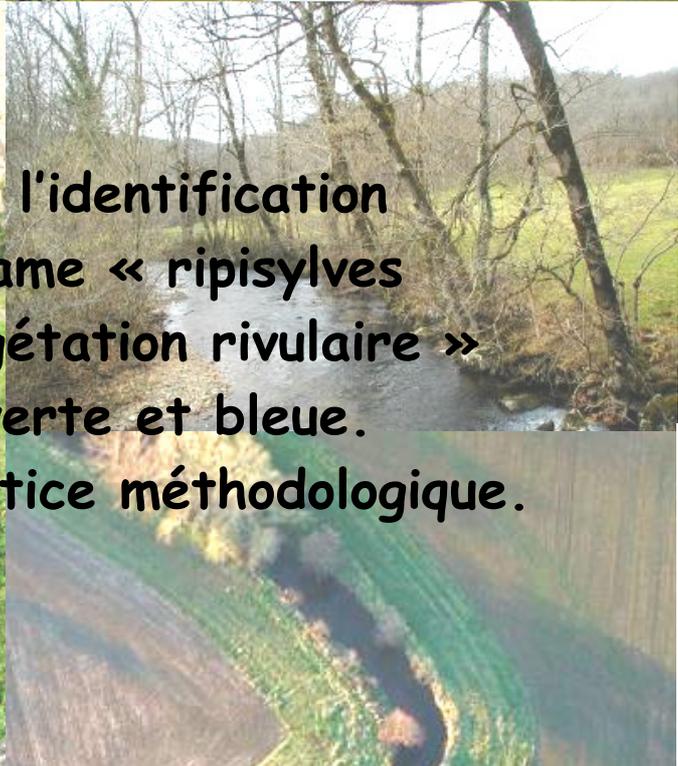




**Stage de fin de Formation des Ingénieurs Forestiers
à l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux
Aquatiques), Délégation Interrégionale
Massif Central**



**Contribution à l'identification
d'une sous-trame « ripisylves
et cordons de végétation rivulaire »
de la trame verte et bleue.
Proposition d'une notice méthodologique.**

Source des photos de la page de garde :

Haut gauche :

<http://www.infomagazine.com/article/sujet-6840,environnement-l-allier-une-riviere-menacee.html>

Haut droite :

<http://www.parc-livradois-forez.org/decouvrir/index.php4?ID=42&rubrique=>

Bas gauche :

<http://www.visoterra.com/voyage-premier-voyage-de-pascool/billom-en-auvergne-2.html>

Centre droite :

<http://www.montagne-bourbonnaise-auvergne.com/Le-Sichon-une-riviere-de-la>

Bas gauche :

<http://www.lefigaro.fr/actualites/2008/04/19/01001-20080419ARTFIG00020-ces-medicaments-qui-polluent-les-rivieres.php>

Stage de fin de Formation des Ingénieurs Forestiers

**à l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux
Aquatiques), Délégation Interrégionale
Massif Central**

**Contribution à l'identification
d'une sous-trame « ripisylves
et cordons de végétation rivulaire »
de la trame verte et bleue.
Proposition d'une notice méthodologique.**

Résumé

Une diminution de la biodiversité est actuellement constatée, celle-ci est due à la détérioration et la fragmentation des milieux naturels du fait des activités humaines. La restauration et la mise en réseau de ces milieux sont alors nécessaires pour éviter la perte d'espèces sauvages. Pour cela des réseaux écologiques sont réfléchis dont la « trame verte et bleue » nationale française, mis en place à l'échelle régionale via le Schéma Régional de Cohérence Ecologique.

La végétation riveraine des cours d'eau, en interaction permanente avec ces derniers, constitue un espace riche en espèces sauvages. Mais celui-ci est également victime de détérioration et de fragmentation. Il est alors important d'essayer de réfléchir à leur intégration au sein de la trame verte et bleue. Lors de ce stage, le travail a consisté en l'élaboration d'une méthodologie de repérage et d'identification des zones de « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle du territoire auvergnat.

Abstract

A loss of biodiversity is now recognized, it is due to deterioration and fragmentation of natural habitats because of human activities. Restoration and networking of these communities is necessary to avoid the loss of wildlife. For that; ecological networks are thinking. The « trame verte et bleue » is the French national network. It is set up at regional level through the Schéma Régional de Cohérence Ecologique.

The riparian vegetation of rivers, in constant interaction with them, is an area rich in wildlife. But it is also victim of deterioration and fragmentation. It is then important to try to think on their integration into the *trame verte et bleue*. During my training, the work consisted in developing a methodology for identifying and locating areas of "ripisylves et cordons de vegetation rivulaire" across the Auvergne area.

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE DE LA FIF

Formation des ingénieurs forestiers de l'ENGREF Agro Paris Tech	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Contribution à l'identification d'une sous-trame « Ripisylves et cordons de végétation rivulaire » de la Trame Verte et Bleue. Proposition d'une notice méthodologique.	Mots clés : Trame Verte et Bleue Végétation rivulaire Cartographie Biodiversité
AUTEUR(S) : Céline MIOLANE	Promotion : FIF 2007- 2010, 18 ^{ème} promotion
Caractéristiques : 1 volume ; 100 pages ; 11 annexes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques), Délégation Interrégionale Auvergne-Limousin

Nom du responsable : Monsieur Pascal BOMASSI
Fonction : Délégué Interrégional de Clermont-Ferrand

Nom du correspondant ENGREF (pour un stage long) : Eric LACOMBE

Tronc commun <input type="checkbox"/> Option <input type="checkbox"/> D. d'approfondissement <input checked="" type="checkbox"/>	Stage en entreprise <input type="checkbox"/> Stage à l'étranger <input checked="" type="checkbox"/> Stage fin d'études <input type="checkbox"/> Date de remise :	Autre <input type="checkbox"/>
--	---	--------------------------------

Contrat avec Gref Services Nancy OUI ~~NON~~

SUITE À DONNER (réservé au service des études)

Consultable et diffusable
Confidentiel de façon permanente
Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable

Remerciements

Avant de commencer ce rapport, je tiens avant tout à remercier :

- Toute l'équipe de l'ONEMA de Clermont-Ferrand qui m'a si gentiment accueillie,
- Monsieur Pascal Bomassi, pour m'avoir reçu au sein de la Délégation Interrégionale du Massif Central ces 6 mois,
- Madame Catherine Brugel qui m'a encadrée lors de ce stage, pour son aide et ses conseils,
- Mademoiselle Lise Humbert et Monsieur William Sremski, pour leur aide, attention et leurs réponses à mes fréquentes questions,
- Les personnels de l'IPAMAC, du CRENAM et de la Maison de la télédétection participant au projet « Trame écologique du Massif Central »,
- Thierry Tormos, du Pôle Etudes & Recherche "Hydroécologie des cours d'eau" du CEMAGREF de Lyon.

Sommaire

INTRODUCTION	7
I. Ecologie du paysage	8
1.1. Le paysage.....	8
1.2. La notion d'échelle.....	9
1.3. Le modèle tache-matrice corridor.....	9
1.4. Processus de fragmentation.....	10
1.5. Dynamique des populations.....	11
1.6. Les corridors.....	12
1.7. Aménagement du territoire.....	13
II. Trames et réseaux écologiques	13
2.1. Composition.....	14
2.2. Cartographie.....	15
2.3 Analyse des continuités écologiques.....	16
III. Réseaux écologiques fluviaux	16
3.2. Emprise spatiale.....	17
3.2. Types de milieux.....	17
3.2. Types de milieux.....	17
3.3. Eléments de réseau.....	17
IV. Ripisylves et cordons de végétation rivulaire	19
V. Sous-ensemble de l'espace fluvial, position expliquant son originalité	20
2.1. Une grande diversité végétale à l'origine d'une mosaïque d'habitats.....	20
2.2. Des milieux productifs.....	20
2.3. Des milieux rares.....	20
2.4. D'autres rôles importants de la végétation rivulaire.....	21
2.5. Des milieux en danger.....	21
2.6. La trame verte et bleue : une solution ?.....	22
VI. La végétation rivulaire sur le territoire auvergnat	22
3.1. Le réseau hydrographique, squelette de l'organisation des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » sur le territoire.....	22
3.2. Les « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » des milieux naturels.....	24
3.3. Les zones de forte probabilité de présence de végétation rivulaire sur le territoire.....	24
3.4. Les zones où la végétation rivulaire est potentiellement restreinte voire absente.....	28
a) Les villes.....	31
b) Les zones d'agriculture intensive.....	34
c) Plantation résineuses.....	37
VII. Cartographie des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle de l'Auvergne	37
7.1. Proposition d'une note méthodologique permettant de cartographier au 1/100 000 ^e les « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle de l'Auvergne.....	37
1° - Délimitation de l'emprise des fonds de vallées.....	40
2° - Utilisation des données d'occupation du sol.....	41
Exemple de mise en œuvre de la méthode sur une portion de la rivière Allier, dans le département du Puy-de-Dôme.....	45
DISCUSSION	57
CONCLUSION	66
BIBLIOGRAPHIE	67
ANNEXES	71

Table des figures

Figure 1 : Eléments de base d'une structure paysagère formant les paysages à savoir les taches, les corridors et la matrice	9
Figure 2 : Quatre éléments fondamentaux de la configuration spatiale	10
Figure 3 : Mécanisme de la fragmentation des habitats	11
Figure 4 : Exemples de structures de populations subdivisées	12
Figure 5 : Différentes fonctions des corridors	13
Figure 6 : Exemple d'éléments de la Trame verte et bleue : réservoirs de biodiversité et types de corridors terrestres	14
Figure 7 : Exemple de Trame verte et bleue composée de sous-trames écologiques spécifiques	15
Figure 8 : La technique de l'érosion dilatation	16
Figure 9 : Forêt alluviale sur la Dore	19
Figure 10 : Coupe transversale du lit majeur d'une rivière	19
Figure 11 : Les cours d'eau d'Auvergne	22
Figure 12 : Les écosystèmes remarquables	24
Figure 13 : Principales zones à cours d'eau mobiles dans le Bassin de la Loire	25
Figure 14 : Répartition du risque inondation sur le territoire auvergnat	26
Figure 15 : Carte de végétation du SIEL sur une portion de l'Allier	27
Figure 16 : Grandes tendances d'occupation du sol auvergnat	29
Figure 17 : Zones forestières où certains peuplements sont issus de plantations	30
Figure 18 : La Loire dans sa partie amont au niveau de la ville de Brives-Charensac, (comptant légèrement plus de 4 000 habitants), en Haute-Loire	31
Figure 19 : La Borne, au niveau du Puy-en-Velay, ville d'environ 20 000 habitants, située dans le département de la Haute-Loire	32
Figure 20 : portion de l'Allier, au niveau de Pont-du-Château, une ville d'un peu plus de 10 000 habitants en 2007, en plein cœur de la plaine de la Limagne	33
Figure 21 : L'Allier, cours d'eau de grande largeur dans la plaine de la Limagne	34
Figure 22 : La Sioule dans une zone agricole	35
Figure 23 : Petits cours d'eau dans une zone de culture du département de l'Allier	36
Figure 24 : Bande enherbée sur certains petits cours d'eau	36
Figure 25 : Classification des réseaux hydrographiques d'après Strahler	38
Figure 26 : Rangs de Strahler des cours d'eau auvergnats	39
Figure 27 : Zones alluviales sur le territoire auvergnat	41
Figure 28 : Buffer	45
Figure 29 : Zone rivulaire : croisement du buffer et de la carte des pentes inférieures à 4°	46
Figure 30 : Zone rivulaire et surfaces en eau	47
Figure 31 : Surfaces en eau ôtées de la zone rivulaire = zone rivulaire 2	48
Figure 32 : Zone rivulaire 2 et Groupe « Cultures » du RPG	49
Figure 33 : Surfaces en culture extraites de la zone rivulaire 2 = Zone rivulaire 3	50
Figure 34 : Zone rivulaire 4 et prairies permanentes	51
Figure 35 : Zone rivulaire, prairies permanentes et végétation arborée	52
Figure 36 : Zone rivulaire non renseignée, prairies permanentes et végétation arborée rivulaire et milieux artificialisés	53
Figure 37 : Zone rivulaire vide de milieux artificialisés, prairies permanentes et végétation arborée	54
Figure 38 : Portion de la carte de végétation du SIEL dont la légende a été simplifiée	55
Figure 39 : Carte de végétation rivulaire potentiellement naturelle et zone alluviale non renseignée enrichie par la végétation potentiellement naturelle présentée par le SIEL	56
Figure 40 : Etendue de la végétation rivulaire naturelle (vert) et de la zone alluviale (rouge) déterminée dans la première étape de la méthode, sur une portion de l'Allier dans la plaine de la Limagne	58
Figure 41 : Zone alluviale, déterminée lors de la première étape de la méthode, au niveau de cours d'eau de pente : la Maronne et ses affluents, dans le département du Cantal	59
Figure 42 : Crues recensées sur le territoire auvergnat	60
Figure 43 : Trois cas de figure pour la courbure verticale	61
Figure 44 : Pente et forme du fond de vallée	62
Figure 45 : Fonds de vallée caractérisés par les bans d'alluvions récentes FZ et Fyz	62
Figure 46 : Des zones de végétation considérée comme rivulaire	64
Tableau 1 : Relation rang de Strahler – largeur du lit mineur	38

Table des annexes

Annexe 1 : Présentation de l'organisme d'accueil : l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux aquatiques)	72
Annexe 2 : Des réseaux écologiques de référence	74
Annexe 3 : Stratégie paneuropéenne pour la préservation de la diversité biologique et paysagère	77
Annexe 4 : Un réseau écologique national français la Trame Verte et Bleue	78
Annexe 5 : Mise en œuvre de la Trame Verte et Bleue à l'échelle régionale via le schéma régional de cohérence écologique	79
Annexe 6 : Appel à projet du MEEDDAT et projet d' « Identification d'une trame écologique du Massif-Central avec extension vers les Pyrénées »	81
Annexe 7 : Travaux de l'IPAMAC	83
Annexe 8 : Les zones rivulaires, des espaces menacés par les activités humaines	84
Annexe 9 : L'Auvergne : Situation et caractéristiques physiques	89
Annexe 10 : Les outils de cartographie disponibles à l'échelle du territoire	94
Annexe 11 : La télédétection	97

Index des sigles

→ Organismes :

AUP =	Agence Unique de Paiement
CEMAGREF =	Centre d'Étude du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts
CEPA =	Conservatoire des Espaces et Paysages d'Auvergne
CGDD =	Commissariat Général au Développement Durable
CRAIG =	Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique
CRENAM =	Centre de Recherche sur l'ENVironnement et l'Aménagement
DIREN =	Direction régionale de l'environnement
DREAL =	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
IFN =	Inventaire Forestier National
IGN =	Institut Géographique National
IPAMAC =	Inter-Parcs Massif Central
MAP =	Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
MEEDDM =	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

→ Documents :

CLC =	Corine Land Cover
DTA =	Directives Territoriales d'Aménagement
MNT =	Modèle Numérique de Terrain
PLU =	Plan Local d'Urbanisme
RPG =	Registre Parcellaire Graphique
SCoT =	Schéma de Cohérence Territoriale
SRCE =	Schéma Régional de Cohérence Ecologique

→ Imagerie :

IR =	Infrarouge
PIR =	Proche Infrarouge
THRS =	Très Haute Résolution Spatiale

→ Projets d'aménagements :

TVB =	Trame verte et Bleue
--------------	----------------------

Introduction

Sur l'ensemble du territoire français, la fragmentation des espaces naturels et la fragilisation, voire une destruction des habitats, sont observées. Elles ont pour conséquence une diminution du domaine vital des espèces. L'impossibilité de déplacement à des fins de nutrition, reproduction et échanges génétiques fragilisent les populations animales et végétales. La mise en réserve, même gérée, de territoires bien délimités n'apparaît plus suffisante pour enrayer l'érosion de la biodiversité.

Le Grenelle de l'Environnement propose la mise en place d'un réseau écologique national, nommé «Trame Verte-Trame Bleue» (TVB) d'ici fin 2012.

Porteur d'une nouvelle approche en terme de conservation de la nature, le réseau écologique vise à apporter des réponses aux problèmes de la fragmentation et de l'isolement des milieux et ainsi à contribuer à la préservation de la biodiversité.

La trame verte et bleue nationale repose sur trois niveaux emboîtés :

- ✓ Orientations nationales pour la préservation et la restauration des continuités écologiques
- ✓ Schémas régionaux de cohérence écologique élaborés conjointement par l'État et la région
- ✓ Prise en compte des schémas de cohérence écologique dans les documents de planification et projets des collectivités territoriales et de leurs groupements.

Par le fait qu'ils constituent des corridors naturels, connectant de nombreux éléments aussi bien longitudinalement que latéralement, les cours d'eau et leurs milieux associés forment des pièces essentielles pour la constitution du réseau écologique.

Le travail qui m'a été confié lors de mon stage est de proposer une méthodologie d'identification et de repérage des zones de « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » (végétation associée aux cours d'eau) à l'échelle du territoire auvergnat dans le cadre d'une réflexion sur l'intégration de ce type de milieux comme composante de la trame verte et bleue.

I. Ecologie du paysage

L'écologie du paysage étudie les interactions entre l'organisation de l'espace et les processus écologiques. Cela l'amène à s'intéresser aux causes et aux conséquences de l'hétérogénéité¹ de l'espace, à de multiples échelles, et donc à combiner deux approches : celle, spatiale, de la géographie et celle, fonctionnelle, de l'écologie (Descamps & Descamps, 2007).

L'hétérogénéité spatio-temporelle du paysage résulte des interactions entre facteurs naturels mais également entre ces facteurs et les modes d'utilisation de l'espace par les sociétés. La modélisation est un moyen pour intégrer ces facteurs et tester des hypothèses sur la dynamique des paysages et des habitats.

En analysant les structures du paysage et leur dynamique, des déductions utiles au sujet des processus écologiques fondamentaux peuvent être faites, et vice versa. Cette proposition est connue sous le terme « pattern/process paradigm » et est une hypothèse centrale de l'écologie du paysage, qui aussi souvent est définie pour cette raison comme « une branche de la science développée pour étudier les processus écologiques dans leur contexte spatial. Ainsi à la structure spatiale du paysage, sont donc généralement liés les concepts fragmentation, connectivité et hétérogénéité (Kabulu Djibu, non daté).

Quels que soient son degré de naturalité et l'intensité et l'ancienneté des actions humaines, le paysage conditionne de très nombreux processus naturels. Il contraint à la fois la façon dont l'homme peut utiliser son environnement et les conséquences de cette utilisation. Le paysage en tant que mosaïque d'habitats est ainsi un niveau d'organisation pertinent pour traiter les enjeux de biodiversité et de conservation des espèces.

1.1. Le paysage

Dans la perspective de l'écologie du paysage, le paysage, comme tout système, présente trois grandes caractéristiques, soit la structure, la fonction et le changement.

- La **structure paysagère** réfère au patron spatial ou au type d'arrangement entre les éléments,
- Le **fonctionnement** réfère aux mouvements et aux flux de l'énergie, de l'eau, des animaux, des plantes ou des matériaux qui circulent à travers la structure,
- Enfin, le **changement** renvoie à l'évolution, aux transformations du patron spatial et de la fonction à travers le temps.

Il peut être vu sous la forme d'une mosaïque d'éco-entités spatialement délimitées correspondant au plan fonctionnel à un assemblage d'écosystèmes interactifs, se référant à la notion d'écocomplexe.

De multiples interdépendances physiques, chimiques, biologiques et humaines associent les divers écosystèmes d'un territoire, chacun devenant un élément d'un "système spatial" à l'échelle duquel il devient possible de développer une analyse structurale et fonctionnelle.

Admettre l'existence de tels systèmes d'écosystèmes, c'est du même coup poser le problème de leur délimitation sur le terrain. La solution n'est assurément pas unique. L'important est sans doute de considérer des espaces individualisés par des ensembles originaux d'interactions non seulement entre écosystèmes, mais aussi entre les populations humaines et les écosystèmes ; c'est du même coup ; admettre que ces interactions sont au moins en partie déterminées par l'organisation spatiale des hommes et des milieux et qu'en retour elles entretiennent ou modifient cette organisation. Plutôt que de recourir à des périphrases du type "espace porteur d'un ensemble plus ou moins anthropisé d'écosystème interactifs", il était commode d'utiliser un seul terme : c'est ainsi que fut proposé le mot écocomplexe. Mais la commodité n'était pas la seule raison : il s'agissait aussi d'affirmer la réalité d'un niveau d'intégration supérieur à celui de l'écosystème (Blandin, 1992).

Les travaux menés sur les plaines d'inondation illustrent de façon particulièrement démonstrative cette notion d'écocomplexe. Ils montrent que dans les corridors fluviaux l'hétérogénéité spatiale n'est pas

¹ L'hétérogénéité se compose de la diversité des taches du paysage et de la complexité de leur relation spatiale. L'hétérogénéité du paysage peut être considérée comme « l'interprétation » de la structure spatiale. Elle dépend donc de la nature des éléments paysagers et de l'échelle à laquelle le système étudié est représenté.

figée mais au contraire dynamique ; produite par le fonctionnement du système pris globalement , elle en constitue une propriété structurelle émergente qui, à son tour, contribue à la résilience de certaines composantes du système (Piegay & al, 2003).

Composé d'espaces dissemblables et mélangés avec des prés, des cultures, des zones aquatiques, des bâtiments, le paysage alluvial montre une hétérogénéité et une organisation en taches omniprésentes sur une grande gamme d'échelles spatiales, témoignant d'une variabilité temporelle et spatiale complexe et souvent imprévisible, liée à la variabilité spatio-temporelle des processus hydrogéomorphologiques associés à la dynamique des cours d'eau.

A l'échelle d'une portion de plaine d'inondation ayant un fonctionnement morphologique homogène, se distinguent les espaces aquatique, semi-aquatique et terrestre. Chaque espace peut être ensuite décomposé en ensembles fonctionnels eux-mêmes divisibles en unités fonctionnelles plus petites. Ces sous-systèmes sont connectés par un réseau fortement ramifié avec comme artère principale le chenal dont l'eau, sous ses manifestations multiples, structure l'écosystème et régit son fonctionnement.

Le paysage alluvial dans le sens fonctionnel se définit alors comme un espace hétérogène composé d'éléments correspondants à des hydrosystèmes² et/ou à des morceaux d'hydrosystèmes qui interagissent de façon similaire dans l'espace (Petit, 2005)

1.2. La notion d'échelle

Les processus écologiques à l'origine de l'organisation d'un paysage se déploient simultanément sur plusieurs échelles d'espace et de temps.

La diversité des échelles doit être prise en compte pour comprendre comment les mosaïques paysagères s'organisent en fonction des variations de topographie, de température, d'humidité, de nature des sols, en fonction également des régimes de perturbation, des interactions biologiques et des activités humaines. Cette même diversité d'échelles doit être prise en compte pour comprendre comment l'organisation des mosaïques paysagères influence les déplacements d'espèces, les propagations des perturbations, les échanges de matière et d'énergie.

1.3. Le modèle tache-matrice corridor

Pour aborder l'organisation de l'espace, l'écologie du paysage part d'un modèle de base simple qu'elle tente de décliner selon différentes échelles emboîtées dans l'espace et dans le temps.

Les écologues organisent l'espace en taches, éventuellement reliées par des corridors, sur une trame de fond qualifiée de matrice. Ce modèle « taches-corridors-matrice» correspond, par exemple, aux bosquets reliés par des haies sur un fond de terres cultivées dans les grandes plaines agricoles.

- La **matrice** est l'élément le plus extensif dans le paysage. Elle forme une entité dont la superficie relative excède celle des autres éléments types qu'elle se trouve ainsi à entourer.

- Les **îlots** (taches) sont des entités qui ont des caractéristiques distinctes de la matrice. Ils sont généralement caractérisés par leurs dimensions, leur nombre, leur forme, leur localisation et leur degré d'isolement relatif.

- Enfin, les **corridors** sont, quant à eux, ces éléments structurels du paysage qui permettent la connexion entre différents îlots. Ils peuvent jouer différents rôles, dont celui d'agir comme barrière ou comme filtre au mouvement des espèces, ou encore servir de réservoir biogénique (Estevez & al, 2000).

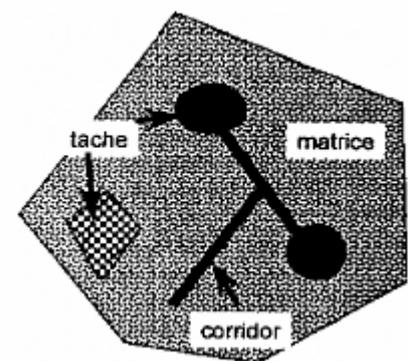


Figure 1 : *Éléments de base d'une structure paysagère formant les paysages à savoir les taches, les corridors et la matrice.* (Source : Kabulu Djibu, non daté).

² L'hydrosystème peut être défini comme un écosystème comprenant l'ensemble des systèmes interactifs liés directement ou indirectement à la rivière. L'eau dans sa dynamique spatiotemporelle régit donc le fonctionnement de ce système.

En première hypothèse, toute mosaïque paysagère peut être comparée à une autre à partir de ce modèle : les taches s'avèrent plus ou moins nombreuses, dispersées, grandes, allongées, compliquées ; les corridors plus ou moins larges, rectilignes, continus ; la matrice plus ou moins étendue et homogène. Les lisières ou écotones participent également à cette configuration de base.

De ce modèle dépendent les flux et les transferts d'eau, de sédiments, d'énergie, d'espèces animales et végétales, de gènes.

Afin d'étudier les rapports entre la configuration du paysage et les processus écologiques, il est utile de décrire les structures en termes quantifiables. Ceci explique le développement d'une série d'indices « landscape metrics ». Ces mesures sont souvent un indicateur de l'impact humain sur la composition et la configuration du paysage. La structure du paysage peut être mesurée soit en utilisant les statistiques et s'exprimer en termes d'unités de paysage (taille, forme, abondance, dispersion des taches) soit être traduite par le rapport spatial entre les taches d'un paysage et la matrice de ce même paysage. D'autres subdivisions séparent les mesures de configuration (mesurant la géométrie des taches et leur répartition spatiale) des mesures de la composition de paysage (proportion, richesse, équitabilité, dominance). Néanmoins il est probable de se retrouver dans une redondance des mesures de configurations en utilisant plusieurs indices. Car beaucoup de mesures employées pour quantifier l'hétérogénéité spatiale sont corrélées. Une solution proposée pour éviter le calcul (et l'interprétation) de beaucoup d'indices est de décrire les composantes fondamentales du modèle spatial qui sont indépendantes et de développer une série de mesures (une mesure par composante) pour les caractériser.

L'hétérogénéité spatiale peut-être ainsi définie par une approche caractérisée par quatre éléments fondamentaux de la configuration proposée en figure 2 :

- la taille des taches et leur distribution de fréquence par type,
- le périmètre des taches et leur distribution de fréquence par type,
- le nombre de taches par type,
- et la répartition spatiale des taches.

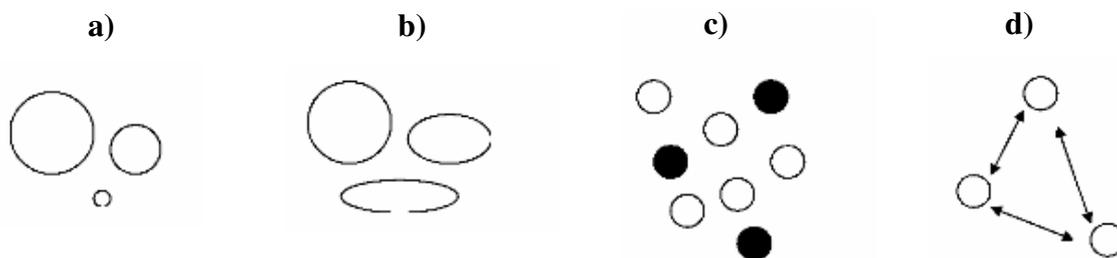


Figure 2 : *Quatre éléments fondamentaux de la configuration spatiale :*

- la taille des taches et leur distribution de fréquence **a)**,
- la forme des taches qui s'exprime par une distribution de fréquence de leurs périmètres **b)**,
- le nombre de taches par type **c)**
- et la répartition spatiale des taches **d)**

(Source : Kabulu Djibu, non daté).

1.4. Processus de fragmentation

Le processus de fragmentation transforme une surface relativement vaste de l'habitat d'une espèce en fragments de plus en plus petits.

Elle produit beaucoup de changements quantifiables du paysage : une surface réduite d'habitat, un accroissement des bords, une surface intérieure réduite, un isolement des taches et une augmentation du nombre de taches.

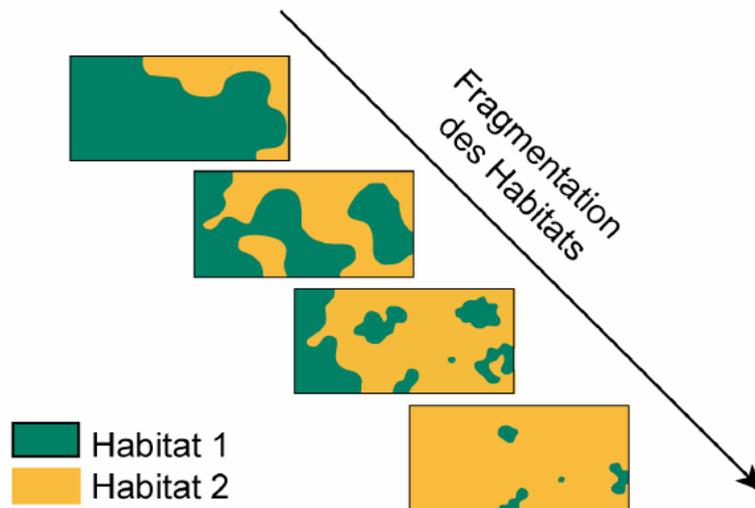


Figure 3 : Mécanisme de la fragmentation des habitats
(Source : Pavard, 2006)

La fragmentation des habitats subdivise les populations, chaque fragment pouvant abriter une population locale susceptible d'évoluer isolément de celles situées dans les autres fragments, notamment en fonction de l'aptitude des espèces à se déplacer et de l'arrangement des fragments dans l'espace.

Divers aléas démographiques et environnementaux peuvent en outre frapper d'extinction certaines populations locales, d'autant plus qu'elles occupent des fragments petits, isolés et faiblement peuplés.

1.5. Dynamique des populations

L'écologie du paysage considère que la géométrie des milieux et les effets de voisinage sont des facteurs de contrôle de la présence d'individus d'une espèce et de la dynamique des populations car les déplacements et dispersions d'espèces sont des processus clés liés à la structure du paysage (Vanpeene-Bruhier, 2003).

○ Relation aire/espèces

Une règle simple stipule qu'un groupe de plantes, d'insectes, d'oiseaux ou de mammifères, comprendra d'autant plus d'espèces qu'il disposera d'une aire plus étendue. Cette relation aire-espèces, énoncée par Von Humboldt en 1807, fut d'abord vérifiée en milieu insulaire : dans une même région biogéographique, le nombre d'espèces d'oiseaux ou de mammifères capables de se maintenir sur une île est doublé quand on multiplie par dix l'aire de cette île ; ce nombre est au contraire réduit de moitié à plus ou moins brève échéance quand l'aire de l'île est divisée par dix. Or, cette relation s'applique aussi aux fragments – ou taches – d'habitats isolés en pleine terre.

○ Modèles de population

Deux modèles de populations subdivisées sont souvent évoqués pour traduire la dynamique des populations impliquées (figure 4).

Dans le premier modèle (continent-île), une population locale, dite «source», fournit des individus à d'autres populations locales, dites « puits », maintenues occupées par des immigrations.

Dans le second modèle (métapopulation), toute population locale se comporte alternativement en «source» et en «puits». Ce second modèle suppose un double contrôle de la dynamique des populations : au niveau local, par le jeu de la natalité, de la mortalité et des aléas environnementaux ; au niveau régional, par le jeu de l'immigration et de l'émigration entre les fragments.

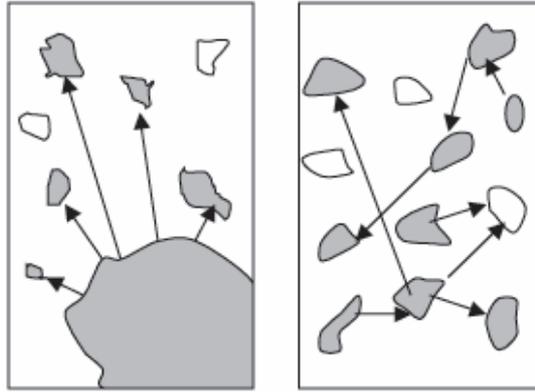


Figure 4 : Exemples de structures de populations subdivisées
Selon les notions de continents-îles et de métapopulation.

(Dans le premier cas, un seul fragment joue le rôle de « source » vis-à-vis de tous les autres. Dans le second cas, par le jeu des colonisations et des extinctions, tout habitat peut être à la fois « source » et « puit ».)

(Source : DESCAMPS & DESCAMPS, 2007)

Une métapopulation correspond donc à un ensemble de populations locales apparaissant et disparaissant indépendamment les unes des autres, comme clignotent certaines guirlandes électriques dans les vitrines de Noël.

Le modèle des métapopulations attire l'attention sur l'existence de seuils de colonisation au-dessous desquels une métapopulation s'engage sûrement dans un processus d'extinction.

Il révèle aussi qu'une espèce ne réagit qu'avec du retard à la réduction de sa surface habitable et peut hanter pendant une période relativement longue des espaces dans lesquels elle n'a plus d'avenir.

Le fonctionnement des métapopulations est source de nombreuses hypothèses sur les interactions entre structures spatiales et dynamiques des populations : adaptations à la fragmentation des habitats, action de la sélection naturelle, identification des conditions d'expression des effets génétiques du renouvellement des populations

Autant d'hypothèses qui, avec d'autres, appellent à confronter la théorie à la réalité du terrain, mais soulignent le caractère insidieux de la fragmentation des habitats : d'abord inaperçue, elle affecte en priorité des espèces qui, plus efficaces que les autres dans l'utilisation de l'espace, marquent considérablement le fonctionnement des écosystèmes et la structure des paysages.

1.6. Les corridors

La présence de corridors ou de « connexions biologiques » s'oppose à l'isolement de petites populations et, en facilitant les échanges, atténue les risques d'extinctions locales. À cet égard, l'utilité de certaines structures linéaires a pu être clairement démontrée, tant en ce qui concerne les flux d'espèces que de gènes. Mais toutes les structures linéaires n'offrent pas des conditions idéales de cheminement à toutes les espèces; certaines, trop étroites ou trop longues, rendent les déplacements périlleux, d'autres facilitent la dissémination d'espèces envahissantes, de maladies, de parasites indésirables. Ces questions obligent à réfléchir aux conséquences possibles de la mise en connexion des habitats fragmentés. L'efficacité des corridors dépend des espèces considérées et des conditions ambiantes, d'où la nécessité d'une connaissance approfondie des comportements, des préférences, des traits d'histoire de vie, de l'évolution des habitats en place. D'où également une prise en compte des diverses fonctions (Figure 5) des structures linéaires dans un paysage : corridor favorisant la circulation, mais aussi habitat, barrière, filtre, repère.

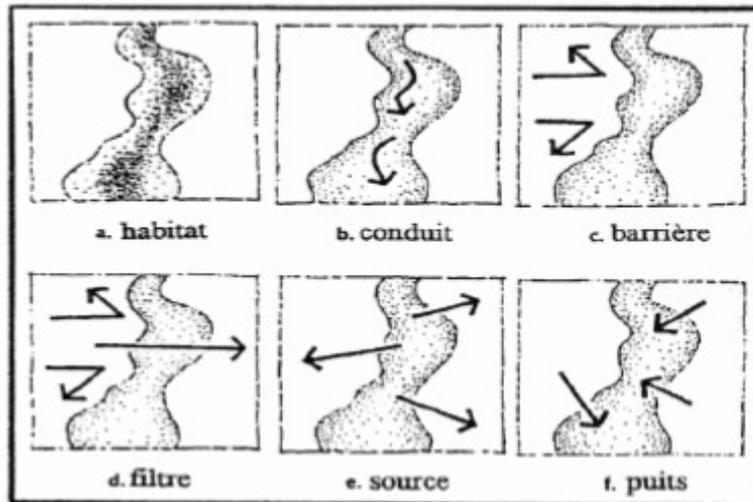


Figure 5 : Différentes fonctions des corridors
(Source : FEDERATION DES PARCS NATURELS REGIONAUX 2006)

1.7. Aménagement du territoire

On peut citer à titre d'exemple quelques principes d'aménagement applicables à tout type d'environnement, urbain ou rural, agricole ou forestier, peuplé ou désertique, directement ou indirectement lié aux activités humaines :

- ✓ Une tache de grande taille comprend normalement plus d'habitats, et donc plus d'espèces, qu'une tache de petite taille.
- ✓ Le risque d'extinction locale d'une espèce est plus grand dans une tache isolée, mais dépend aussi des caractéristiques de la matrice dans laquelle les taches sont insérées.
- ✓ Les lisières des taches fonctionnent habituellement comme des filtres qui réduisent les influences de l'espace environnant sur la tache elle-même.
- ✓ Les espèces tendent à longer les lisières rectilignes et à traverser les lisières contournées.
- ✓ Une tache aux limites contournées comprendra un nombre légèrement plus élevé d'espèces de lisière, mais un nombre nettement plus faible d'espèces d'intérieur, souvent intéressantes pour la conservation.
- ✓ Une tache connectée à un réseau de corridors comprend plus d'espèces qu'une tache de même taille séparée du réseau.

II. Trames et réseaux écologiques :

La notion de trame verte se décline selon différentes approches aménagistes suivant qu'elle est abordée dans le cadre de l'écologie du paysage et des problématiques de conservation de la biodiversité³ ou qu'elle intègre des problématiques plus larges de développement durable et d'amélioration du cadre de vie.

Nous nous intéresserons ici au concept de trame verte en tant qu'il rejoint celui de trame ou de réseau écologique entendu au sens d'un outil d'aménagement du territoire visant à la préservation/restauration de grands ensembles naturels (réservoirs de biodiversité) et de zones de connexion biologique (corridors) essentiellement dans une optique de conservation de la biodiversité.

³ Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie: cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces de même que celle des écosystèmes.

2.1. Composition

Un réseau écologique type se définit sur la base d'un canevas fondamental inspiré modèle tâche-matrice-corrridor.

Il constitue un système spatial structuré autour de trois éléments de base :

- Les **zones nodales** (ou zones noyaux) sont des espaces naturels de haute valeur du point de vue de la biodiversité, dans lesquelles se trouvent des espèces et/ou des écosystèmes particuliers. Ces zones nodales doivent assurer le rôle de «réservoirs» pour la conservation des populations et pour la dispersion des espèces vers les autres espaces vitaux potentiels.
- Les **corridors** sont des éléments de liaison fonctionnels, souvent linéaires mais pouvant se présenter sous la forme de mosaïques paysagères ou d'ensembles discontinus (îlots refuges ou pas japonais).

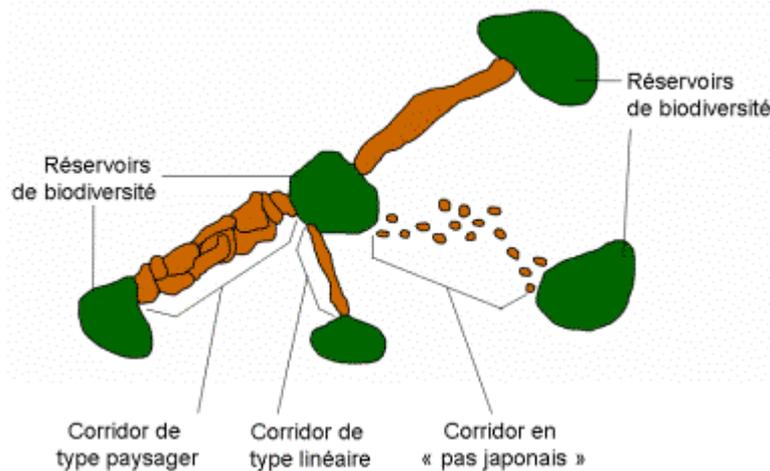


Figure 6 : Exemple d'éléments de la Trame verte et bleue : réservoirs de biodiversité et types de corridors terrestres

(Source : COMOP trame verte et bleue, 2010)

Les corridors assurent principalement les échanges génétiques et physiques des espèces entre zones nodales mais peuvent également constituer des supports physiques au travers ou par le biais desquels s'établissent ou peuvent s'établir des flux d'énergie, de matière aussi bien que d'organismes et de gènes. De par les fonctions qu'ils assurent, les corridors participent fortement de la dynamique évolutive de nos paysages.

- Les **zones-tampon** visent à protéger une zone nodale ou éventuellement un corridor des effets d'une gestion perturbatrice des zones périphériques.

On pourra trouver également divers éléments complémentaires, comme par exemple les zones de restauration ou de revitalisation (Réseau écologique Paneuropéen), ou les zones d'extension ou développement (Réseau Ecologique National Suisse).

- **Les zones de restauration (ou zones de revitalisation)** dans des paysages fragmentés ou dégradés permettent d'améliorer les potentialités de conservation des zones nodales ou de favoriser les liaisons dans les espaces vitaux. La remise en état de ces surfaces et la reconstitution des écosystèmes se fondent à la fois sur une réactivation de la dynamique naturelle de succession des biocénoses et sur les interventions humaines actives, telles que la réhabilitation de l'espace nécessaire à la faune le long des cours d'eau.

- **Les zones d'extension.** Une zone d'extension écologique présente des analogies avec la zone nodale, mais la qualité ou la surface ne sont pas suffisantes pour la désigner comme telle. Il

s'agit pourtant globalement du même milieu, mais les espèces caractéristiques y sont plus dispersées. La zone d'extension est incluse dans le continuum⁴.

○ **Les zones de développement** : Ensemble de milieux favorables à un ou plusieurs groupes écologiques végétaux et animaux, constituant des espaces vitaux partiellement suffisants pour l'accomplissement des phases de développement d'une population, mais dans lesquels des zones nodales n'ont pas été identifiées. Les zones de développement se situent hors des continums.

2.2. Cartographie

La définition des réseaux écologiques s'appuie sur l'établissement de documents cartographiques, généralement constitués d'un ensemble de cartes thématiques faisant chacune apparaître l'arrangement spatial des structures paysagères en rapport avec le thème.

Le guide méthodologique du COMOP trame verte et bleue propose ainsi l'établissement de cartographies selon 5 thèmes correspondant à autant de sous-trames (ou continums) et dans lesquels sont répartis les différents éléments linéaires ou surfaciques correspondant aux ensembles continus de milieux constitutifs de ces sous-trames.

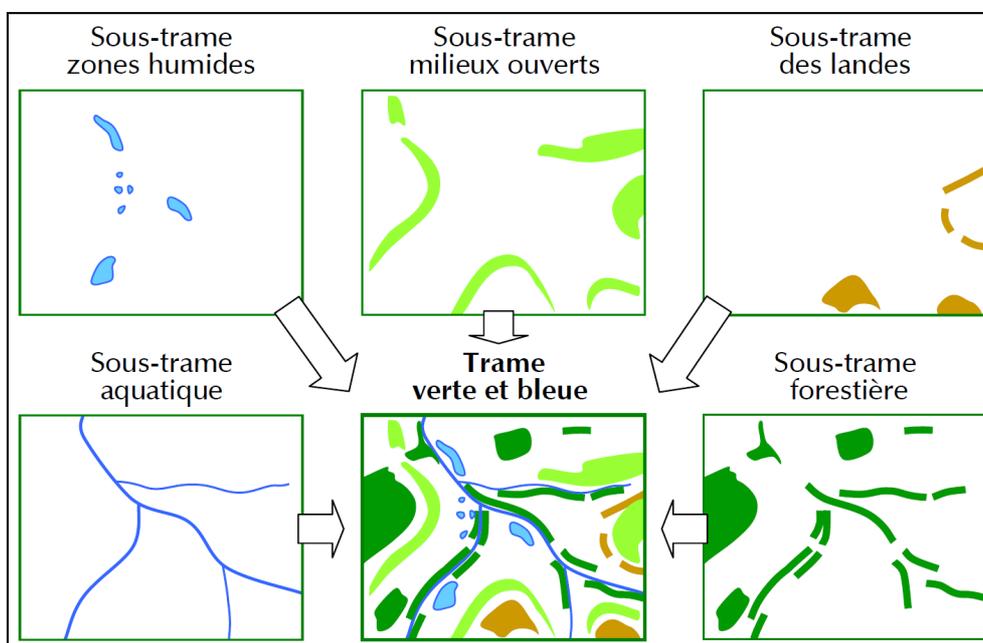


Figure 7 : Exemple de Trame verte et bleue composée de sous-trames écologiques spécifiques (source : COMOP trame verte et bleue, 2010)

C'est l'ensemble de ces sous-trames qui forme le réseau écologique global du territoire ainsi que l'analyse des relations entre sous-trames. La définition des sous-trames nécessite une adaptation aux caractéristiques et enjeux du territoire. Pour certains territoires, il conviendra de dégager une sous-trame des prairies humides, pour d'autres, une sous-trame des landes, de pelouses calcicoles, etc. Cette notion de sous-trame est importante pour les phases d'élaboration de la trame verte et bleue lors de l'identification des réservoirs de biodiversité pour les espèces et habitats de chaque sous-trame.

⁴ Le Réseau écologique national Suisse définit le continuum comme l'ensemble des milieux favorables à un groupe écologique et composé de plusieurs éléments continus (sans interruption physique), y compris des zones marginales appartenant à d'autres continums ou simplement accessibles pour des activités temporaires. On verra par la suite que ce même terme est également employé dans une acception plus étendue où il désigne un ensemble de continums au sens du réseau national Suisse.

2.3 Analyse des continuités écologiques

Trois méthodes différentes pour l'analyse par sous-réseau (forestier...) des continuités écologiques :

✓ **Interprétation visuelle** : à partir de photographies aériennes et/ou de cartes de l'occupation du sol, les continuités écologiques sont tracées « manuellement », en modulant le tracé du chemin le plus court en fonction de l'occupation du sol.

✓ **Dilatation érosion** :

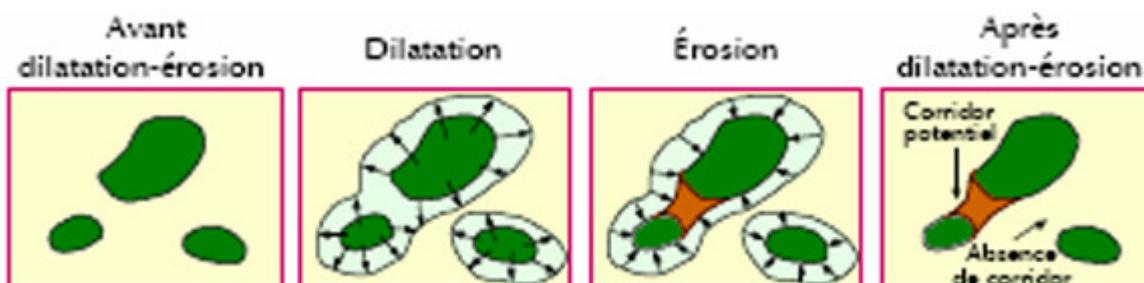


Figure 8 : La technique de l'érosion dilatation

✓ **Perméabilité des milieux aux déplacements de groupes d'espèces cibles** : La perméabilité d'un milieu est le degré de facilité avec laquelle les espèces cibles peuvent se déplacer dans ce milieu. Des calculs effectués sous SIG permettent, pour chaque sous-réseau, de définir l'aire potentielle de déplacement des espèces ciblées appelée continuum. En pratique, le continuum est souvent constitué de plusieurs sous-ensembles qui nécessitent les corridors écologiques pour les relier.

(Source : Deshayes & al, non daté)

III. Réseaux écologiques fluviaux

La particularité du projet national est de proposer un réseau écologique à deux composantes, l'une terrestre (trame verte) l'autre aquatique (trame bleue), ce qui pose le problème de la détermination des espaces de fonctionnalité des écosystèmes interceptés par l'une ou l'autre des deux composantes du réseau, et de l'identification des éléments de réseau compte tenu d'imbrications souvent fortes au plan spatial comme fonctionnel entre milieux dits terrestres (y compris milieux humides et milieux ripariens) et milieux strictement aquatiques tels que lacs et cours d'eau.

Dans le cadre de la Stratégie Paneuropéenne pour la diversité biologique et Paysagère ont été élaborées des *Lignes directrices générales pour la constitution du Réseau écologique Paneuropéen* (Edith Wenger), au sein desquelles vient s'insérer un document traitant spécifiquement de la constitution de réseaux écologiques fluviaux.⁵

Ce concept de réseau écologique fluvial nous a paru tout à fait pertinent en terme d'approche dans le cadre d'une réflexion concernant la composante trame bleue du projet national, en tant qu'il intègre les liens fonctionnels au sein de l'hydrosystème entre milieux aquatiques et terrestres, et propose un cadre de réflexion pour la détermination des éléments de réseau.

3.1. Dynamisme au sein de l'espace fluvial expliquant son originalité et donc l'intérêt de sa mise en réseau

Au sein de l'espace fluvial est un ensemble constitué de deux systèmes qui sont en interconnexion et interrelation permanente : le cours d'eau et les milieux terrestres rivulaires. Celles-ci se font dans quatre dimensions :

⁵ Wenger E., 2002. *Lignes directrices pour la constitution des corridors fluviaux*. Sauvegarde de la nature, no 129

- **transversalement** au cours d'eau, lié aux conditions hydrologiques, allant des bancs d'alluvions inondés plusieurs fois par an, aux dépôts anciens soumis aux crues exceptionnelles, procurant aux milieux terrestres associés au cours d'eau un gradient d'humidité du sol ;

- **verticalement** par connexions entre les eaux superficielles et souterraines ;

- **longitudinalement** : en effet, les conditions hydriques, le climat, le substrat et la pente vont changer de l'amont à l'aval du réseau hydrographique, ce qui procure aux fleuves et rivières des caractéristiques physiques, géomorphologiques (zones d'érosion, de transport et de dépôts) et hydraulique (flux d'eau et d'énergie croissent de l'amont vers l'aval) différentes. Les relations entre les milieux terrestres et aquatiques sont alors différentes d'amont en aval. Cette diversité se trouve le long de chaque cours d'eau ;

- et enfin, **dans le temps** sous l'influence de la dynamique hydrologique naturelle (perturbation régulière par des crues). C'est la conjugaison de la pente et de la variation du débit qui engendre cette dynamique (érosion du lit et des berges, transport et dépôt de matière arrachée).

Ces dernières leur procurent des particularités : les milieux aquatiques et terrestres sont alors d'une grande diversité et conjointement en perpétuelle évolution. Ces caractéristiques se retrouvent au niveau des espèces qui en sont les hôtes.

3.2. Emprise spatiale

L'espace à l'intérieur duquel un réseau écologique est maintenu, établi ou renaturé doit être compris comme un espace le long et autour des cours d'eau.

Compte tenu de la différence de nature entre les différentes sections de cours d'eau, il n'est pas possible de donner une limite uniforme pour le périmètre. Il correspondra, autant que faire se peut, à la plaine alluviale existante et fonctionnelle ou sinon proche de celle d'avant « aménagements ».

L'établissement d'un réseau le plus large possible donne un cadre spatial à la nécessaire fonctionnalité du réseau afin, en particulier, de créer, ou recréer, un espace de liberté pour le cours d'eau, espace dans lequel la dynamique fluviale peut s'exprimer.

3.2. Types de milieux

Il est généralement recommandé une grande variété de biotopes sinon tous les types de biotopes de la source à l'embouchure des cours d'eau, ainsi qu'un réseau dense d'habitats adéquats pour la survie du plus grand nombre d'espèces qui leur sont inféodées ou qui les visitent pendant leur cycle de vie (castor, grenouilles, libellules, avifaune, etc.).

Dans le cas des cours d'eau, le maillage pourra prendre une forme linéaire parallèle au cours d'eau compte tenu de l'importance primordiale des biotopes pionniers. Ainsi, la forêt alluviale à bois tendres et durs devrait être maintenue ou être reconstituée. Mais ces habitats sont loin d'être les seuls à prendre en compte. Le réseau inclura tout autant les biotopes moins humides voir secs comme les prairies maigres sur sols perméables.

A l'intérieur du réseau, dans tous les cas de figure, les différents types d'habitat alluvial, y compris le fond du lit, les rives et les zones inondables, sont représentés et atteignent une surface minimale requise pour le bon fonctionnement écologique du milieu et la diversité des espèces végétales et animales qui y vivent.

3.3. Eléments de réseau

Le réseau écologique sera constitué des zones les plus prestigieuses, les noyaux, inter- reliées dans un maillage de biotopes destinés à assurer la continuité fluviale et sa fonctionnalité.

○ Zones noyaux :

Quoique l'élément principal de l'écosystème fluvial soit l'instabilité, la dynamique, la variabilité, au niveau spatial, compte tenu de l'imbrication des biotopes dans un système fluvial fonctionnel, dans un état idéal, la sélection de zones noyaux ne serait pas nécessaire.

L'état actuel, cependant, en est fort éloigné et il est fortement recommandé de sélectionner, comme zones noyaux, les tronçons de cours d'eau encore restés à l'état naturel et présentant un intérêt

écologique certain, en particulier pour la circulation des espèces et les échanges génétiques mais aussi pour leur valeur paysagère.

A défaut, ou en complément, comme il a déjà été mentionné plus haut, ce sont les forêts alluviales et leurs biocénoses qui jouent un rôle majeur dans le maillage des composantes du réseau fluvial naturel.

Enfin, compte tenu de la diversité des rivières et fleuves en Europe et des sections de cours d'eau, d'autres zones noyaux peuvent être sélectionnées. Elles seront de préférence adjacentes au cours d'eau pour pouvoir offrir aux espèces terrestres et semi-terrestres des habitats typiques soumis à la dynamique fluviale.

○ **Les corridors**

Le cours d'eau principal ainsi que ses annexes (bras secondaire, bras mort, *oxbow lake*, rivière phréatique) ont pour fonction naturelle de permettre la circulation des espèces et des micro-organismes et de relier les habitats alluviaux.

Compte tenu de la fragmentation des composantes du milieu alluvial intervenue par suite des aménagements hydrauliques et de l'occupation du sol en particulier par l'agriculture, le rôle de couloirs de connexion des chenaux a considérablement diminué, entraînant par là-même un appauvrissement de la biodiversité, un assèchement des forêts, un abaissement de la nappe phréatique, la contamination du milieu et un accroissement du danger d'inondations en aval.

Les opérations de restauration du régime hydrologique en milieu alluvial effectuées jusqu'ici montrent à l'évidence que la circulation de l'eau dans le système fluvial est déterminante et permet d'améliorer, rapidement, la fonctionnalité de l'ensemble. Il est donc indispensable de reconnecter les annexes fluviales au chenal principal actif et d'améliorer la circulation de l'eau dans la plaine alluviale.

Ce faisant, la plaine alluviale devrait disposer à nouveau du spectre complet des habitats typiques de ce milieu, favorisant ainsi la biodiversité et la continuité nécessaire à la circulation des espèces et aux échanges génétiques. Il est indispensable qu'il existe le long des cours d'eau, et en particulier des fleuves, des habitats similaires pas trop éloignés les uns des autres pour éviter un isolement génétique des populations. Pour la survie d'un certain nombre d'espèces ou simplement le maintien de populations viables, il est nécessaire d'assurer la connexion entre le chenal principal et ses annexes pour assurer la migration latérale.

Dans le cas du réseau fluvial, les interrogations sur la détermination et les fonctions du corridor, ne se posent pas. Déjà en place, on peut dire qu'il suffit de les protéger ou de les restaurer. Dans ce dernier cas, de petites interventions peuvent être suffisantes dans certains cas, l'apport supplémentaire d'eau permettant, sans autre intervention humaine, aux habitats de se régénérer. Dans d'autres cas, où les aménagements hydrauliques ou d'autres interventions sont plus lourds, la reconnexion des annexes hydrauliques au cours d'eau principal présente des difficultés importantes.

○ **Les zones tampons**

Afin d'assurer la pérennité du réseau écologique, il est nécessaire de protéger les noyaux et les corridors contre les effets négatifs de l'anthropisation directe ou indirecte. Les zones tampons en auront la charge. Leur configuration ne peut pas être définie *a priori* et dépendra des caractéristiques hydrologiques, biologiques et morphodynamiques du tronçon de cours d'eau où elles seront établies. Toutefois, à l'intérieur du corridor fluvial, idéalement délimité par ses limites naturelles des terrasses alluviales ou les fonds de vallée, les zones tampons se situeront principalement parallèlement à ces limites afin de protéger aussi bien le réseau hydrologique que les biotopes alluviaux. Ces zones tampons peuvent correspondre aux zones utilisées traditionnellement par l'agriculture extensive (prairie de fauche et pâturage) dans les espaces peu ou rarement inondés.

En fonction des objectifs de restauration du milieu fluvial et de rétention des crues, il pourra être nécessaire de constituer des zones tampons en dehors des limites naturelles du système fluvial. Celles-ci seront alors définies en fonction de la nature et de l'intensité des impacts, de la distance de ceux-ci par rapport au réseau et de la vulnérabilité des biocénoses aux impacts connus.

Nous allons à présent nous intéresser plus particulièrement à une sous-trame du réseau écologique fluvial : les zones végétalisées des milieux terrestres riverains des cours d'eau. Nous la définirons de la manière suivante : « ripisylves et cordons de végétation rivulaire ».

IV. Ripisylves et cordons de végétation rivulaire

Définition des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire ».

La **ripisylve** est la forêt riveraine des cours d'eau. Elle peut correspondre à un corridor très large comme à un liseré très étroit et se compose d'entités floristiques très variées, à bois durs ou à bois tendres, tout dépend de sa position dans la série des stades végétaux. Sa composition floristique et la morphologie des unités forestières qui la composent sont liées aux inondations plus ou moins fréquentes et/ou à la présence d'une nappe peu profonde. (Hervé Piégay et al, 2003)

Les **cordons de végétation rivulaire** sont les formations végétales transformées qui n'ont pas encore atteint le stade de la ripisylve.

Autrement dit, les « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » se composent de tous les stades d'évolution allant du sol nu à la forêt de bois dur, y compris milieux transformés par l'homme ayant un fort degré de naturalité. Elles se situent sur la berge et la rive des cours d'eau. Cette dernière s'étend au-delà de la berge, celle-ci correspondant à un talus, et constitue un espace d'interface plat « une portion, une bande de terre qui borde les cours d'eau ». (Hervé Piégay et al, 2003)

Cette végétation est définie comme un espace marquant la limite entre le milieu aquatique et le milieu terrestre.

Les « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » se répartissent sur trois zones plus ou moins éloignées du cours d'eau :

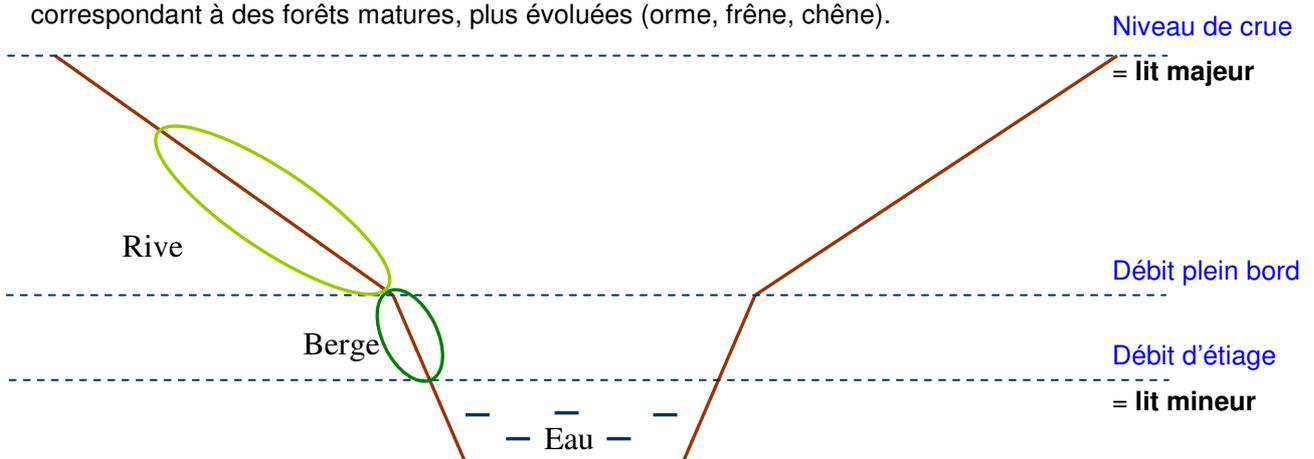
- le lit mineur, unique ou tressé, est soumis aux crues et peut être modifié par elles. Dans ces conditions de grande instabilité, la végétation qui s'installera entre deux crues est constituée d'espèces pionnières à cycle court et de fourrés de saules buissonnants ;

- dans le lit majeur, à proximité du lit mineur, dans un environnement plus stable, mais toujours fréquemment inondées et totalement inféodées à la nappe phréatique, se développent des espèces ligneuses à bois tendre que l'on pourrait considérer comme la forêt pionnière (saule, peuplier noir) ;

- sur des sites plus élevés, plus éloignés et soumis plus épisodiquement aux crues, et moins influencées par la présence de la nappe phréatique, se sont installées des espèces à bois durs, correspondant à des forêts matures, plus évoluées (orme, frêne, chêne).



Figure 9 : Forêt alluviale sur la Dore
Source : Site Internet du Parc du Livradois-Forez



Niveau de crue = Niveau d'eau atteint lors d'une crue, c'est le **lit majeur** de la rivière,

Débit plein bord = Niveau d'eau atteint lors du débit maximum annuel de la rivière, il correspond au **lit mineur**,

Débit d'étiage = Niveau d'eau atteint lors du débit minimum annuel.

Figure 10 : Coupe transversale du lit majeur d'une rivière.

L'ensemble de ces formations végétales sera rassemblé au sein d'un objet vectoriel sous la forme d'un polygone éclaté sur l'ensemble du territoire de la région Auvergne. Cet objet s'appuie sur le réseau hydrographique.

La végétation recherchée répondra aux critères suivants :

- tout type de formation végétale herbacée, arbustive, arborée, comprenant aussi bien de la végétation herbacée pionnière typique du lit mineur, des forêts à bois tendre, que des forêts de bois durs plus éloignés du cours d'eau ..., et incluant éventuellement les formations végétales transformées,
- se situant au sein du lit majeur de la rivière, le tout formant une mosaïque paysagère créant une hétérogénéité dans le paysage,
- des milieux peu transformés par l'homme.

Cette végétation peut se situer sur les marges ou au cœur du cours d'eau dans le cas des îles. La largeur de ces bandes végétales peut varier de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres.

V. Sous-ensemble de l'espace fluvial, position expliquant son originalité

Au sein de l'espace fluvial, le cours d'eau et les milieux terrestres rivulaires sont en interconnexion et interrelation permanente.

Ces dernières leur procurent des particularités.

2.1. Une grande diversité végétale à l'origine d'une mosaïque d'habitats

Au sein de l'espace fluvial, en fonction de légères variations topographiques, du degré d'humidité et de la température, de la texture du sol, des biotopes divers se constituent et forment une mosaïque végétale complexe, comportant des communautés aquatiques, semi-aquatiques et terrestres qui s'interpénètrent.

Les milieux terrestres rivulaires et donc la végétation hôte varient du très humide au sec soumis occasionnellement à l'apport de l'eau.

Le gradient d'humidité du sol expliquant cette répartition végétale est rapide, une grande diversité végétale est alors rencontrée dans un espace réduit.

Cette organisation de formations végétales variées est à l'origine d'un patchwork d'habitats propices à toute une série d'espèces animales.

La végétation rivulaire crée aussi indirectement des habitats et éléments nutritifs pour de nombreuses espèces animales.

→ Les formations végétales riveraines génèrent régulièrement des chablis, feuilles mortes, morceaux de racines et d'autres débris végétal à l'origine de nombreux microhabitats et ressources alimentaires pour un grand nombre d'espèces aquatiques et terrestres.

→ Une faune très diversifiée du sous sol vit au sein des racines.

De par ces fonctionnalités, la végétation en bordure de cours d'eau a un rôle très important dans la conservation de la biodiversité terrestre et aquatique.

2.2. Des milieux productifs

Ces milieux sont des zones de forte potentialité biologique par une présence simultanée d'eau, de lumière et de nutriments qui favorisent la croissance végétale. De plus, les plaines alluviales sont des zones sédimentaires, le sol est alors riche en éléments minéraux, ce sont aussi des zones de basse altitude donc le climat est très favorable.

2.3. Des milieux rares

Ces milieux présentent une grande diversité en espèces animales et végétales sur une surface relativement restreinte sont à cet égard assez peu courants.

2.4. D'autres rôles importants de la végétation rivulaire

→ **Recharge des nappes** : La végétation crée des zones de ralentissement qui facilitent l'infiltration et donc le rechargement des nappes par les eaux interceptées lors des précipitations, mais également par les eaux superficielles.

→ **Soutien d'étiage** : Elle permet le stockage des eaux de crue pendant un court laps de temps en résistant à l'écoulement. Cette eau est ensuite restituée progressivement maintenant alors un débit soutenu dans le cours d'eau après le passage d'une crue.

→ **Régulation des départs d'éléments** : l'érosion est limitée et la recharge du cours d'eau en éléments solides est régulée du fait de la partie aérienne des végétaux. Elle maintient des berges grâce au système racinaire (utilisé en « génie végétal » pour protéger les berges).

→ **Maintien de la qualité de l'eau et épuration** :

La végétation participe à l'épuration de l'eau en piégeant (en crue), retenant et métabolisant (en basses eaux) des sédiments, nutriments et polluants absorbés, transportés par la rivière. (Décamps, 2002).

Elle joue un rôle de filtre vis-à-vis des apports latéraux de polluants diffus (sédiments fins, nitrates, phosphore, pesticides) généralement associées à des particules minérales, par les eaux de surface ou souterraines. Les éléments organiques peuvent ensuite être décomposés par des microorganismes souvent associés aux végétaux et absorbés par les végétaux et stockés dans les tissus. (Maridet, 1995, Barnaud G., Fustec E., 2007). De plus, le houppier des arbres permet aussi de protéger le cours d'eau contre les pulvérisations de produits phytosanitaires dans les parcelles voisines.

La végétation, en réduisant l'écoulement de l'eau, augmente le temps de résidence du flux chargé en éléments organiques, ce qui peut faciliter le déroulement des processus de décomposition. (Maridet, 1995).

La présence de ripisylves et cordons de végétation rivulaire permettent donc de participer au bon état écologique (chimique et biologique) des eaux et des milieux aquatiques. Ceci est l'objectif visé par la directive cadre européenne sur l'eau la trame bleue doit contribuer.

→ **Rôles socio-économiques** :

Les forêts alluviales naturelles produisent du bois d'œuvre (alunes, frênes), de chauffage (petits diamètres) ou autre.

Les prairies inondables sont source de fourrage pour le bétail (fauche ou pâture).

La végétation rivulaire est également une composante forte du paysage visuel (eau, verdure, sinuosité qui tranche avec la monotonie des cultures, diversité de la végétation, couleurs). (Verniers, 1988),

Les ripisylves sont aussi des lieux de fraîcheur, de repos et d'abri sous les arbres, de détente et d'évasion.

Ils sont source de loisirs (pêche, chasse, sentiers de découverte, randonnée, aires de pique-nique...).

2.5. Des milieux en danger

Les zones de ripisylves sont victimes de dégradation et de fragmentation, ce qui altère alors leurs fonctions. En effet elles se situent dans des milieux très convoités par l'homme.

En Europe, l'homme s'est implanté au bord des rivières depuis des siècles, zones humides au rôle économique fondamental. En effet, elles sont très riches et productives du fait de la fertilisation limoneuse apportée par les crues.

Du fait de l'urbanisation, des grandes cultures, des pâtures..., la végétation est de plus en plus influencée est ramenée à l'état de fragments.

L'homme contrôle son extension spatiale par une destruction totale ou un abandon des terrains entraînant une renaturation.

Il peut également modifier la composition floristique de la végétation rivulaire. Ceci directement (fauchage, déboisement, reboisement, sélection des essences, introduction de nouvelles espèces), ou indirectement en agissant sur le milieu (drainage, endiguement, abaissement des nappes...).

Il y a un siècle, la végétation était totalement différente de celle d'aujourd'hui, elle était très diverse, rajeunie à intervalles réguliers par l'érosion, le dépôt et l'inondation. Aujourd'hui, ces espaces sont très anthropisés.

De plus, depuis quelques siècles, les cours d'eau sont intensivement nettoyés (embâcles) dans des buts de protection, d'aspect paysager et de facilité de navigation. Ce phénomène s'est intensifié du fait du déboisement des forêts riveraines.

Aujourd'hui, les vallées sont devenues un axe où se distinguent nettement latéralement le chenal endigué, la zone végétale aménagée, les digues, les cultures et l'habitat. Les capacités de connexion latérales entre les milieux ont complètement disparu dans certains secteurs. La zone écotonale en est alors nettement détruite voir absente.

2.6. La trame verte et bleue : une solution ?

De par leur grande diversité en espèces végétales et animales sauvages, leur originalité, leur richesse, les formations végétales riveraines des cours d'eau ont un rôle fondamental dans la préservation de la biodiversité.

Dans des conditions environnementales difficiles, ces milieux pourraient être amenés à avoir un rôle de zones source d'espèces sauvages et donc participer à la préservation de la biodiversité.

Mais ces milieux sont rares et victimes de dégradations et de fragmentation. Il semble alors intéressant de réfléchir à l'intégration au sein de la Trame Verte et Bleue des espaces encore fonctionnels et présentant encore un certain degré de naturalité.

VI. La végétation rivulaire sur le territoire auvergnat.

3.1. Le réseau hydrographique, squelette de l'organisation des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » sur le territoire :

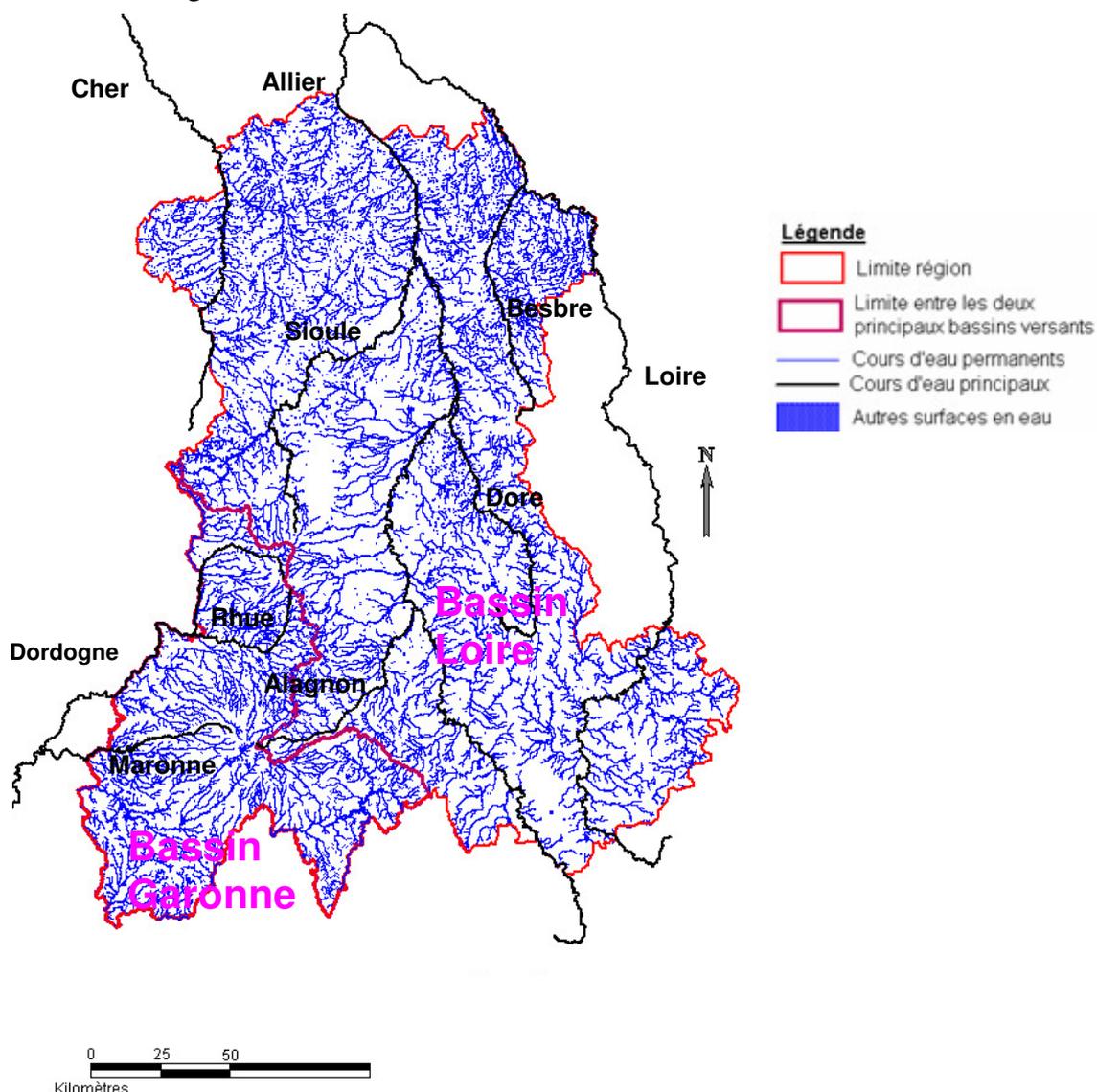


Figure 11 : Les cours d'eau d'Auvergne

De manière générale, du fait de précipitations globalement importantes, les cours d'eau et les lacs sont nombreux sur ce territoire.

L'Auvergne possède un réseau hydrographique dense et ramifié dont le linéaire cumulé approche les 23 000 km pour les cours d'eau permanents (de plus d'un kilomètre de long) et les 38 000 km si on y additionne les écoulements temporaires (de plus d'un kilomètre de long).

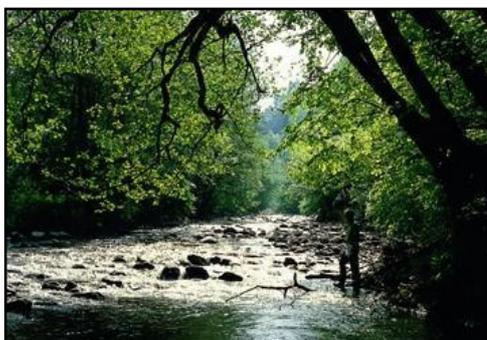
La largeur des cours d'eau est très variée. L'Auvergne se caractérise par un chevelu très dense de petits cours d'eau en tête de bassin versant. De grands cours d'eau marquent également le paysage, dont les deux principaux sont l'Allier, traversant toute la région du Sud au Nord et la Loire, coupant le territoire à deux reprises (départements de la Haute-Loire et de l'Allier). Il y a également un grand nombre de cours d'eau de moyenne importance.

Du fait du relief contrasté entre plaines et montagnes, des différentes formations géologiques variées, et des différentes influences climatiques, la région Auvergne offre des morphologies de cours d'eau très diversifiées :

- Sur le socle, les *têtes des bassins-versants* correspondent souvent à des zones de plateaux érodés, avec un chevelu de petits cours d'eau très ramifié en relation avec des zones humides diffuses.

- Ensuite, le réseau hydrographique se concentre pour former des cours d'eau à *fortes pentes* et avec des écoulements rapides qui empruntent des gorges et des vallées au profil en V (L'Allier dans les secteurs de gorges, la Sioule), au cours généralement stable ; les lits de ces cours d'eau sont composés d'éléments grossiers (galets et graviers) voire de blocs rocheux.

- Dans les *plaines*, la pente et la vitesse diminuant, la proportion d'éléments grossiers diminue au profit des sables qui deviennent prédominants. Les rivières se présentent alors comme des cours d'eau à fond mobile, à berges basses avec une dynamique latérale (érosion-sédimentation) forte et active. Ainsi selon la pente, le lit adopte un tracé en plan sinueux (lits en méandres) ou qui se scinde en plusieurs bras séparés par des îles (lits en tresse). C'est notamment le cas de l'Allier dans la plaine de la Limagne.



La Burande (© Marc Sagot)



L'Allier dans les secteurs de gorges
(© Catiche productions)



Bras et bancs de sable de l'Allier
(© Catiche productions)

En zone de pente, la surface inondable est restreinte, la végétation rivulaire se limite alors potentiellement à un liseré fin de part et d'autre des cours d'eau.

Pour les cours d'eau de grande importance traversant des plaines, la zone alluviale est étendue, donc la végétation rivulaire est potentiellement présente sur une grande surface. Ces grands cours d'eau de plaine sont notamment l'Allier lors de sa traversée de la plaine de la Limagne, la Loire lors de sa traversée au Nord-Est du département de l'Allier. Puis viennent la Besbre, le Cher, la Sioule, la Dore et l'Alagnon avec une plaine alluviale un peu plus limitée.

3.2. Les « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » des milieux naturels



Figure 12 : *Les milieux écosystèmes remarquables en Auvergne*
Source : Profil environnemental de l'Auvergne, 2008

Nous constatons que les vallées alluviales et autres vallées dans lesquelles coulent les principaux cours d'eau auvergnat (Allier, Loire, Dore, Dordogne, Alagnon) sont recensés parmi les écosystèmes remarquables auvergnats.

3.3. Les zones de forte probabilité de présence de végétation rivulaire sur le territoire

Les zones de forte potentialité de présence de végétation rivulaire sont les zones où les cours d'eau ont un grand espace de mobilité, et les zones soumises aux crues, dont l'inondation se fait sur des surfaces étendues.

Les cartes suivantes permettent de mettre en évidence les plaines alluviales, zones de forte probabilité de présence de végétation rivulaire à l'échelle de la région.

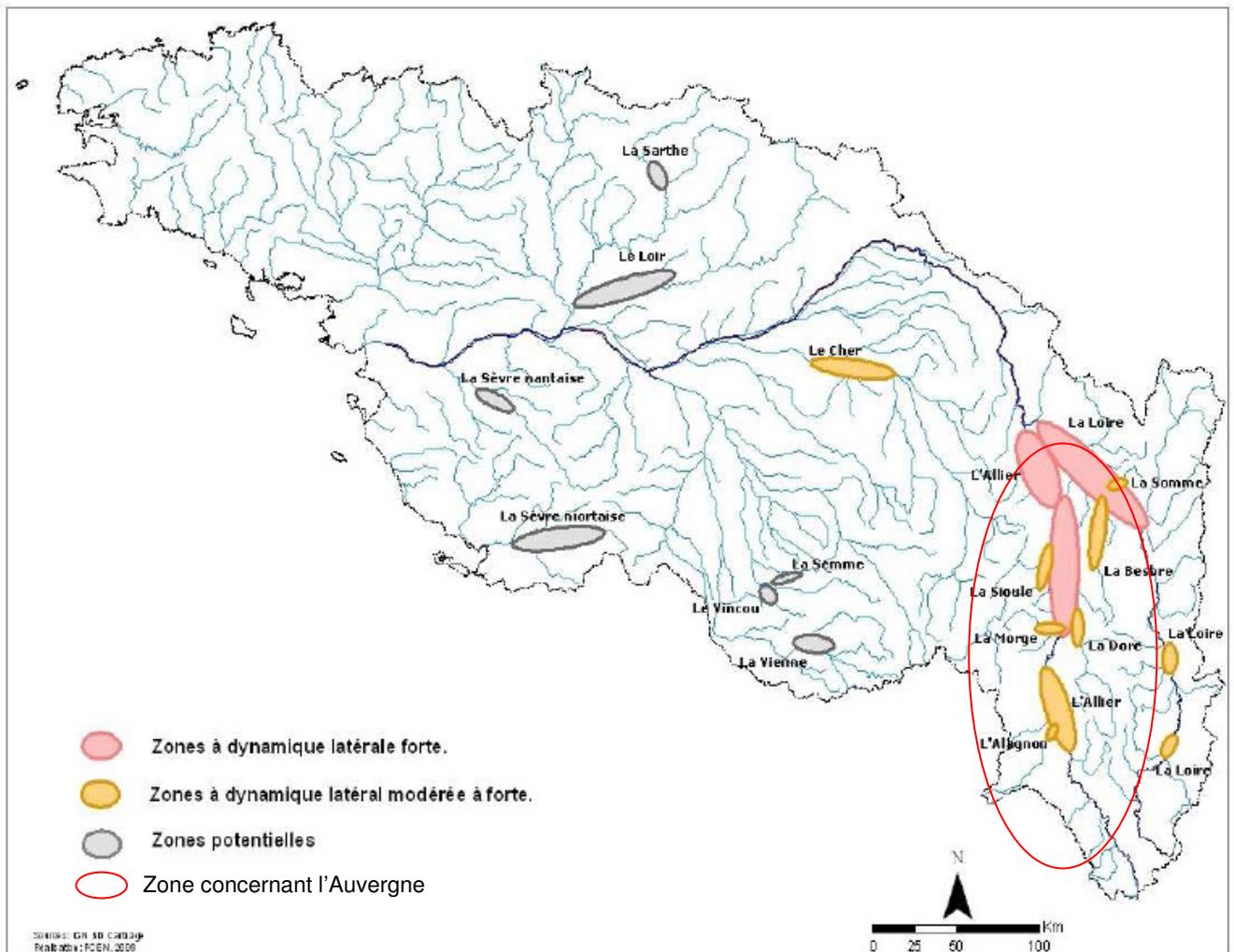


Figure 13 : Principales zones à cours d'eau mobile dans le Bassin de la Loire.
 Source : Prise en compte de l'espace de mobilité dans le bassin de la Loire, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 2009.

Cette carte montre que des zones à dynamique latérale forte se situent sur la partie Nord de l'Allier (au sein du département de l'Allier) et sur la portion de la Loire située en limite du département de l'Allier. Puis des zones à dynamiques latérale modérée à forte sont recensées, notamment sur la portion de l'Allier traversant le département du Puy-de-Dôme, ensuite quelques unes de ces zones sont visibles, de manières plus locales sur la Somme, la Besbre, la Sioule, la Morge, la Dore et l'Alagnon, cours d'eau de moyenne importance.

Les zones inondables sur le territoire auvergnat se répartissent de la manière suivante :

Répartition du risque inondation sur le territoire auvergnat

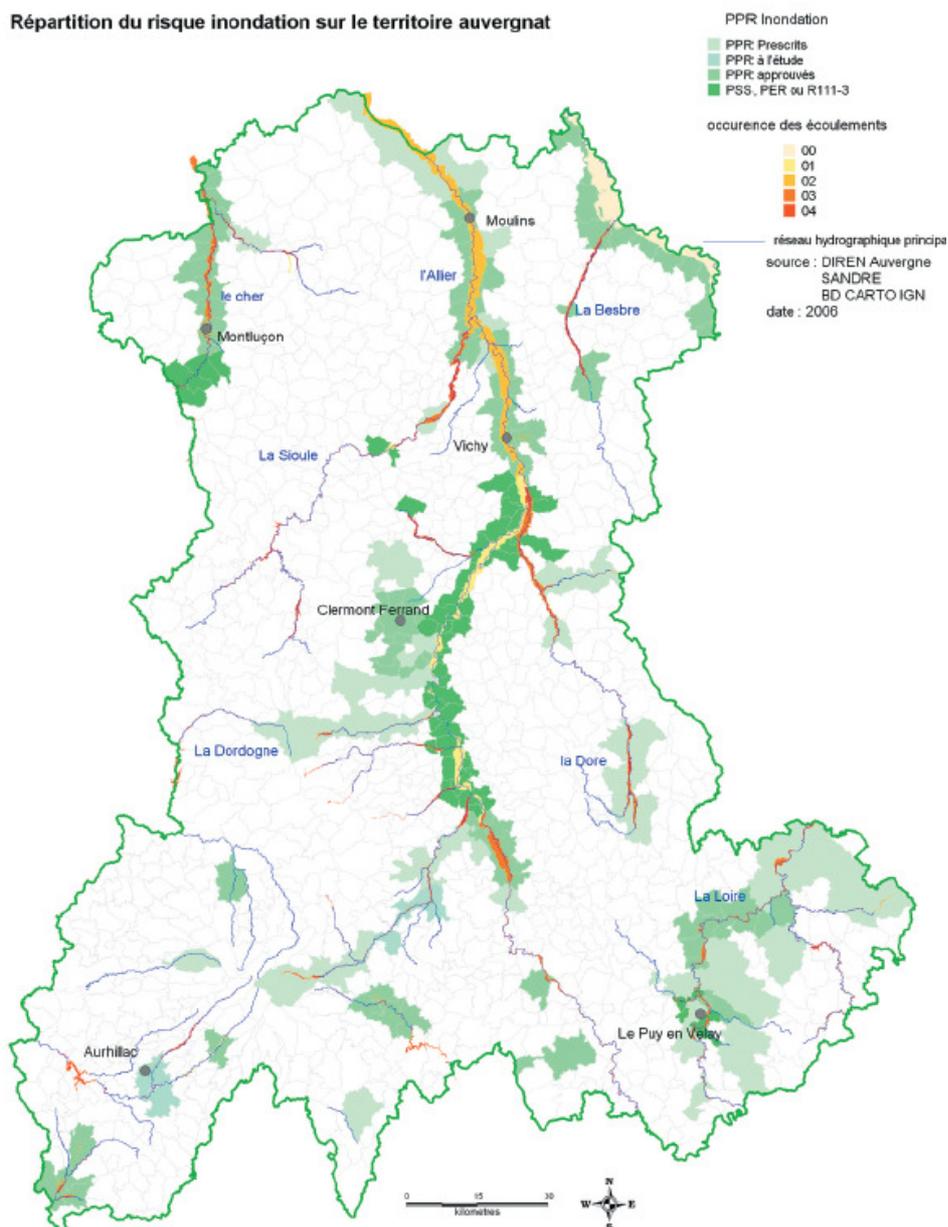


Figure 14 : Répartition du risque inondation sur le territoire auvergnat.
Source : site Internet prime.net (dernière mise à jour mars 2010).

Les zones inondables sur le territoire sont repérables grâce à la répartition des plans de prévention des risques mis en œuvre ou en cours d'élaboration.

Des cartographies repèrent les zones où des crues ont été recensées, elles sont disponibles en format pdf et SIG sur le site prime.net proposé par le MEEDDM (dernière remise à jours, mars 2010).

Ces zones inondables lors de crues sont de grande surface autour de la rivière Allier sur tout le long de son linéaire au sein du territoire, c'est également le cas pour la Loire.

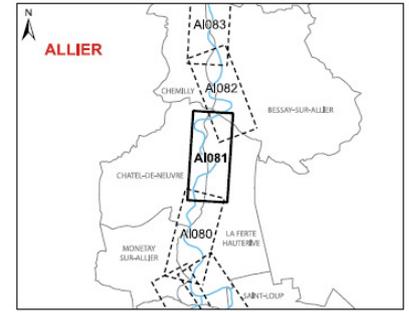
Ces zones inondables sont également assez étendues autour des cours d'eau de moyenne importance.

Dans les zones à dynamique latérale et inondables lors de crues, de la végétation rivulaire est généralement présente. C'est en effet ce que nous montrent les cartes de végétation produites par le Système d'Information et d'Evolution du Lit de la Loire et de ses principaux affluents (SIEL).

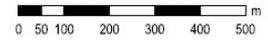
Châtel de Neuvre - Tilly

Le lit de l'Allier en 2000

Feuille : A1081



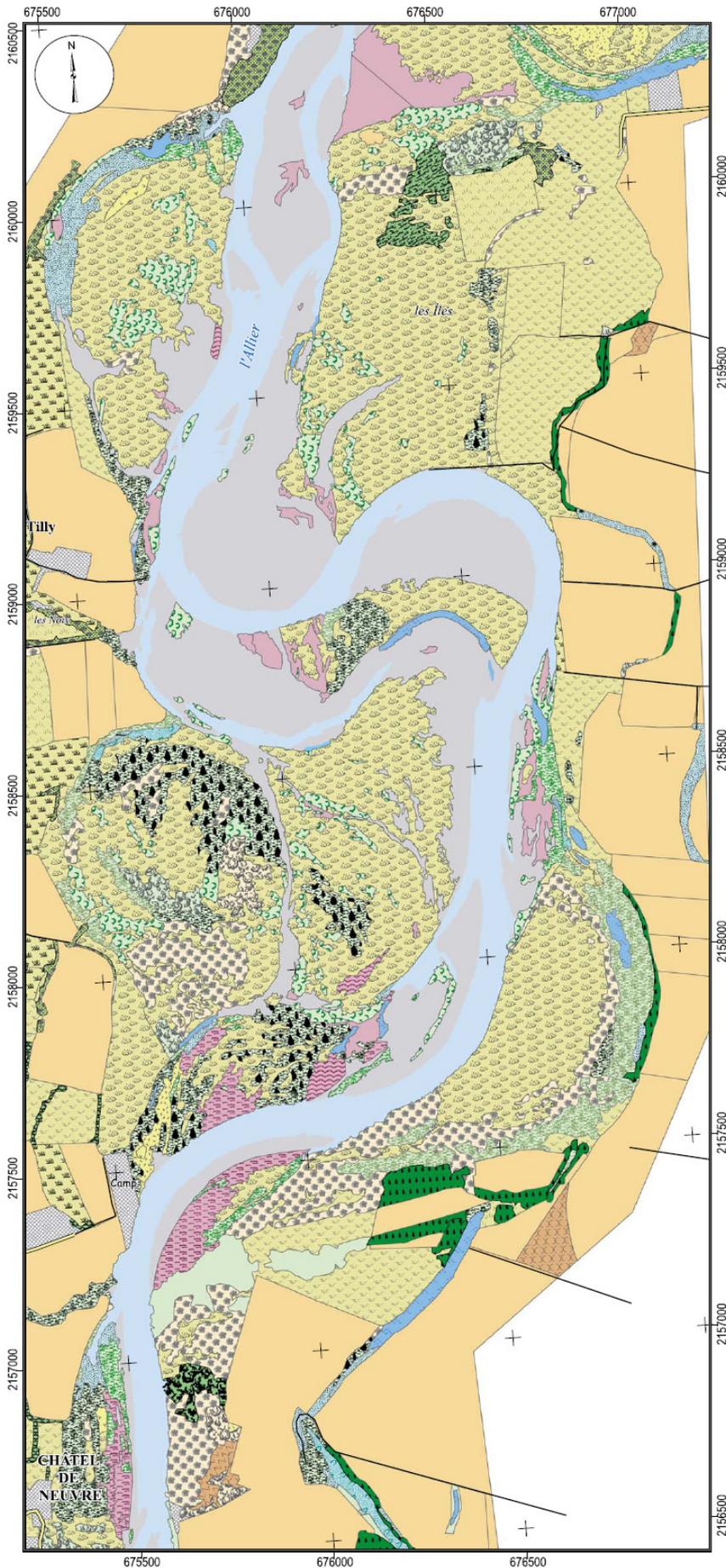
Echelle 1/10 000



Données extraites de la mosaïque aérienne de juillet 2000 par photo-interprétation et complétée sur le terrain de juillet à septembre 2001 par Mosaïque Environnement.
Cartographie effectuée par la DIREN Centre selon la typologie simplifiée de la végétation (T. Cornier 1998).
Projection française Lambert II Etendu
Source : Service de Bassin Loire-Bretagne - DIREN Centre
5 av Buffon B.P. 6407 45064 ORLEANS CEDEX 2



©DIREN Centre-2003. Toute reproduction ou adaptation interdite
Numéro ISBN : 2-11-4094548-6



Hydrographie	Voies de communication
sable	autoroute
eau	nationale
eau courante	départementale
eau stagnante	route secondaire
plans d'eau naturels	chemin
	chemin de fer

Végétations aquatiques et semi-aquatiques

- communautés à lentilles d'eau
- communautés d'hélophytes, mégaphorbiaies hygrophiles
- mégaphorbiaies
- autres communautés d'hélophytes

Végétations herbacées pionnières typiques du lit mineur

- végétations herbacées pionnières typiques du lit mineur
- communautés des hauts de grève
- végétations pionnières alluviales des sables secs du lit mineur

Végétations herbacées à l'écart du lit mineur

- prairies mésophiles et mésoxérophiles du lit majeur
- prairies mésophiles pâturées du lit majeur
- prairies mésophiles à avoine élevée
- prairies à chiendents dominants
- pelouses et autres communautés xérophiles à mésophiles du lit majeur
- pelouses à Sedum sp. plur. dominants
- autres friches herbacées
- fruticées

Forêts alluviales

- forêts alluviales
- saulaies arbustives
- saulaies peupleraies arbustives
- saulaies à Salix alba
- saulaies peupleraies arborescentes
- saulaies peupleraies à Populus nigra L.
- forêts de bois tendres colonisés par les bois durs
- peupleraies sèches
- forêts de bois durs
- frênaies, ornaies à Fraxinus et Ulmus
- haies bocagères mixtes
- chênaies planitiaires ou collinéennes à Quercus robur

Autres forêts et boisements

- peupleraies plantées

Cultures

- grandes cultures
- jachères
- friches agricoles

Espaces ruderaux

- espaces anthropisés

Figure 15 : Carte de végétation du SIEL sur une portion de l'Allier.

Le SIEL est un outil mis à disposition par la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) de la région Centre apportant une information sur la répartition de la végétation sur le lit de la Loire et de ses affluents.

En Auvergne, des informations sont alors disponibles sur la Loire et l'Allier à partir de Vieille Brioude (dans la Haute-Loire). Ces cartes sont élaborées à partir de l'interprétation de photos aériennes récentes de précision inframétrique et validées par une visite de terrain. Les surfaces sont déterminées en fonction de groupements-types définis dans la typologie simplifiée des communautés végétales du lit endigué de la Loire (Cornier, 1998). C'est une carte très précise, possédant une légende très détaillée, alors intéressante pour notre étude.

Cette carte nous montre la présence de végétation rivulaire sur les portions de l'Allier et de la Loire qu'elle décrit sur le territoire auvergnat. De plus, cette carte pourrait être incluse à la carte de végétation rivulaire à produire à l'échelle de l'Auvergne. Nous pourrions également nous appuyer sur les informations de cette carte lors de l'étape de photointerprétation semi-automatique présentée dans la note méthodologique pour localiser certaines formations végétales retrouvées au sein d'autres vallées alluviales d'Auvergne.

Cette carte additionnée à des sondages effectués au sein des principales vallées alluviales à l'aide de photographies aériennes nous permet de dire que dans ces zones, la végétation rivulaire est présente de manière assez étendue. En Auvergne, la végétation rivulaire alluviale semble par ailleurs assez bien conservée.

Les formations végétales rencontrées sont notamment de la végétation herbacée pionnière typique du lit mineur, des prairies mésophiles plus éloignées du cours d'eau, de saulaies, de forêts de bois durs...

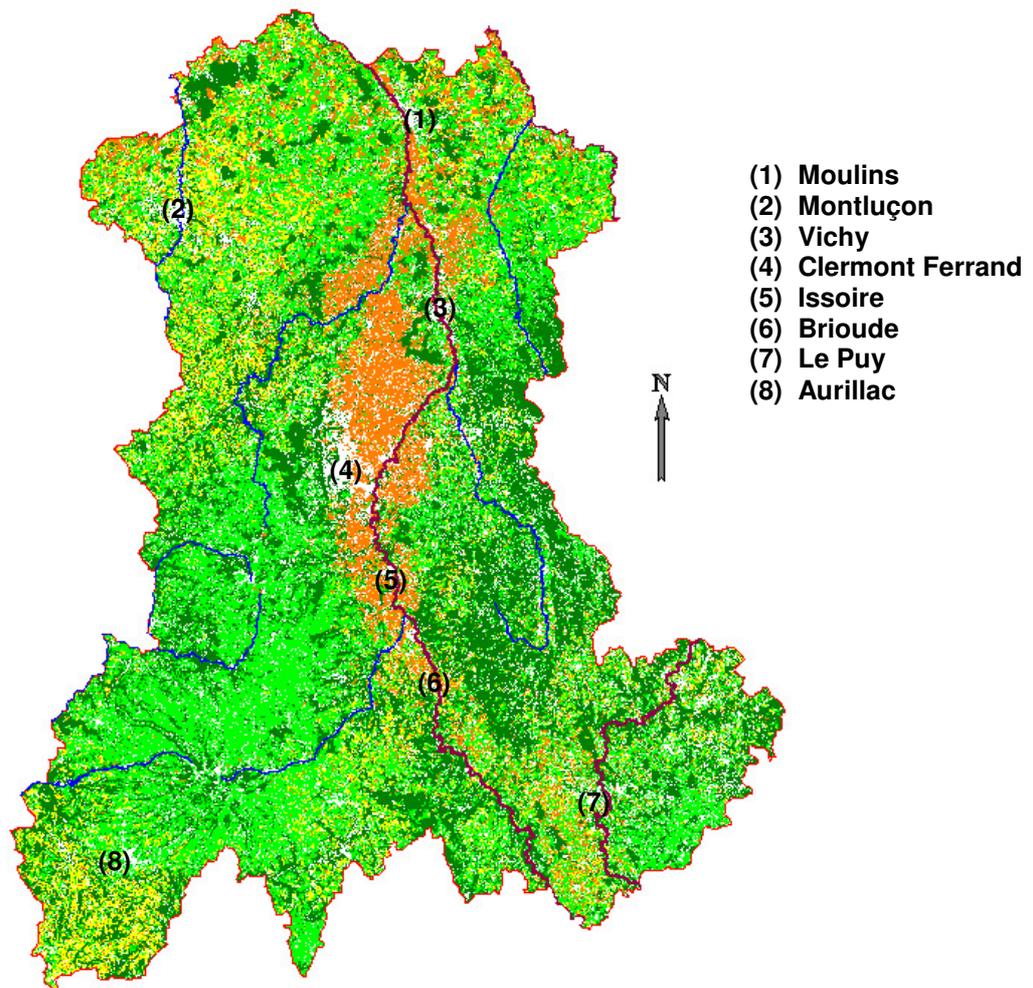
Ensuite l'Auvergne présente de nombreux petits cours d'eau et des zones moins propices à la présence de ce type de végétation.

3.4. Les zones où la végétation rivulaire est potentiellement restreinte voire absente :

Tout d'abord, en zone de pente, la zone inondable des cours d'eau est naturellement restreinte voire absente du fait du relief. Autour de ces cours d'eau, la végétation naturelle associée à la dynamique du cours d'eau est donc très limitée voire absente.

Autour des cours d'eau où la pente est moins importante, la végétation rivulaire est potentiellement présente, sauf si les activités humaines la restreignent.

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) et la couche « végétation arborée » de la BD Topo de l'IGN (Institut géographique National) permet de mettre en évidence les grandes tendances d'occupation du sol sur le territoire auvergnat. (Présentation des outils de cartographie : cf annexe 10).



Légende

- Limite région
- RPG Auvergne 2006
 - Cultures
 - Prairies permanentes et landes
 - Prairies temporaires
- Couche "végétation" de la BD Topo de l'IGN 2008
 - Forêts
- Cours d'eau de grande taille
- Cours d'eau de taille moyenne

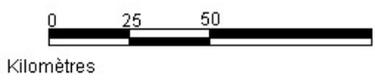


Figure 16 : Grandes tendances d'occupation du sol auvergnat.

Cette carte nous permet de localiser des zones où la végétation rivulaire est potentiellement restreinte du fait des activités humaines.

L'Auvergne, dont plus de la moitié des communes sont classées en zone de montagne est peu peuplée, la majeure partie de la population se trouve très inégalement répartie sur le territoire régional : 30 % de la population habite dans les principaux centres urbains (en blanc sur la carte), ces derniers se concentrent dans les vallées. De plus ce sont ces agglomérations qui bénéficient le plus du dynamisme démographique. La région est par ailleurs aussi caractérisée par un habitat dispersé au sein de petits villages.

L'Auvergne est une région très agricole. Des grandes cultures de céréales se situent principalement dans la vallée de l'Allier, zones très fertiles (centrale en orange). Le niveau d'anthropisation est ici important (travaux fréquents, présence éventuels de produits polluants d'origine chimique).

L'élevage (bovins essentiellement), occupe plus de 80 % du territoire agricole auvergnat. Les prairies temporaires et permanentes sont nombreuses, les zones d'estives tapissent les hauteurs (Ouest du Puy-de-Dôme et Nord du Cantal).

Le territoire auvergnat est également marqué par l'importance de la forêt. En effet, l'Auvergne se place au troisième rang national pour la production de bois d'œuvre par hectare. Les forêts sont principalement présentes en zone de pente et d'altitude.

Nous observons (Figure 17) la présence de massifs forestiers pour partie issus de plantation.

C'est par exemple le cas du Livradois (1), des Monts du Forez (2) et (3) et de la Margeride (4).

Les villes, les zones de cultures, les peuplements forestiers résineux issus de plantation sont probablement des zones où la végétation rivulaire des cours d'eau est très restreinte voir absente.

Pour voir si de la végétation rivulaire est présente dans les zones anthropisées, une interprétation de photographies aériennes a été effectuée.

Pour ce travail, deux types de données ont été utilisées : (présentation des outils de cartographie : cf. annexe 10)

- la BD Topo de l'IGN (Institut Géographique National) pour localiser le réseau hydrographique,
- les photographies aériennes dans le domaine du visible de la BD Ortho de l'IGN.

Les photos aériennes utilisées pour une photointerprétation manuelle de l'occupation du sol sont assez anciennes (2002 pour 03, 2004 pour 63 et 2005 pour 15 et 43). Ceci du fait de problèmes de disponibilité des données.

Nous pouvons penser que les grandes tendances d'occupation du sol n'ont pas fortement évolué de puis ces dates, en effet, sur le territoire auvergnat l'extension des zones d'activités humaines est assez lente.

Un certain nombre de sondages ont été réalisés dans les zones d'activité humaines (une dizaine de points par type d'occupation de sol).

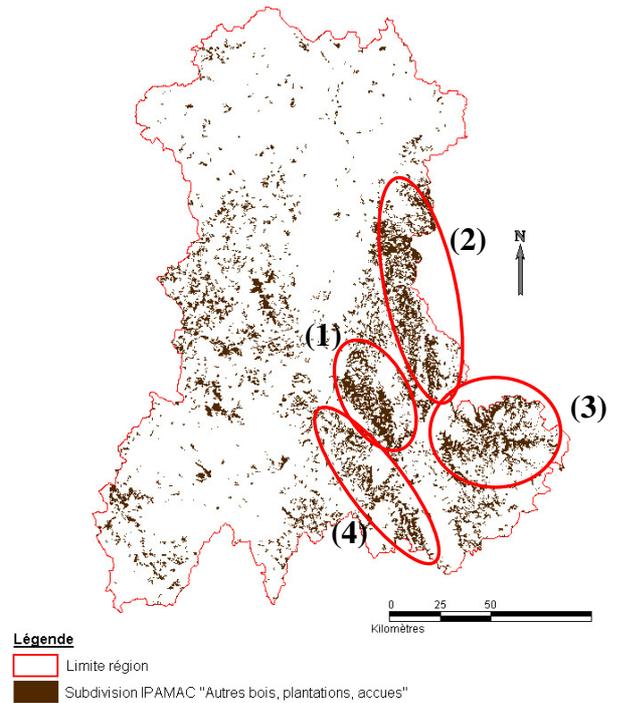


Figure 17 : Zones forestières où certains peuplements sont issus de plantations

Source : IPAMAC (association Interparc du Massif-Central)

Résultats obtenus :

a) Les villes :



Localisation de Brives-Charensac



Figure 18 : La Loire dans sa partie amont au niveau de la ville de Brives-Charensac, (comptant légèrement plus de 4 000 habitants), en Haute-Loire.

Cette photographie représente un cours d'eau de grande largeur (supérieure à 50 mètres) traversant une petite ville. Il y a très peu voir pas de végétation sur les rives du cours d'eau. Le tissu urbain s'étend jusqu'en bordure de cours d'eau.



Localisation du Puy-en-Velay



Figure 19 : La Borne, au niveau du Puy-en-Velay, ville d'environ 20 000 habitants, située dans le département de la Haute-Loire.

Il s'agit ici d'un cours d'eau de moyenne largeur traversant une ville de taille moyenne (entre 15 et 50 mètres). La végétation bordant le cours d'eau est ici très limitée mais tout de même présente.



Localisation de Pont-du-Château

Figure 20 : Portion de l'Allier, au niveau de Pont-du-Château, une ville d'un peu plus de 10 000 habitants en 2007, en plein cœur de la plaine de la Limagne

Cette photographie représente un cours d'eau de largeur supérieure à 50 mètres traversant une ville de taille moyenne (un peu plus de 10 000 habitants). Une délimitation de la végétation naturelle a été faite autour du cours d'eau afin de faciliter sa visualisation. Nous pouvons constater un étranglement de cette végétation au niveau du tissu urbain, où elle reste présente mais très limitée.

Nous constatons, sur la base de ce sondage, que dans la majorité des villes la végétation bordant les cours d'eau est très limitée et parfois ponctuellement absente, le tissu urbain ne laissant que très peu de place au maintien d'une végétation rivulaire.

b) Les zones d'agriculture intensive :

La principale zone de grandes cultures de l'Auvergne est la plaine de la Limagne.

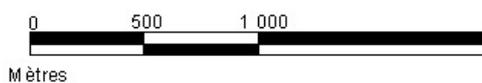
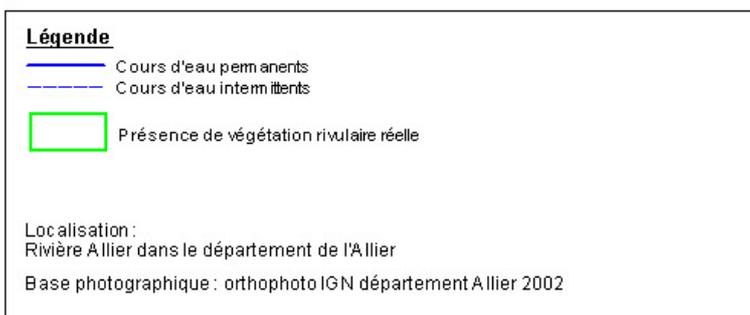


Figure 21 : L'Allier, cours d'eau de grande largeur dans la plaine de la Limagne.

Nous constatons sur cette photographie qu'une bande large de végétation naturelle est présente autour du cours d'eau.

De plus les bancs de sable bordant le lit montrent la dynamique de cette rivière. Les limites des zones de végétation sont courbes suivant les anciens méandres, signe de naturalité, ces rondeurs marquent la forme des anciens méandres de l'Allier.



Légende

— Cours d'eau

Base photographique : orthophoto IGN département Allier 2002

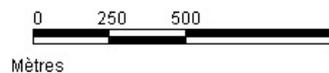


Figure 22 : La Sioule dans une zone agricole.

Le cours d'eau observé ici est la Sioule dans sa partie aval, dont la largeur est moyenne (15 à 50 mètres). La végétation est ici présente sur une grande partie du tronçon, mais sa largeur varie selon les zones. C'est également le cas pour sa composition (des zones sont principalement herbacées, alors que d'autres sont à dominante arborée).



Légende

— Cours d'eau
 - - - - -

Base photographique : orthophoto IGN département Allier 2002



Figure 23 : Petits cours d'eau dans une zone de culture du département de l'Allier

Cas d'un petits cours d'eau en zone de grande culture.
 La végétation les bordant se limite à un alignement discontinu d'arbres de part et d'autre de ceux-ci.

Sur la base des sondages effectués dans les zones de grande culture, il apparaît que de la végétation rivulaire est présente en bordure de cours d'eau.

L'Allier, possède une zone assez large d'érosion latérale où il y a une forte présence de végétation constituant une mosaïque de milieux.

Pour les cours d'eau de moyenne importance, une bande de végétation est aussi généralement observable sur la rive.

Sur les cours d'eau de petite largeur, la végétation est



Figure 24 : Bande enherbée sur certains petits cours d'eau

<http://www.lefigaro.fr/actualites/2008/04/19/01001-20080419ARTFIG00020-ces-medicaments-qui-polluent-les-rivieres.php>

présente mais très limitée. Elle se limite généralement à un alignement d'arbres avec ponctuellement des zones de bandes enherbées.

Ces dernières sont le plus souvent dues à l'activité humaine voisine. En effet, lors de la culture de parcelles bordant les cours d'eau (et notamment lors de l'utilisation de produits) le gestionnaire se doit, de conserver une bande enherbée le long des cultures de cinq mètres minimum (dépend des produits épandus) entre la parcelle et le cours d'eau, ceci depuis.

c) Plantations résineuses :

Les cours d'eau traversant des zones de plantation résineuses sont généralement de petite largeur voir présent de manière intermittente.

Dans la majorité des cas, les plantations sont de petites tailles (forêt très morcelée), situées ponctuellement dans le paysage. De plus ces plantations sont généralement situées en zone de pente, ce ne sont donc pas des zones qui possèdent naturellement une forte potentialité de présence de végétation rivulaire.

De la zone de présence potentielle de végétation rivulaire (zone d'étude), il semble alors intéressant d'extraire les villes et plantations résineuses dans lesquelles la végétation rivulaire est très restreinte voire absente, elle serait alors difficile à mettre en évidence sur une carte des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle de l'Auvergne. Par contre, il est important d'étudier les zones de, zones de présence de végétation.

Une remarque peut également être faite en zone de bocage, la végétation rivulaire est présente mais limitée à un alignement d'arbres, difficilement différenciable des haies. Le problème de détection de liseré fin de végétation à l'échelle de l'Auvergne est encore rencontré ici.

VII. Cartographie des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle de l'Auvergne

Une proposition de méthode de cartographie des « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle de l'Auvergne va être présentée dans la suite de ce rapport.

Pour généraliser une méthode à l'échelle de la région, des difficultés sont rencontrées :

- La végétation très limitée bordant certains cours d'eau (zone de pente, au sein des tissus urbains, petits cours d'eau de plaine agricole) demande un travail à une échelle fine et il sera alors difficile de les repérer à l'échelle de l'Auvergne.
- Les données disponibles doivent être homogènes sur l'ensemble du territoire, ce qui en limite le choix,

7.1. Proposition d'une note méthodologique permettant de cartographier au 1/100 000^e les « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle de l'Auvergne :

Dans cette partie, sera présentée une méthodologie de détermination de la végétation des corridors fluviaux à l'échelle de l'Auvergne à une précision du 1/100 000^e.

→ Rappel concernant l'objet à mettre en évidence lors de cette cartographie (cf. paragraphe I)

L'ensemble de ces formations végétales sera rassemblé au sein d'un objet vectoriel sous la forme d'un polygone éclaté sur l'ensemble du territoire de la région Auvergne.

Cet objet s'appuie sur le réseau hydrographique.

La végétation recherchée répondra aux critères suivants :

- tout type de formation végétale herbacée, arbustive, arborée, comprenant aussi bien de la végétation herbacée pionnière typique du lit mineur, des forêts à bois tendre, que des forêts de bois durs plus éloignées du cours d'eau ..., et incluant éventuellement les formations végétales transformées,
- se situant au sein du lit majeur de la rivière, le tout formant une mosaïque paysagère créant une hétérogénéité dans le paysage,
- des milieux peu transformés par l'homme.

Des travaux de l'IPAMAC (InterParc du MASSIF Central) résultants de ces réflexions constitueront une bonne base de travail lors de notre étude :

→ Une note méthodologique permettant de déterminer les forêts rivulaires (forêts en bordure de cours d'eau) sur le territoire de l'IPAMAC. L'utilisation de données de faible précision lors du projet a abouti à la délimitation de zones parfois non représentatives de la réalité terrain. Lors de notre étude, nous nous baserons sur cette méthodologie intéressante en utilisant des données de précision plus importante.

→ Une méthodologie (modélisation) de prédétermination des zones humides potentielles : développée par le CRENAM dans le cadre d'une étude pour l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB). Elle est basée sur différents critères (topographique, climatologique, géomorphologique, géologique et hydrologique). La cartographie produite pour cette étude couvre en partie la zone d'étude, le territoire du PNR du Livradois-Forez. Cette modélisation, permet la délimitation de zones proches des zones humides rencontrées sur le terrain (plus de 75% des zones humides du territoire de l'AELB).

→ Un travail de reprecisions et la réduction du nombre de classes du RPG (Registre Parcellaire Graphique) fait part le Cemagref. Les différentes occupations du sol ont été regroupées en trois classes de naturalisé croissante : cultures, prairies temporaires et prairies permanentes et landes. L'utilisation de ces trois classes est intéressante lors de notre étude.

Lors de cette cartographie, nous nous limiterons aux grands cours d'eau car les petits présentent une végétation rivulaire trop étroite pour être étudiée à l'échelle régionale.

Pour sélectionner les cours d'eau de moyenne et de grande largeur, nous utilisons l'ordination de Strahler (1957). Celle-ci permet de hiérarchiser l'ensemble des branches du réseau en attribuant à chacune une valeur entière qui caractérise son importance. Tout drain qui n'a pas d'affluent est de valeur 1. Puis, un drain d'ordre n+1 est issu de la confluence de deux drains d'ordre n.

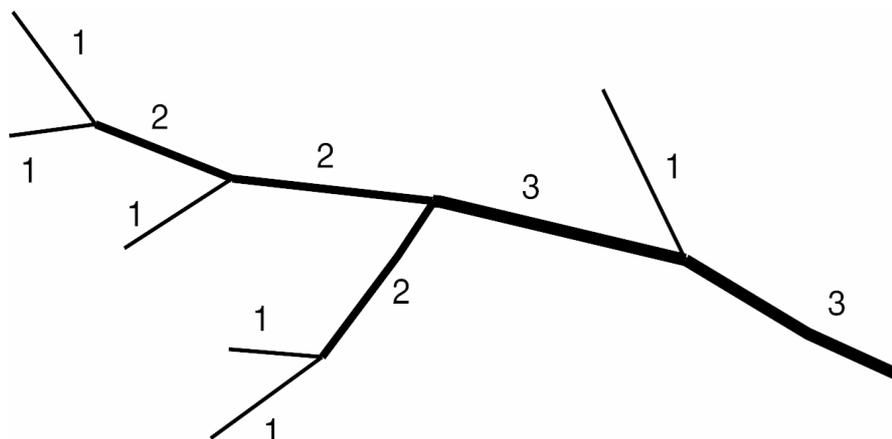


Figure 25 : Classification des réseaux hydrographiques d'après Strahler

Source : Site Internet Wikipédia

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Classification des réseaux hydrographiques](http://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_des_r%C3%A9seaux_hydrographiques)

Intérêt des rangs de Strahler pour l'étude :

- Ils représentent l'information la plus homogène et la plus rapidement mobilisable sur la taille des cours d'eau à l'échelle d'un grand territoire d'étude comme l'Auvergne.
- Ils sont très représentatifs de la largeur du cours d'eau. En effet, une analyse des relations rangs de Strahler et dimension des cours d'eau, effectuée sur le bassin de la Loire (Souchon et al., 2000), montre que la largeur moyenne du lit est équivalente à rang égal dans des zones aux conditions géologiques et de relief différentes.

L'ordre de grandeur des largeurs de cours d'eau de chaque rang a été évalué par le Cemagref au niveau national :

Rang du cours d'eau	1	2	3	4	5	6
Largeur du lit mineur (m)	4	6	10	15	30	55

Tableau 1 : Relation rang de Strahler – largeur du lit mineur

Sur l'ensemble du territoire national, les rangs de Strahler ont été calculés par le Cemagref de Lyon à partir de la Base de donnée BD Carthage, référentiel hydrographique. Au cours de la méthode, ce sont ceux-ci que nous utiliserons

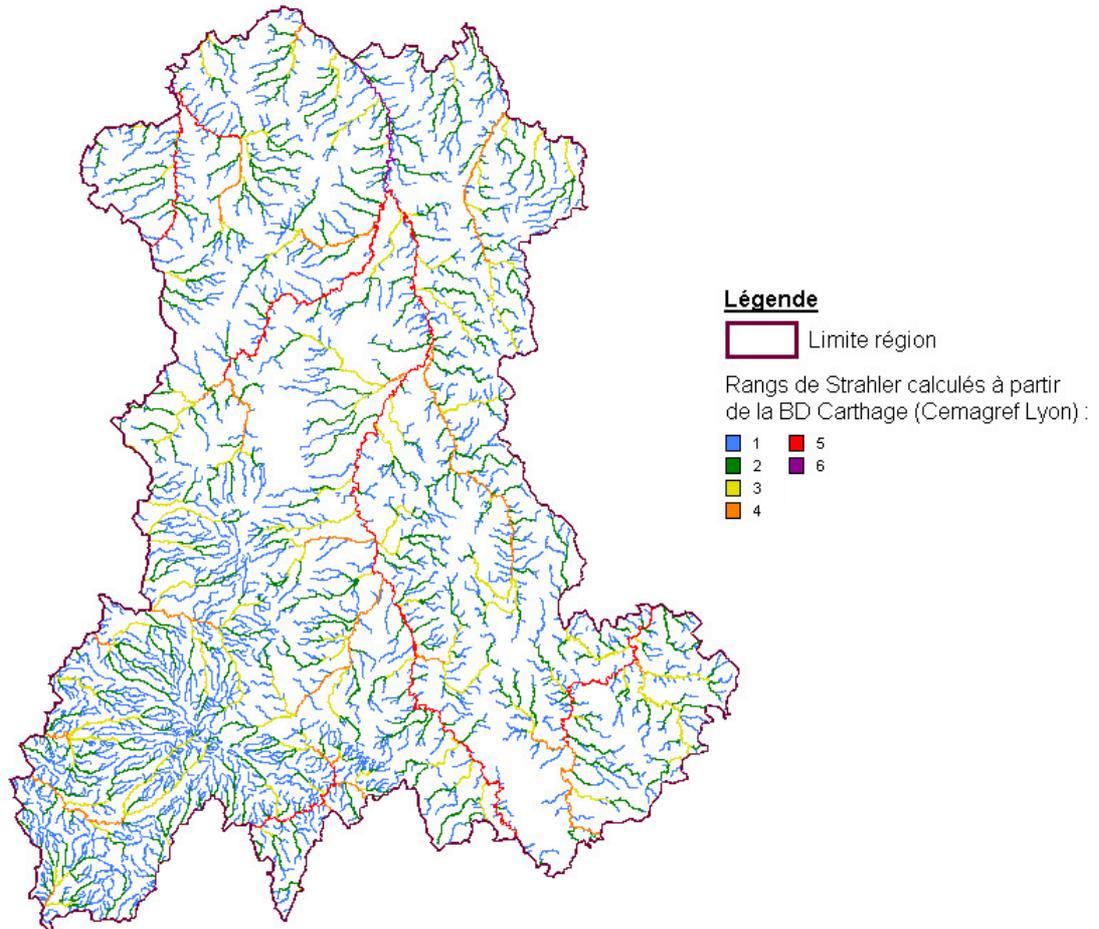


Figure 26 : Rangs de Strahler des cours d'eau auvergnats

Sur cette carte nous pouvons constater qu'une partie importante du réseau hydrographique est constituée de petits cours d'eau, principalement de rang 1 dont la largeur est d'environ 4 mètres. Le rang 6 est le maximum rencontré en Auvergne (rivière allier dans sa partie aval). Nous considérerons que les cours d'eau de rangs 1 et 2 sont de très petite largeur, ce qui nous conduit à prendre en compte dans la suite de ce rapport que les cours d'eau de rang supérieur ou égal à 3.

→ Déroulement de la méthode :

La méthode de détermination de la végétation rivulaire proposée se base sur deux étapes :

- une délimitation de l'emprise des fonds de vallée : zones sous l'influence de la dynamique du cours d'eau. Elle s'appuie sur des facteurs physiques : la largeur du cours d'eau et la pente transversale à celui-ci.
- une étude de l'occupation du sol au sein de cette zone, elle-même divisée en deux phases :
 - o l'utilisation de données déjà existantes
 - o le recours à une technique de traitement de photographies aériennes

La délimitation de zones alluviales permettra de restreindre la zone d'étude en masquant les zones présumées de non présence de végétation rivulaire, ceci afin limiter la quantité de données utilisées et les temps de traitement lors de l'étape suivante.

→ Données utilisées :

Nous avons disposé de 6 sources de données sur la zone :

- la BD Topo® : couches « cours d'eau », « surface en eau », « végétation arborée »,

- Les rangs de Strahler calculés par le Cemagref de Lyon à partir de la BD Carthage®,
- le Modèle Numérique de Terrain (MNT) au pas de 25m de la BD Alti® de l'IGN,
- Le Registre Parcellaire Graphique (RPG),
- L'information « territoires artificialisés » issue de la base de données Corine Land Cover (CLC),
- Les photographies aériennes Infrarouge du Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique (CRAIG) ou de la BD Ortho® de l'IGN.

1° - Délimitation de l'emprise des fonds de vallée :

Cette étape est inspirée de celle proposée par le CRENAM (Centre de REcherche sur l'ENvironnement et l'AMénagement) pour la délimitation des zones rivulaires dans le cadre du projet mené par l'IPAMAC (Interparc du Massif Central) concernant l'identification d'une trame écologique sur le territoire du Massif Central.

Il s'agit de créer une zone tampon, ou « buffer », de part et d'autre de chaque cours d'eau, d'étendue variable suivant la largeur du cours d'eau. Le résultat obtenu est ensuite croisé avec la carte des pentes de façon à ne retenir que les zones de faible pente en bordure de cours d'eau et propices au développement d'une végétation rivulaire.

A) Buffer selon la largeur du cours d'eau

Des buffers sont dessinés autour des cours d'eau allant des rangs 3 à 6.

La largeur de ces zones tampon est différente selon le rang : pour les rangs de type 3 et 4, 5, 6 respectivement les largeurs de 100, 300 et 1000 mètres.

Des zones larges sont préférables de manière à englober toute la végétation recherchée. De plus les rangs étant calculés à partir de la BD Carthage dont le tracé présente un décalage avec le tracé des photographies aériennes (utilisées par la suite) allant jusqu'à une quarantaine de mètres, l'utilisation de zones larges permet une superposition avec le tracé du réseau hydrographique de la BD Topo, plus précis.

B) Croisement du buffer et de la carte des pentes

Les pentes transversales au cours d'eau sont calculées à partir du MNT (Modèle Numérique de Terrain) (la Base de données BD Alti de l'IGN au pas de 25 mètres). Lors d'un calcul automatique de pente avec un logiciel SIG (Système d'Information Géographique), la pente retenue en chaque point est la pente la plus forte, ceci correspond donc de manière générale à la pente transversale au cours d'eau.

La valeur de 4° est retenue comme seuil, valeur proposée par le CRENAM. Les pentes supérieures à 4° ne seront pas prises en compte.

Ce seuