyses effectuées, elle ne dispense cependant pas d'une validation des résultats ainsi obtenus, grâce aux connaissances techniques des acteurs du territoire, afin de mettre en adéquation la cartographie des trames éco-paysagères avec la réalité de terrain, et les spécificités des différents territoires.

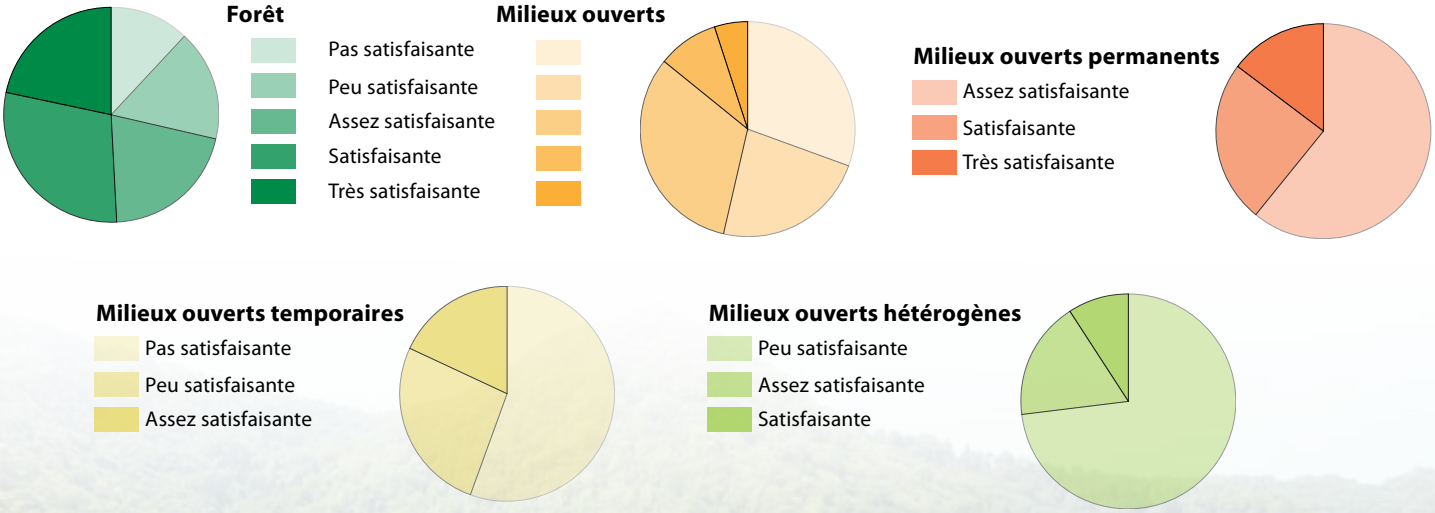
Une **consultation auprès d'experts** a donc été réalisée pour affiner la qualification finale des trames. Ainsi il a été proposé aux acteurs concernés d'apporter leur expertise argumentée, par trame, au travers d'un WebSIG permettant de visualiser les cartes produites aux 1/25 000ème.

Liste des personnes morales consultées :

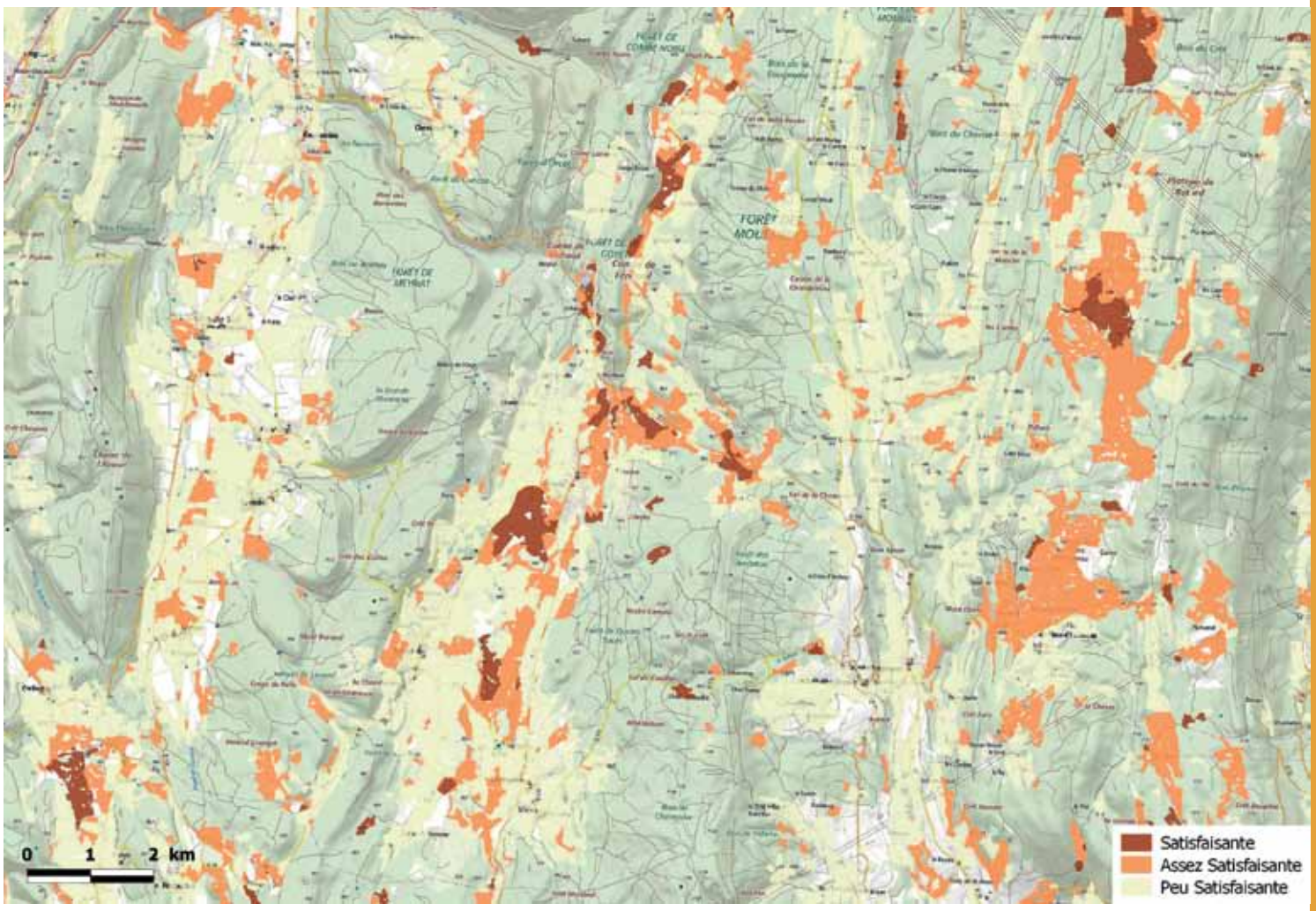
- Syndicats de rivières ou Intercommunalités ayant la compétence « eau » ;
- Fédération de pêche de l'Ain ;
- DDT de l'Ain ;
- ONEMA : service régional et service départemental de l'Ain ;
- Agence de l'eau RMC ;
- ONCFS ;
- CBNA ;
- LPO ;
- CRPF ;
- ONF ;
- CD01, Direction de l'Environnement : service eau et service nature et biodiversité ;
- Cen Rhône-Alpes, antenne de l'Ain : équipe technique.

Ces retours ont ensuite été analysés par l'équipe scientifique et des modifications ont été apportées le cas échéant.

Aperçu de la qualité fonctionnelle des milieux forestiers et ouverts de l'Ain

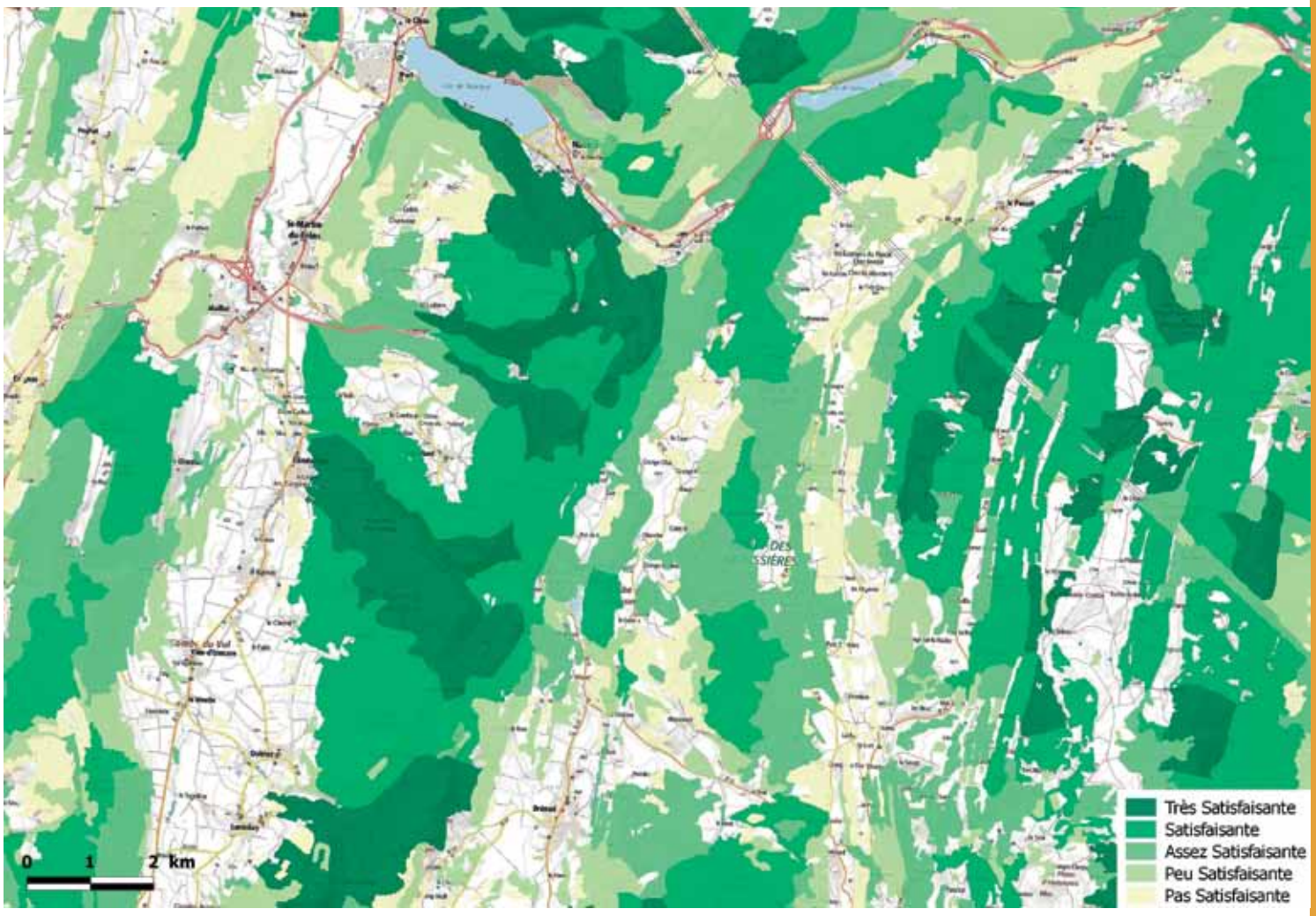


La méthodologie de qualification des trames éco-paysagères a été présentée au Conseil Scientifique des CENs de Rhône-Alpes en juin 2016. Elle a été approuvée et validée par ce dernier, et les orientations résolument novatrices, prises dans le cadre de ce projet de cartographie des continuités éco-paysagères, ont été saluées.



© IGN Scan Express - CenRA SIG

Visualisation cartographique de la qualification des milieux ouverts (ci-dessus) et des forêts (ci-dessous).



© IGN Scan Express - CenRA SIG

ZOOM SUR LES DONNÉES "ESPÈCES"

Compte tenu de l'approche paysagère souhaitée pour le projet, et du parti-pris de ne pas se focaliser sur une entrée espèces « classique », basée sur des espèces parapluie, pour définir les continuités écologiques, celles-ci ont été traitées comme des critères de qualification.

Pour des raisons de disponibilité des données, **seules des données floristiques ont été utilisées**, de façon homogène.

Le **CBNA**[5] a été sollicité, en tant qu'expert et partenaire du projet, pour travailler sur l'exploitation de ces données afin d'évaluer la qualité des milieux et de mettre en évidence les réservoirs de biodiversité au sein de chaque trames.

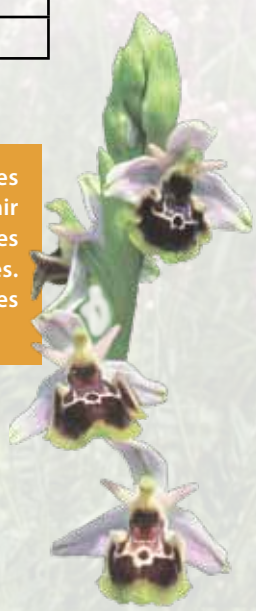
Ainsi **plusieurs cortèges d'espèces végétales ont été définis**, pour permettre, après exploitation des données de présence, d'apporter une information qualitative aux différentes trames et sous-trames.

Les résultats de ce travail ont ensuite été exploités à travers une **note « bonus »** qui entre dans l'analyse multicritère de qualification des trames éco-paysagères.

739 espèces ont été retenues, et ventilées dans les sous-trames (= cortèges), puis notées selon deux critères : la patrimonialité et le caractère indicateur de la fonctionnalité. Chaque espèce peut-être affecté eà plusieurs sous-trames. Le tableau ci-dessous dresse le bilan des espèces sélectionnées :

Trames	Sous-trames	Nb d'espèces dans le cortège
Trame bleue	Cours d'eau et plans d'eau	118
Trame forêt	Forêts fermées de feuillus +/- naturelles	106
	Forêts ouvertes feuillues ou résineuses	25
	Forêts fermées de conifères +/- naturelles	57
Trame milieux ouverts	Milieux à couvert végétal permanent -> fourrés (landes/friches/fruticées)	18
	Milieux à couvert végétal permanent -> prairies permanentes	85
	Milieux à couvert végétal permanent -> pelouses sèches	243
	Milieux à couvert végétal permanent -> zones humides	164
	Milieux à couvert végétal temporaire -> cultures ou messicoles	82
	Milieux à sol nu permanents -> milieux rocheux	66

Soulignons la contribution innovante du CBNA, qui a réalisé un travail de qualité sur les espèces avec une approche patrimoniale, permettant de répondre à une problématique complexe : définir une liste d'espèces déterminantes pour décrire la connectivité écologique. Les réflexions menées jusqu'à présent sur le sujet, n'ont pas toujours abouties ou ont donné des résultats contradictoires. La mission du CBNA est donc un apport scientifique important tant pour le projet que pour d'autres études sur la trame verte et bleue.



[5] T. Sanz, G. Pache, M. Isenman, avril 2016, Contribution à la Trame verte et bleue de l'Ain : mobilisation de données floristiques pour l'identification et l'évaluation de l'intérêt des connectivités écologiques, Conservatoire Botanique National Alpin, 102 p.

LA QUALIFICATION DES MILIEUX FORESTIERS

La qualification des sous-trames forestières a permis de mettre en évidence les forêts ayant des atouts avérés (naturalité, biodiversité, patrimonialité), les forêts « bloquantes » pour la circulation des espèces et les forêts menacées (déconnectées, morcelées, etc.).

THÈMES	CRITÈRES	DONNÉES UTILISÉES	ANALYSE	DÉFINITIONS, ORIENTATIONS ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES	
TRAME FORÊT					
Diversité au sein du boisement	Zones humides ponctuelles	iZH01	Présence/absence	Critères permettant de définir la richesse des forêts en terme de biodiversité : plus une forêt présente des milieux variés (présence de zones humides, de pelouses sèches ou de prairies permanentes), plus elle est riche et accueillante.	
	Forêts humides		Surface relative ZH / massifs		
	Pelouses sèches	iPS01	Surface relative de PS / massifs		
	Prairies permanentes	RPG codes 17 et 18	Surface relative de prairies permanentes / massifs		
Ancienneté, naturalité des forêts	Forêts anciennes (= qui existent depuis longtemps)	Cartes de Cassini	Surface relative / massifs	Forêts présentes sur les cartes de Cassini du XVIIIème siècle.	Critères liés à la naturalité des forêts, à leur ancienneté : plus les forêts sont anciennes ou inaccessibles, plus elles sont préservées et potentiellement riches en biodiversité.
	Vieilles forêts (= inexploitées depuis longtemps)	Données ONF : îlots de sénescence (ILS) des forêts gérées (données disponibles depuis 2010)	Présence/absence d'îlots de sénescence dans les massifs	Îlots de sénescence = secteurs d'évolution naturelle avec des arbres +/- vieux.	
		Données REFORA (IRSTEA) : forêts privées inscrites au réseau FRENE	Présence/absence de forêts FRENE dans les massifs	Réseau des Forêts Rhônalpines en Évolution NaturellE	
		Données FRAPNA : étude sur les vieilles forêts à gros bois	Présence/absence de forêts "FRAPNA" dans les massifs	Forêts riches en arbres de gros diamètres	
Exploitabilité / Gestion	Zones non exploitables	Analyse ONF : Cartuvi	Surface relative / massifs	Secteurs difficiles d'accès et/ou sans desserte forestière avec pente > 30 %	
	Zones hors sylviculture naturelle en évolution libre (HSNLE)	Données ONF	Présence/absence	HSNLE = surfaces inscrites en libre évolution naturelle dans les aménagements, hors ILS et réserves biologiques.	
	Gestion	RBD/RBI	Surface relative / massifs	Réserves biologiques = interventions humaines réduites au maximum (y compris fréquentation)	
Patrimonialité	Sites patrimoniaux	ENS ZNIEFF APPB RNN et RNR Sites gérés Pôle Gestion N2000	Surface relative / massifs : % surface du massif compris dans le zonage biologique	Présence d'un inventaire = reconnaissance officielle d'une valeur patrimoniale	Critères liés à la tranquillité et à la préservation des forêts.
	Cœur de nature	Requête SIG		Réservoirs forestiers = cœurs forestiers compacts et bien individualisés.	
Espèces	Faune forestière	Données CBNA : cortège d'espèces + expertise par milieux	Nombre de points	La présence d'espèces patrimoniales est signe de la bonne qualité d'un milieu et de sa fonctionnalité. Cette note est à considérer comme un bonus dans la mesure où elle ne peut être généralisée de façon homogène à tous les territoires et toutes les trames, faute de disponibilité de données de présence. *Cf. § « Zoom sur les données espèces »*	

LA QUALIFICATION DES MILIEUX OUVERTS

Les milieux ouverts de bonne qualité écologique et fonctionnelle sont des milieux diversifiés (mosaïque d'habitats, structure de la végétation variée, richesse spécifique), sur lesquels les pratiques anthropiques sont compatibles avec des objectifs de préservation de la biodiversité (agriculture raisonnée, entretien des milieux embroussaillés, absence de déstructuration du sol, etc.).

THÈMES	CRITÈRES	DONNÉES UTILISÉES	ANALYSE	DÉFINITIONS, ORIENTATIONS ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES
TRAME MILIEUX OUVERTS				
Diversité	ZH	iZH 01	Surface relative	Critères permettant de définir la richesse d'un milieu ouvert en termes de biodiversité : plus un paysage ouvert présente des milieux variés (présence de zones humides, de pelouses sèches ou de prairies permanentes, stratification variée de la végétation, etc.), plus il est potentiellement riche.
	ZH prioritaire (classe 4)		Nombre	
	Présence de PS	iPS 01	Surface relative	
	Milieux embroussaillés	BD Forêt® + iPS 01 + RPG	Surface relative	
	Mares	iZH 01 + compléments Fond Blanc IGN	Nombre : bonus	
Gestion	ZVN (Zone Vulnérable aux Nitrates)	ZVN DREAL	Surface relative	La présence d'une Zone Vulnérable Nitrate, implique des pratiques de culture raisonnées. En effet, afin de limiter la pollution des eaux par les nitrates, d'origine agricole, la directive européenne Nitrates (91/676/CEE du 12 décembre 1991), prévoit des programmes d'actions encadrant l'utilisation des fertilisants azotés.
Patrimonialité	Sites patrimoniaux	ZNIEFF APPB	Surface relative de sites d'intérêt	Présence d'un inventaire = reconnaissance officielle d'une valeur patrimoniale.
		N2000 Sites du Pôle gestion ENS RNN et RNR	Surface relative de sites gérés	Présence d'un site géré = mise en œuvre d'actions favorables aux milieux.
Espèces	Flore	Données CBNA : cortège d'espèces + expertise par milieux	Nombre de points	La présence d'espèces patrimoniales est signe de la bonne qualité d'un milieu et de sa fonctionnalité. Cette note est à considérer comme un bonus dans la mesure où elle ne peut être généralisée de façon homogène à tous les territoires et toutes les trames, faute de disponibilité de données de présence. Cf. § « Zoom sur les données espèces »

LA QUALIFICATION DE LA TRAME BLEUE

Un essai de qualification de la trame bleue a été effectué. *Cf. Annexe 3 critères de qualification de la trame bleue.*
La qualification d'un cours d'eau en termes de qualité, de quantité et de fonctionnalité, dépend à la fois de caractéristiques propres au milieux et de son contexte. L'analyse s'est donc faite selon deux niveaux :

- les berges de cours d'eau = tronçons de la BD TOPO® => indicateur de proximité qui donne des éléments sur le possible fonctionnement latéral d'un cours d'eau ;
- les fonds de vallées = fonds de vallées topographiques des cours d'eau établis par l'AERMC = indicateur de contexte qui caractérisera les impacts potentiels de l'occupation du sol en proximité d'un cours d'eau et dans l'autre sens, sa marge de manoeuvre latérale.

Le bassin versant, en tant qu'indicateur de contexte n'a pas été retenu car les données disponibles ne sont pas homogènes sur tous les bassins.
L'essai d'analyse multicritères de la trame bleue a été réalisé en 3 étapes :

- qualification des tronçons de cours d'eau et plans d'eau ;
- qualification des fonds de vallée ;
- pondération de la qualification des cours d'eau/plans d'eau par celle des fonds de vallées, en considérant que le contexte permet d'expliquer les phénomènes de proximité.

Suite à la consultation, la qualification de la trame bleue a été abandonnée. En effet, de nombreux choix ont été remis en question au cours de l'expertise :

- l'**occupation du sol de la trame bleue est incomplète** et ne prend pas en compte la cartographie des cours d'eau du département de l'Ain en cours de réalisation, pilotée par la DDT 01.

  → L'équipe projet avait choisi de ne pas utiliser cette donnée, ne sachant pas à quel moment une version finale serait disponible. En revanche une actualisation de l'occupation du sol pourra être envisagée, dès lors que la cartographie des cours d'eau sera terminée et validée.

- La **qualification ne reflète pas vraiment la réalité de terrain** car les données des études locales précises, effectuées sur les cours d'eau par différents syndicats de rivière, n'ont pas été prises en compte.

  → Face à la complexité d'intégrer des données issues d'études locales multiples, et toujours dans un souci d'homogénéité et de cohérence au 1/25 000ème, il a été décidé de mettre ces études de côté. Les particularités locales pourront, par contre, être utilisées dans les suites du projet pour préciser les mesures à envisager pour restaurer des continuités écologiques, à une échelle plus locale.

LA QUALIFICATION DES MILIEUX ARTIFICIALISÉS

La finalité du projet est, à travers la cartographie des continuités éco-paysagères du département, de pouvoir connecter ou reconnecter des milieux naturels entre eux, afin de favoriser la circulation des espèces.

On estime que la trame "milieux artificialisés" n'abrite pas d'habitats naturels à reconnecter. Si elle peut servir de relai pour certaines espèces, au travers des espaces verts urbain et des zones de faible densité d'habitat, elle constitue avant tout un élément de fragmentation du paysage.

C'est pourquoi, elle n'a pas fait l'objet d'une qualification.

ETAPE 3 : CARTOGRAPHIE DES CONTINUITÉS ÉCO-PAYSAGÈRES

OBJECTIFS

L'identification des corridors biologiques à partir de la qualification des trames éco-paysagères a pour objectif final de faire ressortir des niveaux d'enjeux en termes de continuités écologiques :

- Où se trouvent les **cœurs de biodiversité** et les **continuités éco-paysagères d'intérêt départemental ?**
- Quelles sont les **continuités éco-paysagères à maintenir** ?
  => dont la bonne fonctionnalité est à préserver
- Quelles sont les **continuités éco-paysagères à favoriser** ?
  => dans lesquelles des adaptations de pratiques anthropiques sont nécessaires afin d'améliorer la fonctionnalité
- Quelles sont les **continuités éco-paysagères à renforcer** ?
  => dégradées et à restaurer, ou disparues et à recréer ou absentes et à créer.

ORIENTATIONS MÉTHODOLOGIQUES

Plusieurs phases de travail sont nécessaires pour répondre à ces interrogations :

- Choix des **thèmes de continuités** écologiques à étudier ;
- Constitution des **"matrices de résistance"** aux déplacements des espèces inhérentes à ces thématiques ;
- Analyse des **réseaux écologiques** à l'échelle départementale ;
- Analyse des **connexions effectives** sur les secteurs à enjeux ;
- **Cartographie** proprement dite des continuités éco-paysagères.

Pour les phases d'analyse, plusieurs méthodes de cartographie semi-automatique peuvent être mises en œuvre. Ces différentes techniques ont été examinées par l'équipe projet, dont le choix s'est finalement porté sur la théorie des « **circuits électriques** », couplée à celle des « **graphes paysagers** ».

Analyse sur les enjeux éco-paysagers prioritaires de l'Ain

Quatre thèmes de continuités écologiques, représentant les principaux enjeux et l'identité paysagère du département ont été étudiés. L'analyse a porté sur la mise en cohérence de la fonctionnalité et des écosystèmes au sein de chacun de ces enjeux : volonté de l'équipe projet de ne pas analyser la continuité entre des cœurs de biodiversité de thématiques différentes.
Ainsi, pour chacun des 4 enjeux, le projet répond aux 4 objectifs cités ci-dessus.

Pour chaque enjeu sont proposées des continuités propres. Ce choix permet de mieux approcher la complexité fonctionnelle des territoires. Un regard croisé multithématique (cf. p 42) est nécessaire pour aborder toute la complexité des territoires.

- **La continuité forestière**

Les paysages forestiers de l'Ain sont diversifiés, avec une forte représentativité dans la moitié est du département, et des boisements plus fractionnés sur les plaines et vallées alluviales de la moitié ouest. Avec 37% d'occupation des sols constituée de forêts, la filière économique bois énergie est d'ailleurs fortement développée dans l'Ain. Les boisements accueillent la majorité des grands mammifères départementaux et l'enjeu en termes de continuité primordial.

- **Les "bocages fleuris" : la continuité bocagère**

Cette thématique de dispersion correspond au maillage de haies et de prairies permanentes. Elle comporte une entrée « insectes pollinisateurs », avec l'idée que le mélange de haies diversifiées et de prairies permanentes riches en fleurs leur est favorable. En effet, les insectes pollinisateurs qui effectuent une partie de leur cycle de vie dans les haies et se nourrissent dans les prairies permanentes ont une distance de vol quotidienne maximale de 300 m. Plus le maillage de haies est dense autour des prairies permanentes, plus la configuration est favorable à ces insectes. Le "bocage fleuri" recouvre donc à la fois la notion de paysage bocager et d'agronomie (rôle "économique" des insectes pollinisateurs).

- **La continuité des zones humides, en lien avec la trame bleue**

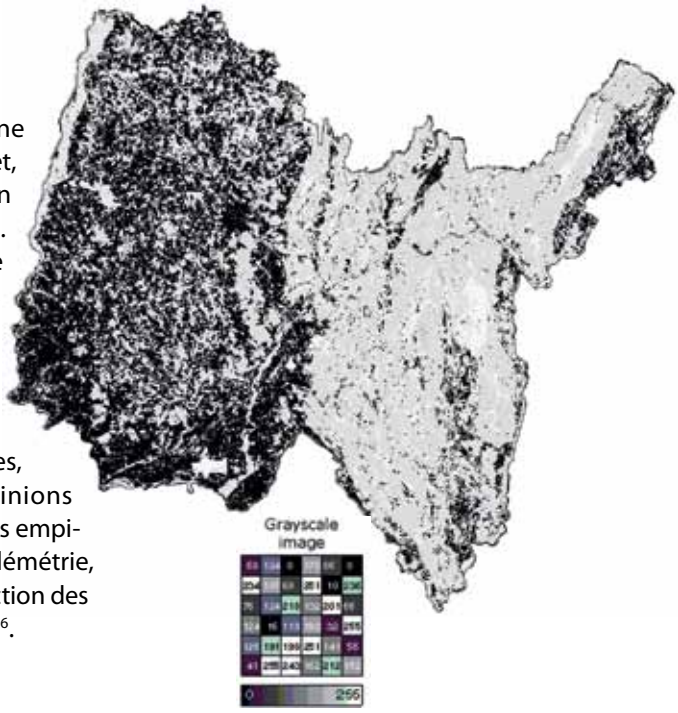
L'inventaire des zones humides a été réalisé en 2011 par le Cen RA et le Département de l'Ain. Un plan d'actions ambitieux et multipartenarial en est le prolongement.
Des étangs de la Dombes aux prairies alluviales du Val de Saône, des lacs glaciaires et tourbières du Bugey au marais de Lavours, la richesse paysagère, économique et écologique des zones humides constitue un atout indéniable pour le département. Travailler la continuité des ces milieux fortement menacés de fragmentation est un enjeu majeur à l'échelle départementale.

- **La continuité des prairies sèches**

Prairies permanentes particulières, en grande partie gérées de façon extensive par le pastoralisme, les prairies sèches sont des milieux marquants dans le paysage. Leur richesse botanique et la précocité de la floraison dans ces milieux, en font aussi des compléments agronomiques intéressants. Un inventaire des prairies sèches porté par le Département, a été réalisé par le Cen RA entre 2013 et 2016.
Souvent petites, relictuelles et fragmentées, les prairies sèches nécessitent incontestablement une mise en réseau pour assurer leur pérennité.

Les matrices de résistance

Pour chaque thématique de continuité considérée, une matrice de résistance a été construite. Cette matrice permet, pour chaque pixel (5x5m dans ce travail) de l'occupation du sol, d'affecter une note de résistance au déplacement. Cela consiste à faire le lien entre les caractéristiques de l'occupation du sol et leur influence sur les déplacements des espèces liées aux habitats considérés (Adriaensen et al., 2003).
Il existe différentes méthodes : généralement, la résistance relative associée aux paramètres du territoire (utilisation du sol, topographie, perturbations anthropiques, etc.) est déterminée à partir de la littérature et d'opinions d'experts, mais il est aussi possible d'analyser des données empiriques (présence/absence, chemins observés par radio-télémétrie, analyses génétiques) dans le cadre d'une fonction de sélection des ressources pour estimer les résistances (Beier et al., 2008)[6].



[6] Beier P, Majka DR, Spencer WD (2008) Forks in the road: choices in procedures for designing wildland linkages. Conserv Biol 22:836–851

Dans le cadre de ce projet, **les matrices de résistance ont été élaborées sur la base des éléments du territoire, selon l'indice de qualité de l'habitat, et en tenant compte de l'évaluation de la qualité écologique et fonctionnelle** des trames éco-paysagères (qualification) réalisée précédemment (cf. Partie 2.). Ainsi, deux peuplements forestiers de même typologie peuvent avoir une résistance différente selon leur qualité fonctionnelle.

Les valeurs ont été distribuées sur une échelle de 1 à 1 000, un poids de résistance de 1 étant associé aux habitats de qualité élevée (forte attractivité) et un poids de 1 000 aux habitats de qualité nulle (bloquants).
Plus de 450 millions de pixels sont ainsi renseignés pour le calcul de chacune des 4 matrices élaborées.

Les graphes paysagers

La théorie des graphes paysagers[7] peut être utilisée pour modéliser le paysage, en le représentant sous forme d'un réseau de nœuds connectés entre eux par des segments. Dans ce réseau écologique, **les nœuds (ou groupes de nœuds) représentent les cœurs de biodiversité et les segments sont les continuités éco-paysagères.** Celles-ci possèdent des caractéristiques variables en fonction de **la résistance des milieux aux déplacements des espèces** et empruntent les chemins de moindre résistance.

Dans les graphes paysagers, la connectivité est évaluée par le biais de métriques, c'est-à-dire de fonctions qui caractérisent la distance entre les éléments (= cœurs de biodiversité) d'un ensemble (= réseau écologique), en combinant les attributs structurels du paysage (= qualité des milieux) et les distances de dispersion des espèces (= matrices de résistance).

Le recours à la théorie des graphes paysagers fournit « une représentation spatiale explicite du paysage permettant d'évaluer la contribution de chaque élément à la connectivité » , et permet de **hiérarchiser l'importance de certains cœurs de biodiversité dans le fonctionnement global du réseau écologique et de cibler les secteurs à enjeux** (cf. § Objectifs, ci-dessus).

Cette approche a permis de faire ressortir les secteurs à enjeux départementaux pour chaque thématique de continuité identifiée. En effet, la modélisation par les graphes paysagers permet d'identifier les secteurs les mieux connectés du réseau écologique, et, de fait, de mettre en en évidence ceux qui sont insuffisamment reliés au réseau principal, où la connectivité serait à améliorer ou restaurer. Seuls les cœurs de biodiversité dont l'enjeu de connectivité est de niveau départemental ont fait l'objet d'un traitement.

Les circuits électriques

De nombreuses approches de cartographie des corridors en France utilisent le principe du "chemin du moindre coût". Le chemin de moindre coût correspond au chemin ayant le coût cumulatif le plus faible entre deux cœurs de biodiversité. Comme les corridors identifiés par cette méthode sont des éléments linéaires, une zone tampon doit être appliquée aux chemins de moindre coût afin de les transformer en corridors. Cette approche schématise des déplacements linéaires et ne prend pas en compte la logique de dispersion à l'opportunité propre à la biodiversité.

L'étude sur le département de l'Ain fait le choix des circuits éléctriques. Cette approche de cartographie des corridors est assez novatrice. L'Irstea notamment en France se penche beaucoup sur la question et plusieurs projets sont en cours.

[7] Keitt, T.H., Urban, D.L., B.T, M., 1997. Detecting critical scales in fragmented landscapes. Conservation ecology 1, 4.

Le choix des « circuits électriques » a été orienté par l'étude comparative de plusieurs méthodes de cartographie des corridors[8]. L'objectif était d'analyser l'influence sur le tracé des corridors, des choix techniques retenus pour modéliser les réseaux écologiques. Ci-dessous sont présentées les principales étapes et différences des méthodes. Sont signalées en bleu, les correspondances avec le projet de cartographie des continuités éco-paysagères de l'Ain :

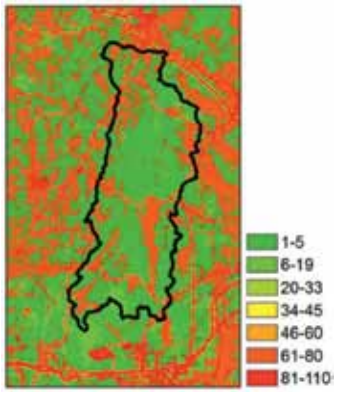
- Définition des « zones nodales »

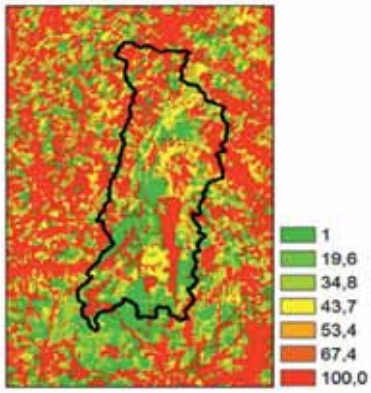
  => Cœurs de biodiversité identifiés par la qualification des trames

- Définition de la matrice de résistance au déplacement, avec 2 approches possibles :

Approche occupation du sol
définition du poids de résistance aux déplacements pour chaque classe d'occupation du sol.

Approche IQH (indice de qualité de l'habitat)
plus un milieu est de qualité, plus il est perméable aux déplacements des espèces.
=> Qualification écologique et fonctionnelle des trames éco paysagères



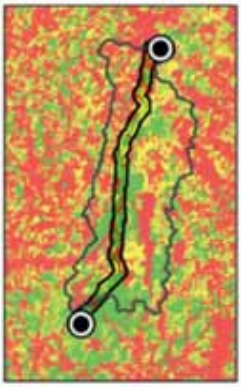


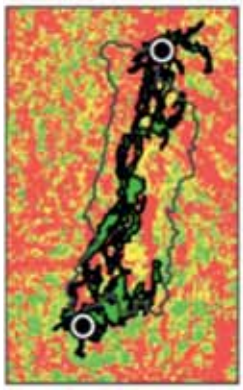
- Définition des corridors **(=> Continuités éco paysagères)** avec 3 approches possibles :

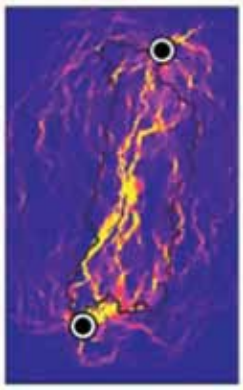
Chemin de moindre coût
représentation des corridors par des fuseaux ex. Cartographie des Réseaux Écologiques de Rhône-Alpes (RERA) et du Réseau Écologique Départemental Isérois (REDI).

Corridors de moindre coût
autour d'un axe reliant deux points, on applique une valeur aux pixels de même occupation du sol, en fonction de leur distance à l'axe.

Circuits électriques
les espèces se déplacent de façon aléatoire mais ont plus de probabilité de passer là où c'est le plus simple autrement dit là où les milieux opposent le moins de résistance comme le fait le courant électrique dans un circuit : « la résistance au déplacement dans le paysage est analogue à la résistance dans un circuit électrique (McRae et al., 2008). »
=> CHOIX FONDATEUR : Approche la plus cohérente avec le déplacement des espèces dans l'espace (déplacement opportuniste), retenue dans le cadre du projet de cartographie des continuités éco paysagères de l'Ain.





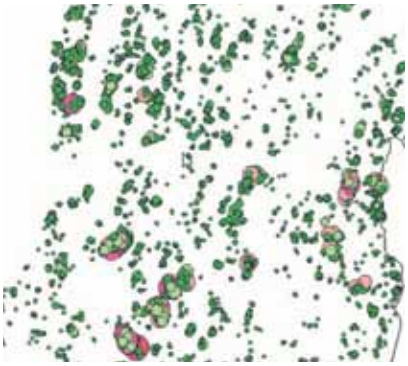
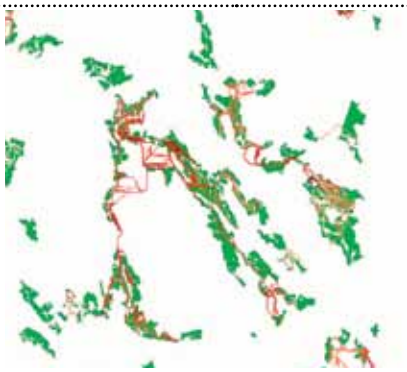
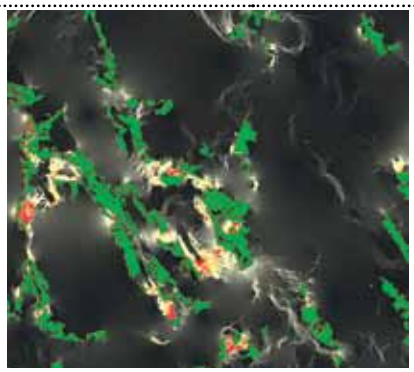


[8] A. Bernier et J. Théau, 2013, Modélisation de réseaux écologiques et impacts des choix méthodologiques sur leur configuration spatiale : analyse de cas en Estrie (Québec, Canada), VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [en ligne], Vol. 13 n° 2, septembre 2013, mis en ligne le 06 octobre 2013 - URL : http://vertigo.revues.org/14105 ; DOI : 10.4000/vertigo.14105

Synthèse de l'approche combinée des graphes paysagers et des circuits électriques

Au regard de l'intérêt de la modélisation par les circuits électriques, de la taille du territoire d'études et de la pertinence à cartographier précisément des continuités là où elles sont de réels enjeux, combiner les approches graphes paysagers et circuits éléctriques s'est imposé. Avon et Bergès (Irstea) écrivaient d'ailleurs en 2015 dans leur étude des outils de la connectivité, en évoquant ces deux méthodes : "A notre connaissance, il n'y a pas d'étude combinant les deux approches, mais il paraît opportun de les utiliser de manière complémentaire."

Le schéma ci-dessous synthétise notre utilisation.

		Analyse des réseaux à l'échelle départementale	**Analyse des connexions effectives sur les secteurs à enjeux**
technique	**méthode**	théorie des **graphes paysagers**	théorie des **circuits électriques**
	outil	**GRAPHAB :** • modélisation des réseaux écologiques • métriques de connectivité des milieux • approche multi-scalaire => nombreuses publications scientifiques, utilisation opérationnelle récente	**CIRCUITSCAPE :** • principe des circuits électriques, • logique de dispersion/colonisation des milieux => pertinence scientifique reconnue & utilisation opérationnelle rare
	logique	**déplacement** : une espèce veut aller d'un point A à un point B.	**colonisation** : une espèce cherche à coloniser de nouveaux milieux et se déplace de façon aléatoire dans le paysage.
	objectifs	Priorisation des enjeux départementaux par territoire et par thématiques de dispersion.	Pré-cartographie des continuités écologiques sur les zones à enjeux.
		 **Graphes paysagers : modélisation du réseau et hiérarchisation des enjeux**	 **Graphes paysagers : définition de la connectivité (identification des liens)**	 **Circuits électriques**
EMBOÎTEMENT MULTI SCALAIRE			IDENTIFICATION DES CORRIDORS ET PRÉCONISATIONS

Le choix de pré-cartographier les continuités écologiques par l'emboîtement des graphes paysagers puis la théorie des circuits électriques a été présenté au Conseil Scientifique des CENs de Rhône-Alpes en juin 2016. Il a été approuvé et validé par ce dernier, et les orientations résolument novatrices, prises dans le cadre de ce projet de cartographie des continuités éco-paysagères, ont été saluées. En effet, la pertinence du raisonnement avait déjà été mise en avant sur d'autres projets, notamment certains pilotés par l'Irstea mais jamais sur un territoire aussi vaste que le département de l'Ain. Et jamais sur un croisement de thématiques aussi complexe que celui de l'étude présentée.

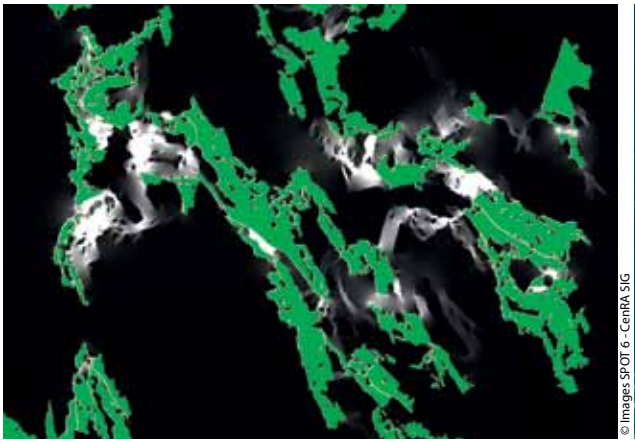
La cartographie des continuités éco paysagères

La modélisation cartographique réalisée selon la théorie des circuits électriques produit des cartes éclairantes et d'une grande précision (car liées aux pixels de l'occupation des sols), mais nécessitent un travail d'expertise adapté. **Elles sont une base théorique d'analyse de la dispersion des espèces dans le paysage.**

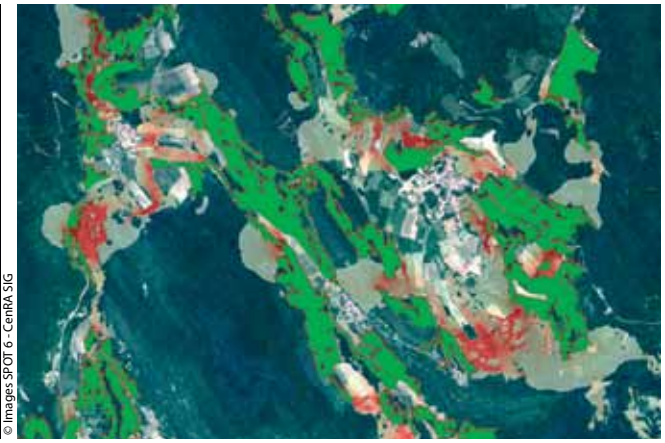
Une méthode d'expertise visant à sélectionner, valider et compléter la modélisation a donc été mise en place. Elle suit 4 étapes :

- **Seuillage des courants minimums**

Pour chaque modélisation un seuil plancher est défini pour sélectionner à partir de quelle valeur l'intensité de la dispersion ne parait plus significatif.



Carte brute issue de la modélisation Circuitscape



© Images SPOT 6 - CenRA SIG

Carte expertisée avec niveaux de seuillage (en rouge, zones de fort courant).

Les tracés de moyenne intensité de courant constituent la base des continuités à favoriser.
Les tracés de forte intensité de courant constituent la base des continuités à maintenir.

- **Sélection des principaux axes de continuité**

Les modélisations effectuées proposent de multiple chemins entre les cœurs de biodiversité. Cette multiplicité couplée à la variation des intensités des connexions semblait un frein à la lisibilité de la cartographie et à sa prise en compte opérationnelle. Au regard des indications d'intensité de "courant", de la structure des paysages et des connaissances de l'expert(e), les zones de continuités majeures ont été retenues pour intégrer la cartographie des continuités.

- **Modelage final des corridors ou continuités éco-paysagères**

La modélisation brute ne suit pas précisément le contours des éléments d'occupation du sol. Même si cela est logique au regard des algorithmes de traitement employés, il a semblé que cela rendait moins lisible les résultats. Ainsi, lorsqu'un élément homogène d'occupation du sol était traversé par une continuité identifié, le choix a été fait de l'intégrer en entier au corridor retenu.

- **Compléments finaux à la cartographie des continuité**

L'ensemble des éléments analysés représentent la connaissance actuelle du paysage à l'échelle et sur le territoire considérés. Le travail de modélisation est donc un reflet des continuités existantes. Il était indispensable de compléter ce travail des éléments du paysages en rupture de continuité mais pour lesquels l'enjeu de reconquête de cette dernière est important. Ce sont les éléments retenus comme continuité à renforcer.

Un groupe de travail associant des experts pluridisciplinaires du Cen, du CD01, du CBNA et de l'ONF a réalisé et **validé** cette dernière étape du travail.

RÉSULTATS

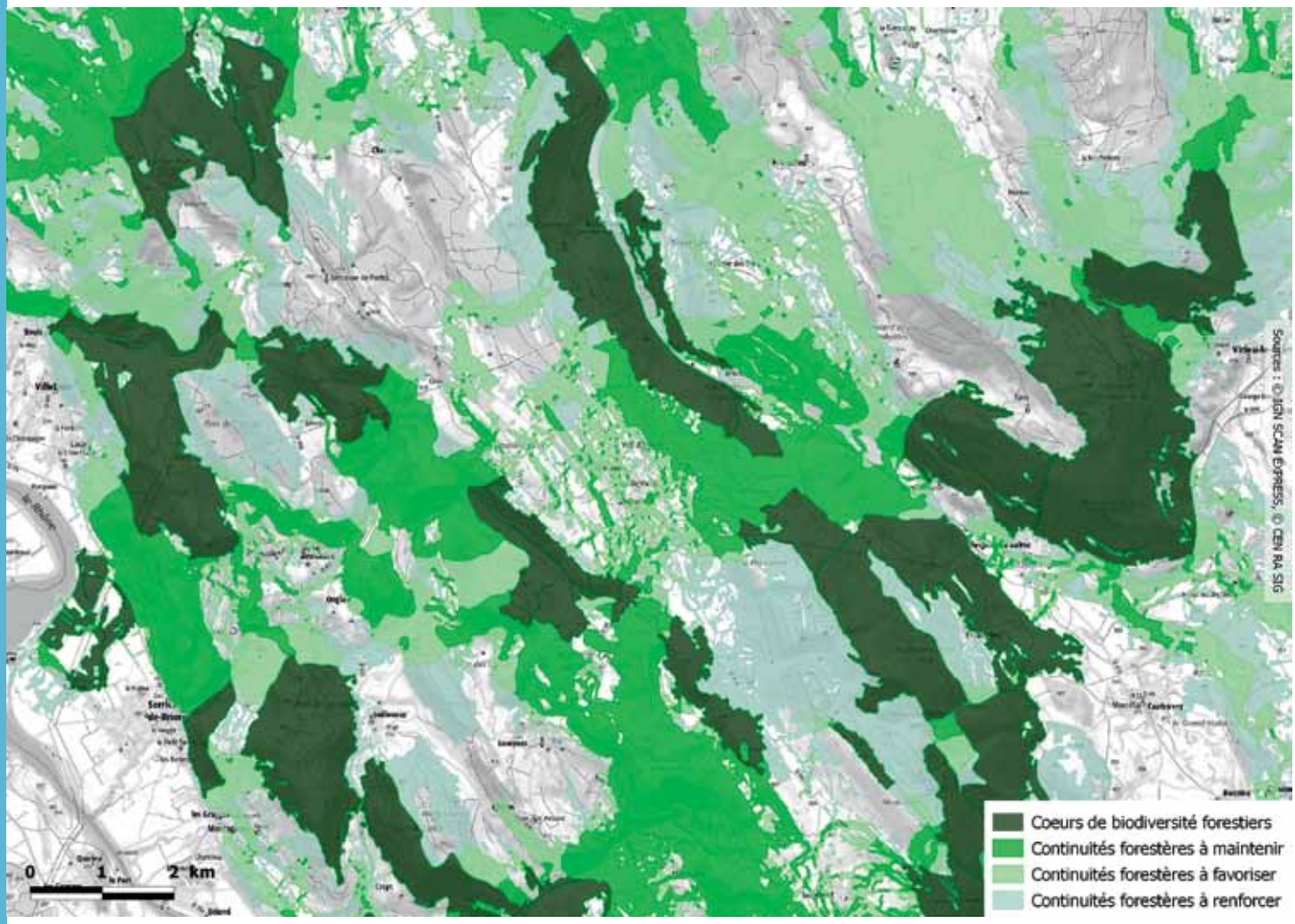
La continuité forestière

Pour la forêt , les cœurs de biodiversité ont été définis à partir de la qualification : les boisements de qualité la plus forte ont été retenus comme cœurs de biodiversité forestiers. Mais seuls ceux dont l'enjeu de connectivité est de niveau départemental ont fait l'objet d'un traitement.

La matrice de résistance associée a été construite selon le raisonnement suivant : pour les écosystèmes forestiers, tous les éléments boisés (surfaciques ou linéaires) sont les plus attractifs, avec une nuance selon leur qualité fonctionnelle. Les plantations sont considérées comme moins attractives, surtout quand leur qualité fonctionnelle est moyenne à insatisfaisante (à l'inverse, une plantation adaptée à la typologie forestière et présentant un sous-étage diversifié peut être attractive). Les milieux artificialisés sont considérés comme des obstacles, tandis que les milieux ouverts à couvert végétal permanent (embroussaillées ou non) peuvent être de bons relais pour les espèces forestières.

L'analyse des résultats des graphes paysagers fait ressortir de vastes secteurs forestiers à forte connectivité, comme l'ensemble de la partie montagneuse du Bugey. D'autres plus petits secteurs comme le sud de Bourg-en-Bresse ou la côtière Dombiste montrent aussi des réseaux de continuités forts entre les cœurs de biodiversité forestiers.

Les cartographies générées selon la théorie des circuits électriques ont été expertisées et partiellement complétées à dire d'experts. On obtient un réseau dense et déjà fortement connecté, notamment par le maillage de haies qui joue un rôle majeur dans le département pour la connectivité forestière. Les secteurs de rupture de continuité nécessitant de la plantation ligneuse sont mineurs ; l'adaptation de pratiques sylvicoles est par contre régulièrement recherchée (plantations résineuses à réserver aux étages de montagne, travail du sous-étage…), ainsi que le maintien ou le confortement d'une continuité déjà existante.



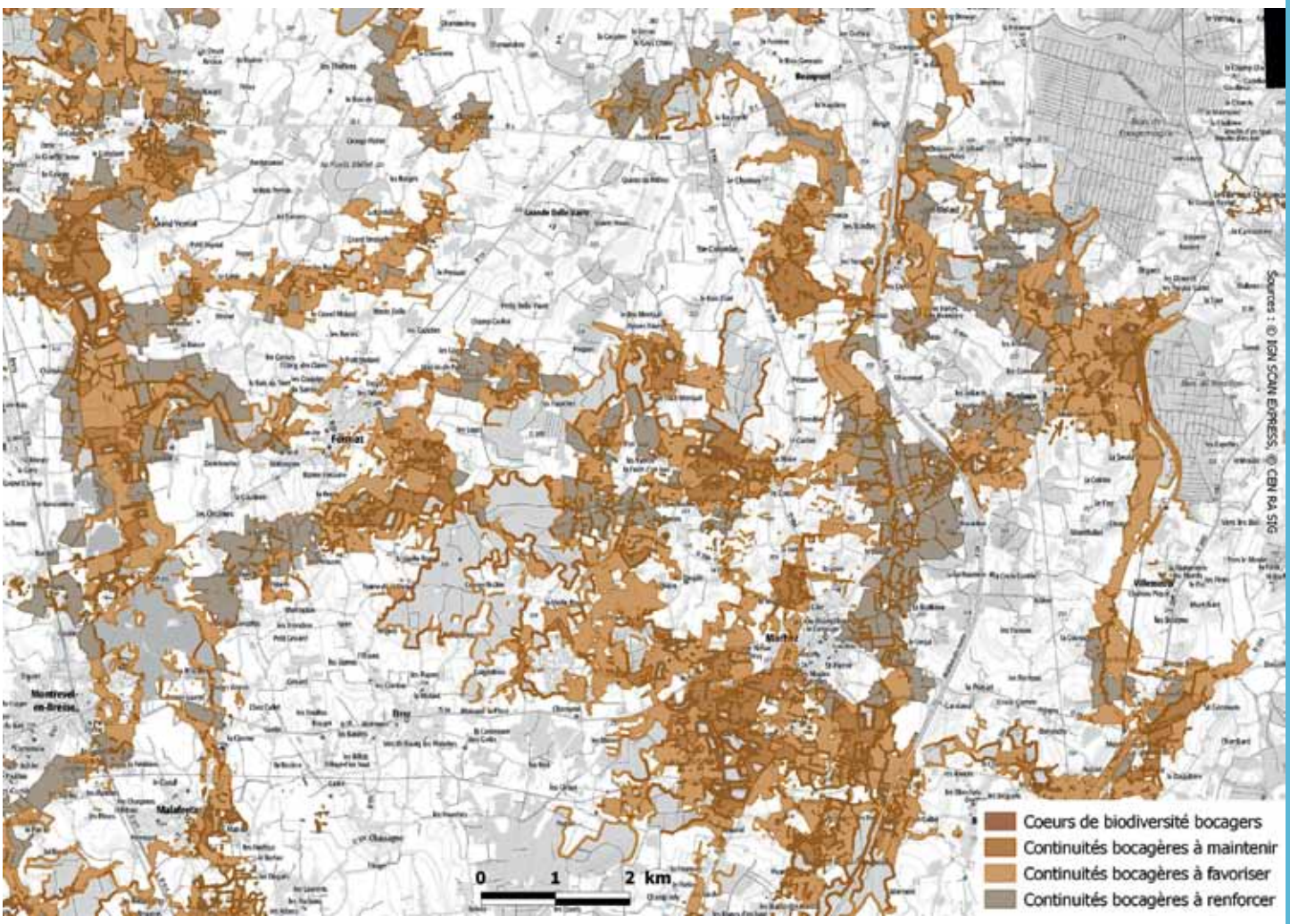
La continuité bocagère

Pour les bocages fleuris, les cœurs de biodiversité ont été définis par le calcul des plus fortes densités surfaciques de prairies permanentes dans un rayon de 300 m autour de chaque élément de haie. Mais seuls ceux dont l'enjeu de connectivité est de niveau départemental ont fait l'objet d'un traitement.

La matrice de résistance associée met en avant **les prairies permanentes et les haies** comme meilleurs éléments de continuité. Des milieux de cultures, des friches embroussaillées ou des boisements ouverts peuvent être des espaces de connectivité relai, quoique de moindre intérêt. Les plus fortes résistances aux déplacements se retrouvent au sein des espaces artificialisés ou des plans d'eau ou cours d'eau.

Des secteurs paysagers ayant une signature bocagère forte comme la Bresse ou les bas-monts gessiens ressortent logiquement de l'analyse des graphes paysagers. Cependant, des plus petits éco-paysages comme certains plateaux bugistes d'agriculture traditionnelle, le vallon de la Valserine ou le Revermont font partie aussi des secteurs à forts enjeux pour la continuité bocagère dans le département de l'Ain.

Les cartographies générées selon la théorie des circuits électriques ont été expertisées et partiellement complétées à dire d'experts. Les marges d'amélioration pour cette trame se regroupent en deux catégories : la densification du réseau de haies en secteur très ouvert, ou la modification de pratiques agricoles pour passer de cultures avec labours à des prairies permanentes de fauche ou pâturage. Certaines ruptures sont fortes aux abords d'agglomérations urbaines ; là, des aménagements au sein de l'urbanisation pourraient être entrepris, ou certaines ceintures vertes renforcées.



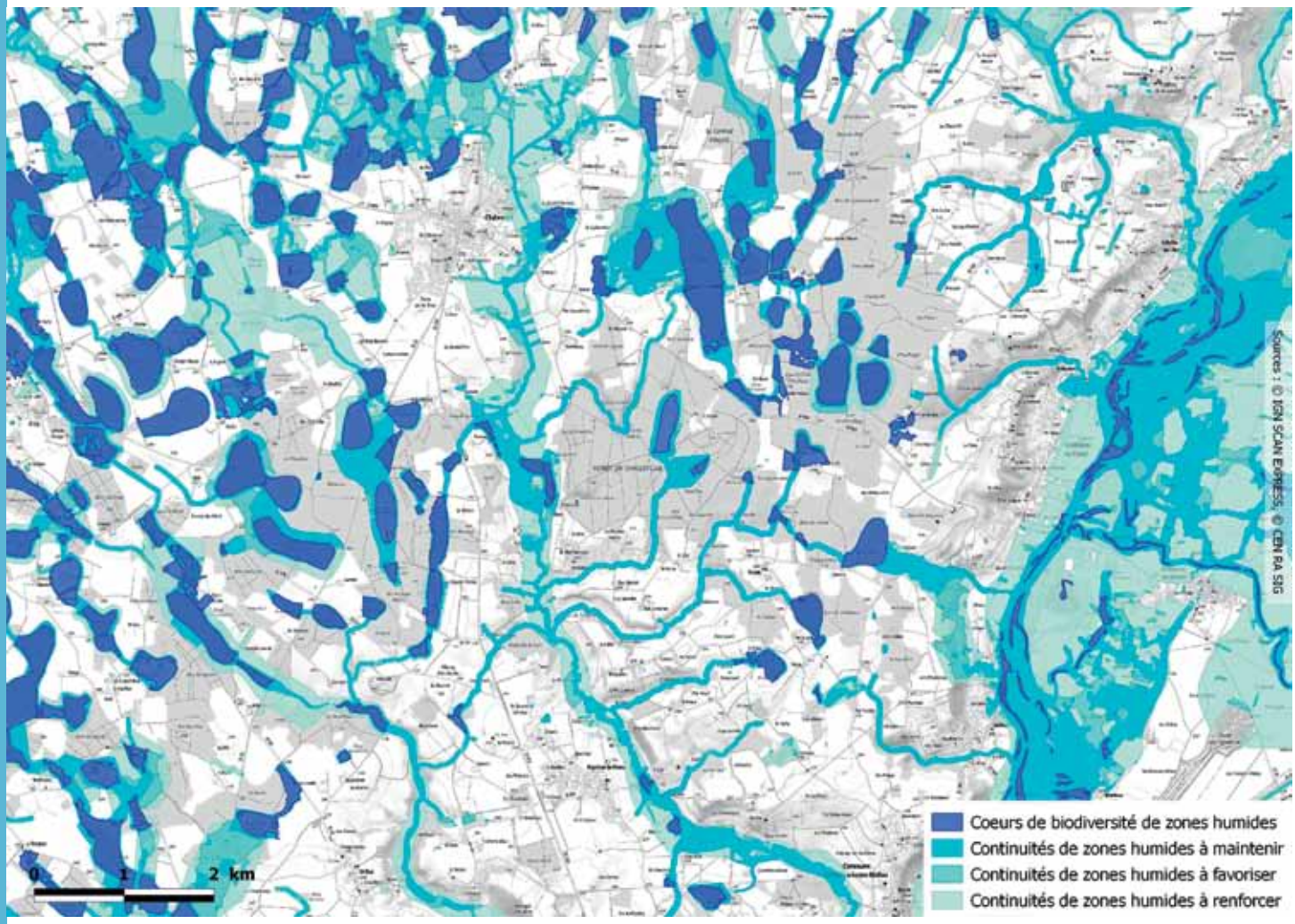
La continuité des zones humides

Pour les zones humides, les cœurs de biodiversité ont été définis à partir de la priorisation réalisée suite à l'inventaire départemental des zones humides. Les zones humides majeures en termes d'atouts écologiques ont été retenues comme cœurs de biodiversité. Mais seuls ceux dont l'enjeu de connectivité est de niveau départemental ont fait l'objet d'un traitement.

La matrice de résistance de cette continuité a été construite selon le raisonnement suivant : les milieux riches en eau et les milieux à couvert végétal permanent (sans labour) sont les plus perméables aux déplacements. En effet, **la circulation de l'eau est un critère prioritaire de déplacement,** parfois passif, des espèces inféodées aux zones humides. C'est pourquoi le lien avec la trame bleue est le plus fort. Les plus forts obstacles aux déplacements sont une fois de plus les milieux artificialisés.
Le raisonnement des déplacements s'est opéré par **fonds de vallées** (fonds de vallées topographiques des cours d'eau établis par l'AERMC), découpage associé à chaque cours d'eau ou zone humide. Ainsi les déplacements sont privilégiés au sein d'un même réseau hydrographique et fonctionnel.

L'analyse des résultats des graphes paysagers fait ressortir de vastes secteurs à forte connectivité, comme l'ensemble du plateau dombiste, ou les grands secteurs alluviaux de la Saône, du haut-Rhône et de la rivière d'Ain. Certaines vallées comme la Valserine, l'Albarine, la Veyle et la Chalaronne sont aussi riches en connexions entre zones humides.

Les cartographies générées selon la théorie des circuits électriques ont été expertisées et partiellement complétées à dire d'experts. On obtient un réseau dense et déjà fortement connecté, notamment par les cours d'eau qui jouent un rôle dynamique majeur dans le département, dans les processus de création et entretien des zones humides. La restauration de la continuité de la trame bleue, déjà bien engagée par les structures porteuses de plans de gestion concertée, est un élément-clé de la pérennité des zones humides. Limiter l'artificialisation des sols ou leur retournement est un moyen tant de maintien de la qualité physico-chimique que d'amélioration de la continuité entre les zones humides.



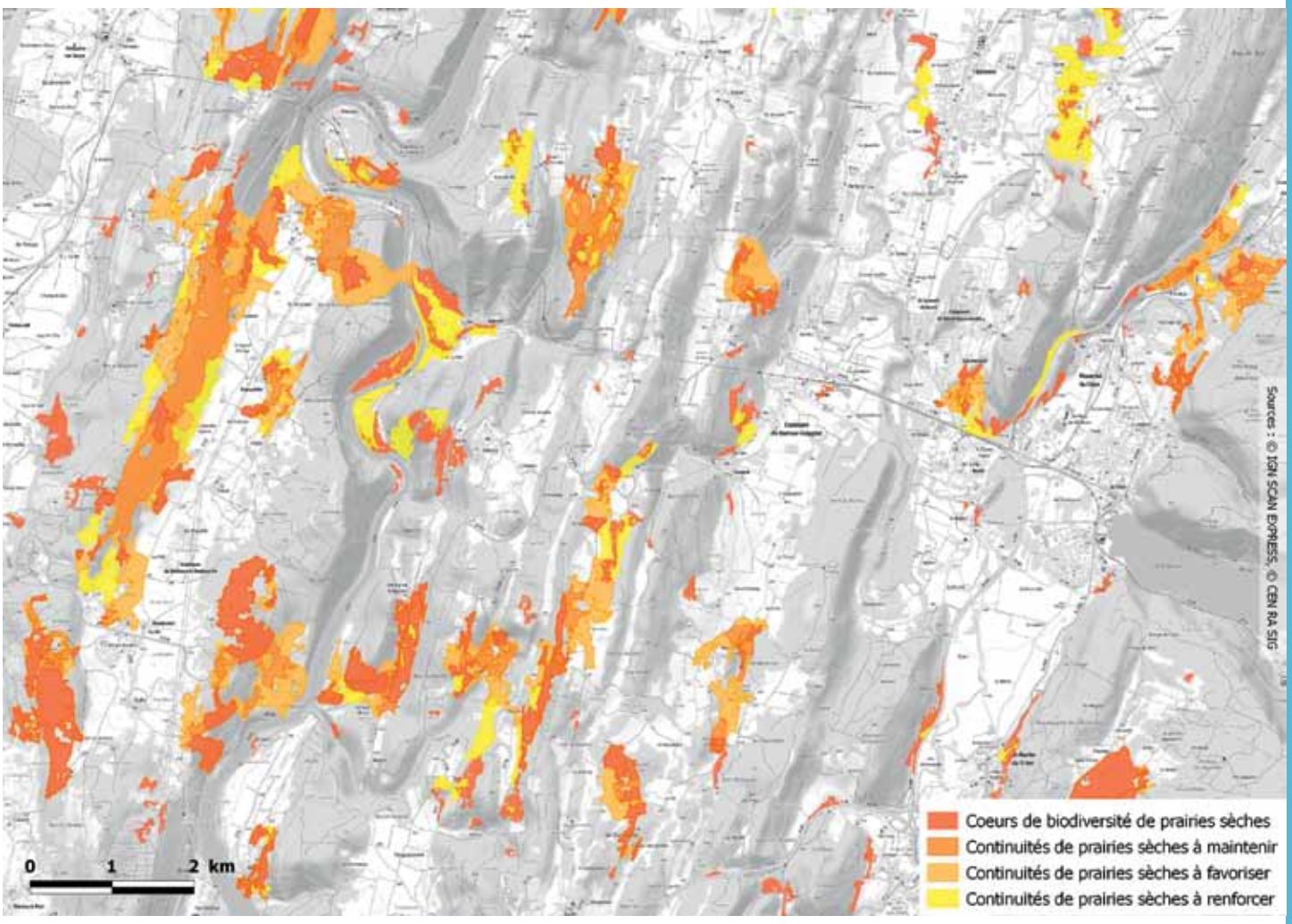
La continuité des prairies sèches

Toutes les prairies sèches ont été retenues comme cœurs de biodiversité. Leur mitage, leur raréfaction, leur petite taille et les menaces qui pèsent sur leur maintien ont été les raisons de ce choix. Mais seuls ceux dont l'enjeu de connectivité est de niveau départemental ont fait l'objet d'un traitement.

La matrice de résistance met en avant les milieux ouverts à couvert végétal permanent, comme les prairies permanentes, comme meilleur élément de continuité. A l'inverse, les milieux densément boisés, les zones artificialisées et les cours d'eau et plans d'eau sont des éléments bloquants pour la circulation des espèces associées.

L'analyse des résultats des graphes paysagers fait ressortir de nombreux petits secteurs de forte connectivité pour les prairies sèches. Le Revermont dans son ensemble, plusieurs sous-réseaux du Bugey sud et les brotteaux sud de la rivière d'Ain sont les secteurs majeurs en termes de continuité des prairies sèches à l'échelle du département.

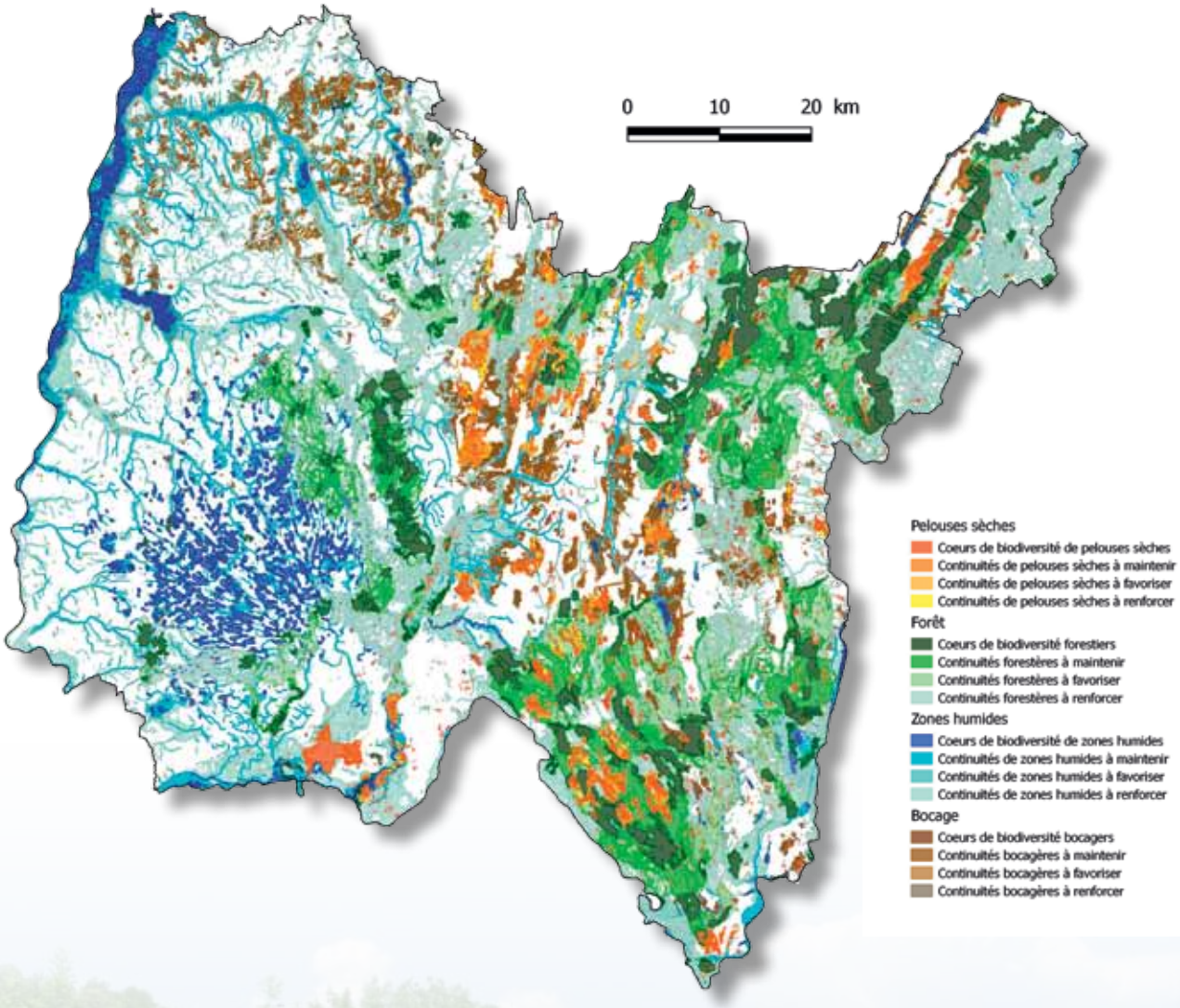
Les cartographies générées selon la théorie des circuits électriques ont été expertisées et partiellement complétées à dire d'experts. On obtient de multiples réseaux regroupant des prairies sèches de petites tailles mais à forte connectivité. L'adaptation de pratiques agricoles pour la réouverture de zones de friches ou pré-bois, ou le non-retournement de certaines cultures, sont des pratiques à favoriser pour reconnecter certaines prairies sèches entre elles. Ponctuellement, du déboisement peut être nécessaire pour créer une zone ouverte entre des prairies sèches fortement isolées.



La continuité multi-thématiques

Le parti-pris de travailler selon les éco-paysages permet de préciser, sur un même secteur, les divers enjeux. **Les résultats des quatre thématiques font partie d'un rendu indissociable qu'il importe de traiter de façon conjointe** dans la définition d'actions associées sur les territoires. Cet outil d'aide à la décision vise en effet à être complet dans l'approche. C'est ensuite aux porteurs de projet locaux d'associer cet outil à leur regard des enjeux sur leur territoire.

Une étape d'analyse "multi-thématique" a été réalisée ; celle-ci met en lumière les finalités communes des continuités et notamment les mesures à préconiser. En effet, l'enjeu est avant tout l'aménagement durable et équilibré des territoires, prenant en compte une diversité d'éco-paysages. **Le croisement des continuités renforce l'enjeu de fonctionnalité des différents secteurs concernés.**



• Croisement de continuités des zones humides avec d'autres enjeux

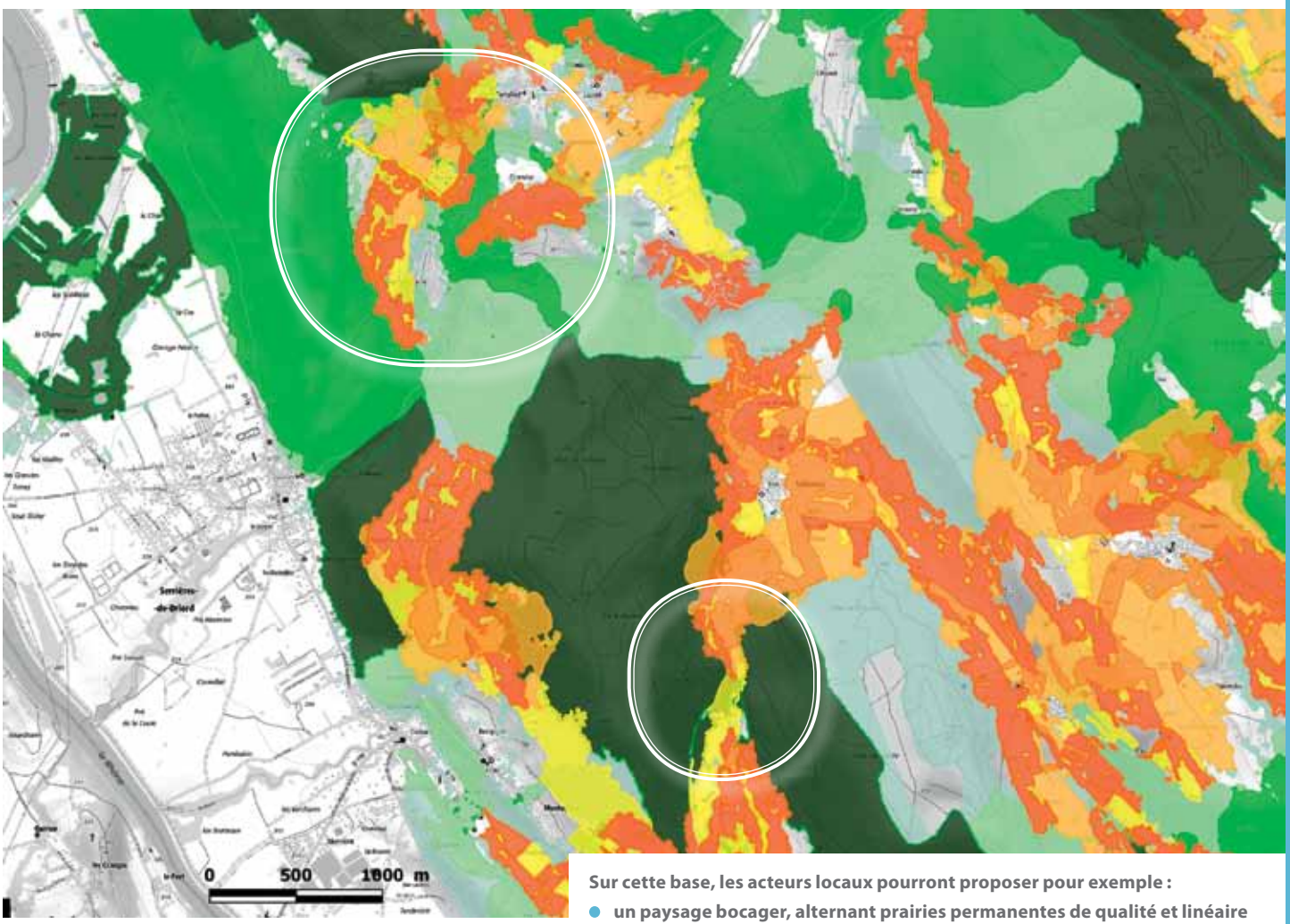
Les zones humides jouent un rôle majeur à l'échelle départementale, tant pour leur qualité écologique que pour leur lien fonctionnel avec la trame bleue. Renforcer ou favoriser la continuité entre les zones humides signifie avant tout assurer la libre circulation de l'eau (pas d'obstacles physiques aux écoulements) et favoriser une infiltration de qualité dans les eaux souterraines : ni artificialisation ni imperméabilisation des sols et limiter leur retournement. **Avec cette mise en lumière, "favoriser" les continuités identifiées des zones humides participe aussi à préserver les continuités forestières, celles des "prairies sèches" et celles du "bocage fleuri".**

• Croisement de continuités du bocage fleuri avec d'autres enjeux

Imbrication de prairies permanentes et de linéaires de haies, le bocage est par nature un enjeu multi-thématique. **Les continuités bocagères intègrent aussi des enjeux "forestiers", de "prairies sèches" ou de "zones humides", leur fonctionnalité en est même fortement renforcée.**

• Croisement de continuités pour l'enjeu prairies sèches et forêts

Ce cas est plus délicat. En effet, favoriser des continuités entre les prairies sèches signifie prioritairement conserver des milieux ouverts et si possible non labourés. Ce qui semble être contradictoire avec la continuité forestière.
Fortement menacées, en déclin, de petites surfaces et bien souvent isolées, les prairies sèches méritent une attention particulière sur le département de l'Ain. Elles doivent être mises en avant par rapport aux forêts (qui bénéficient bien souvent déjà de continuités larges et fonctionnelles).
Le projet n'a pas établi de priorité d'une thématique par rapport à une autre, mais propose de souligner certains secteurs sur lesquels les opérateurs locaux devront se positionner sur les mesures à prendre selon les enjeux du territoire (comme illustré ci-dessous).



Sur cette base, les acteurs locaux pourront proposer pour exemple :

- **un paysage bocager, alternant prairies permanentes de qualité et linéaire continu et stratifié de haies (= éco-paysage répondant aux deux enjeux) ;**
- **un paysage ouvert de prairies permanentes non entrecoupé de haies (= éco-paysage répondant aux enjeux liés aux prairies sèches).**

CONCLUSION

Les élus et techniciens en charge de la prise en compte de la trame verte et bleue sur leurs territoires se retrouvent bien souvent démunis tant la thématique est complexe et insuffisamment outillée. Pour favoriser cette prise en compte, le Département de l'Ain et le Cen ont élaboré une méthode de cartographie innovante aboutissant à la cartographie au 1/25 000è des continuités éco-paysagères de l'Ain.
Son entrée paysagère et fonctionnelle, sa déclinaison possible à différents niveaux d'échelle, ses concepts robustes, ses résultats opérationnels, en font une méthodologie reproductible innovante, véritable outil de pilotage de la TVB sur les territoires.

Téléchargeables librement via la plateforme Web du CD01, les résultats comprennent une occupation des sols détaillée (complétée par la télédétection des haies) ainsi que la cartographie des corridors pour les quatre thématiques suivantes : les prairies sèches, les milieux forestiers, le bocage et les zones humides.

Passer à un plan d'action pour la reconquête de la TVB à l'échelle de chaque territoire reste la prochaine étape, cruciale pour la pérennité des écosystèmes et leurs services rendus à la société. C'est pourquoi une plaquette à destination des élus et des fiches méthodologiques complètent les outils de ce projet.

ANNEXE 1

TYPOLOGIE COMPLÈTE DE L'OCCUPATION DU SOL

code_1	lib_1	code_2	lib_2	code_3	lib_3	couleur
1	Forêts fermées de conifères	11	Forêts fermées de conifères	111	Forêts fermées de conifères purs en îlots	
1	Forêts fermées de conifères	11	Forêts fermées de conifères	112	Forêts fermées de pin sylvestre pur	
1	Forêts fermées de conifères	11	Forêts fermées de conifères	113	Forêts fermées de sapin ou épicéa	
1	Forêts fermées de conifères	12	Forêts fermées mixtes	121	Forêts fermées à mélange de conifères prépondérants et feuillus	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	212	Forêts fermées à mélange de feuillus	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	213	Forêts fermées de châtaignier pur	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	214	Forêts fermées de chênes décidus purs	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	215	Forêts fermées de feuillus purs en îlots	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	216	Forêts fermées de hêtre pur	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	217	Forêts fermées de robinier pur	
2	Forêts fermées de feuillus	21	Forêts fermées de feuillus	218	Forêts fermées d'un autre feuillu pur	
2	Forêts fermées de feuillus	22	Forêts fermées mixtes	221	Forêts fermées à mélange de feuillus prépondérants et conifères	
2	Forêts fermées de feuillus	23	Forêts fermées sans couvert arboré	231	Forêts fermées sans couvert arboré	
3	Forêts ouvertes	31	Forêts ouvertes de conifères	311	Forêts ouvertes de conifères purs	
3	Forêts ouvertes	32	Forêts ouvertes de feuillus	321	Forêts ouvertes de feuillus purs	
3	Forêts ouvertes	33	Forêts ouvertes mixtes	331	Forêts ouvertes à mélange de feuillus et conifères	
3	Forêts ouvertes	34	Forêts ouvertes sans couvert arboré	341	Forêts ouvertes sans couvert arboré	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	411	Forêts fermées à mélange d'autres conifères	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	412	Forêts fermées à mélange de conifères	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	413	Forêts fermées à mélange de pins purs	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	414	Forêts fermées de douglas pur	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	415	Forêts fermées de mélèze pur	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	416	Forêts fermées de pin laricio ou pin noir pur	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	417	Forêts fermées de sapin ou épicéa	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	418	Forêts fermées d'un autre conifère pur autre que pin	
4	Plantations feuillues ou résineuses	41	Forêts fermées de conifères	419	Forêts fermées d'un autre pin pur	
4	Plantations feuillues ou résineuses	42	Peupleraies	421	Peupleraies	
5	Forêts humides	51	Forêts humides	511	Forêts humides	
6	Milieux aquatiques	61	Bassins	611	Bassins	
6	Milieux aquatiques	62	Plans d'eau	621	Plans d'eau	
6	Milieux aquatiques	63	Cours d'eau	631	Cours d'eau intermittents	
6	Milieux aquatiques	63	Cours d'eau	632	Cours d'eau permanents	
7	Milieux artificialisés	71	Zones urbanisées	711	Tissu urbain continu	
7	Milieux artificialisés	72	Mines, décharges et chantiers	721	Extraction de matériaux	
7	Milieux artificialisés	73	Zones urbanisées	731	Tissu urbain discontinu	
7	Milieux artificialisés	74	Réseaux de communication	741	Réseau routier	
7	Milieux artificialisés	74	Réseaux de communication	742	Espaces associés aux réseaux de communication	
7	Milieux artificialisés	74	Réseaux de communication	743	Réseau ferroviaire	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	81	Equipements sportifs et de loisirs	811	Equipements sportifs et de loisirs	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	82	Prairies permanentes	821	Prairies permanentes	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	82	Prairies permanentes	822	Prairies permanentes humides	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	83	Milieux à dominante herbacée	831	Prairies	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	83	Milieux à dominante herbacée	832	Landes	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	83	Milieux à dominante herbacée	833	Milieux embroussaillés	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	83	Milieux à dominante herbacée	834	Pelouses sèches	
8	Milieux ouverts à végétation permanente	83	Milieux à dominante herbacée	835	Zones humides	
9	Milieux ouverts à végétation temporaire	91	Terres arables	911	Vignobles et vergers	
9	Milieux ouverts à végétation temporaire	91	Terres arables	912	Cultures et prairies temporaires	
9	Milieux ouverts à végétation temporaire	91	Terres arables	913	Cultures humides	
10	Sols nus	101	Milieux rocheux	1011	Milieux rocheux	
11	Autres milieux ouverts	111	Milieux agricoles hétérogènes	1111	Milieux agricoles hétérogènes	
12	Haies	121	Haies	1211	Haies	

CARTOGRAPHIER AUTOMATIQUEMENT LA VEGETATION LIGNEUSE

Objectif

L'objectif est ici de générer un produit complémentaire à la BD Topo afin de compléter ses données de végétation ligneuse. Il permet de cartographier automatiquement la plupart des éléments ligneux : bois, bosquets, haies et arbres isolés.

Données initiales

Nous utilisons ici les données radiométriques multispectrales à très haute résolution SPOT6 obtenues auprès du dispositif GEOSUD. L'ensemble des canaux sont utilisées : panchromatique (1.5m), bleu, vert rouge et proche-infrarouge (6m).

Pour l'année 2014, nous disposons de 7 scènes couvrant chacune une partie du département de l'Ain. Chaque scène est traitée séparément de manière à limiter le volume de données, bénéficier des recouvrements pour limiter le problème posé par les nuages sur certaines scènes, et prendre en compte les différences de réflectance entre les scènes en adaptant à chaque fois les paramètres de la méthode proposée.

Prétraitements

Création de masque et découpe des scènes

Sous ENVI (*BasicTools/Masking*), l'ensemble des scènes est découpé selon les contours du département de l'Ain issus de la BDtopo de l'IGN.

Fusion des canaux panchromatiques et multispectraux

Sous ENVI (*Transform/ImageSharpening*), on procède à une fusion du canal panchromatique (haute résolution) et des canaux multispectraux (basse résolution) selon la méthode de Gram-Schmidt. On obtient ainsi de nouveaux canaux multispectraux de résolution équivalente à celle du canal panchromatique (1.5m).

Calcul du *Normalized Difference Vegetation Index*

Sous ENVI (*BasicTools/Band Math*), on calcule à partir des néo-canaux rouge et infrarouge les valeurs de NDVI selon la formule : NDVI = (PIR – R)/(PIR+R).

Génération des indices texturaux d'entropie

Sous ENVI (*Filter/Texture/Co-occurrenceMeasures)*, on calcule à partir de chaque néo-canaux (B, V, R, PIR et NDVI) des séries de valeurs d'entropie (GLCM) pour 3 tailles de fenêtre (3, 7 et 11 pixels) et dans les 4 directions (0° [0,1], 45° [1,1], 90° [1,0] et 135° [1,-1]). On choisit un niveau de quantisation de 32.

Analyse en composantes principales

Sous ENVI, on regroupe pour chaque scène le masque et les indices d'entropie (*BasicTools/LayerStacking)*, puis on réalise une ACP (*Transform/PrincipalComponents*) à l'intérieur du masque (*Select Mask Band)* sur les 60 valeurs d'entropie (*Spectral Subset)* à partir de la matrice de covariance.

On ne conservera que les 2 premières composantes qu'on exportera en GeoTIFF (~90% de la variance).

Analyse orientée-objet

Importation des données sous eCognition

Sous eCognition, on crée un nouveau projet dans lequel on importe l'image SPOT6 panchromatique, les néo-canaux multispectraux, l'indice NDVI ainsi que les 2 premières composantes principales issues de l'ACP sur les indices d'entropie.

Segmentation

Dans le *Process Tree*, on ajoute un processus de *Multiresolution Segmentation.* La segmentation utilise la donnée panchromatique (coeff.2), le proche-infrarouge (coeff.1) et le NDVI (coeff.1). Les paramètres suivants sont proposés : Scale = 50, Shape = 0.8, Compactness = 0.9.

Classification flou supervisée

On crée dans la *Class Hierarchy* 3 nouvelles classes correspondant aux ligneux, champs « lisses » et aux champs « texturés ». Les outils *Classification/Samples/SelectSamples, SampleEditor et SampleSelectionInformation* permettent de sélectionner des polygones-échantillons des 3 classes (~100-200). Pour les champs, on sélectionne ceux se rapprochant visuellement le plus de la végétation ligneuse, d'une part les champs de teinte proche de celle des forêts, d'autre part ceux dont l'apparence est texturée (striée etc...). On paramètre ensuite une classification de type Nearest Neighbor (*Classification/NN/Edit*...) en l'appliquant sur les moyennes et les écart-types des 8 canaux. On applique finalement cette classification floue pour obtenir des probabilités d'appartenance à chaque classe (*Classification/NN/Apply...*).

Classification expertisée

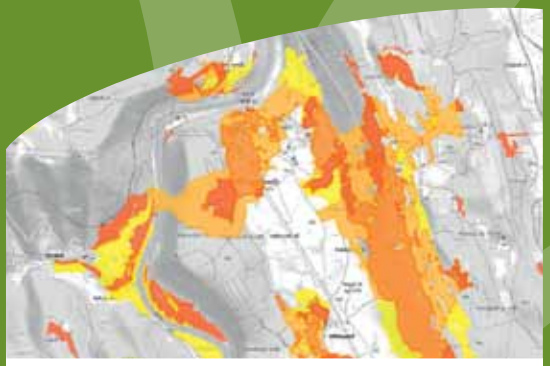
Dans la *Class Hierarchy*, on crée une nouvelle classe qui correspondra à notre sélection de végétation ligneuse. On édite ensuite cette classe en y ajoutant des critères de seuils (*Threshold*). On seuil tout d'abord la probabilité d'appartenance à la classe ligneuse (*Class-related feature*) à 0.85. On crée aussi 2 nouvelles variables arithmétiques : la différence entre la probabilité d'appartenance à la classe ligneuse et celle des champs 1, et de même avec les champs 2. On seuil celles-ci à 0.05. Enfin on choisit le seuil adapté pour la moyenne panchromatique afin d'éliminer les résidus de champs (plus clair que la végétation ligneuses).

Export de la couche

Dans le *Process Tree*, on ajoute un processus *Export Vector Layer* afin de paramétrer l'enregistrement de la couche de végétation ligneuse. On indique notamment la classe concernée, la destination, le nom et le type de fichier, ainsi que le lissage ou non des polygones.

ANNEXE 3
CRITÈRES DE QUALIFICATION DE LA TRAME BLEUE

THÈMES	CRITÈRES	DONNÉES UTILISÉES	ANALYSE	DÉFINITIONS, ORIENTATIONS ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES
TRAME BLEUE				
Indicateur de proximité	Seuils et obstacles hydrauliques	Données ONEMA/ DDT (ROE) + requête SIG	Taux d'étagement	Rapport de la somme des hauteurs des seuils sur la hauteur totale du dénivelé naturel (en %). Cet indicateur permet de prendre en compte les obstacles à l'écoulement du point de vue de l'interruption de circulation de l'eau mais aussi de la hauteur de chute.
	Connectivité latérale	iZH 01	Linéaire de ZH	La présence de ZH associées aux cours d'eau, indique un milieu de qualité et présentant généralement une bonne fonctionnalité.
		Priorisation iZH 01 (sans les menaces)	Surface relative de ZH prioritaires	
		Tâche urbaine Rhomeo (requête SIG)	Linéaire de milieux non artificialisés (= tache artificialisée inversée) + classes de densités d'urbanisation Rhoméo (4/5/6)	Prise en compte de la densité d'urbanisation en considérant que les 3 classes d'urbain sont impactantes pour les milieux.
		Trame forêt (BD Forêt®) RPG iPS 01	Surface relative de couvert végétal permanent (= forêt + PS + milieux embroussaillés + RPG codes 17/18 >75 %)	
	Sites patrimoniaux	ENS, ZNIEFF APPB, RNN et RNR Sites gérés Pôle Gestion N2000	Surface relative = % du linéaire du cours d'eau dans le zonage biologique	Présence d'un inventaire = reconnaissance officielle d'une valeur patrimoniale.
	Indice de forme	Requête SIG	Longueur entre les points de départ et d'arrivée du tronçon / Longueur du tronçon	Prise en compte du méandrage, qui donne une indication sur la naturalité du cours d'eau.
	Inventaire écrevisses (Plan National d'Action)	Fédération de pêche de l'Ain	Présence	L'écrevisse à pieds blancs est une espèce sensible, qui indique une très bonne qualité de cours d'eau. Tous les tronçons de cours d'eau où la présence d'écrevisses a été recensée bénéficient de la meilleure note.
Indicateur de contexte	Milieux non artificialisés	Tâche urbaine Rhomeo (requête SIG)	Surface relative de tache artificialisée inversée	Indicateur du niveau d'artificialisation du cours d'eau.
	Couvert végétal permanent	Trame forêt (BD Forêt®) RPG iPS 01	Surface relative de forêt + PS + milieux embroussaillés + RPG (17/18) >75 %	Pondération proportionnelle à la surface des polygones.
	Mares	iZH 01 + compléments Fond Blanc IGN	Présence	Critère bonus
	ZH	iZH 01	Surface relative	Pondération proportionnelle à la surface des polygones.
	ZH prioritaires	Priorisation iZH 01 (sans les menaces)	Nombre	Les ZH doivent ressortir comme un élément fort du paysage dans la cartographie de la trame bleue, notamment les ZH prioritaires identifiées dans le plan d'action départemental. La priorisation des zones humides a été réinterprétée pour la qualification sans les aspects « menaces », qui relèvent d'éléments potentiels et non factuels.
	ZH de tête de bassin	iZH 01 code SDAGE 6 et 7	Présence	ZH les plus préservées -> logique de gradient amont/aval. Critère bonus.



Fruit de deux années de travail collaboratif, la cartographie des continuités éco-paysagères de l'Ain est un apport majeur pour le territoire. Méthodologie robuste, fiable, reproductible, adaptable et opérationnelle, elle permet d'ajuster au mieux les réalités des territoires et les besoins des écosystèmes.

Le Département de l'Ain et le Cen Rhône-Alpes réalisent ici la synthèse de cet outil méthodologique novateur.

LES PARTENAIRES

Le Département de l'Ain souhaite améliorer la connaissance afin de soutenir les collectivités désireuses de préserver au mieux les "continuités écologiques" au sein de leur document de planification.

Le Cen Rhône-Alpes est un outil technique pour une meilleure préservation du patrimoine naturel dans les territoires. Son expertise concerne autant les cœurs de biodiversité que les zones de continuités.

MARS 2017

AIN 01 le Département

Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes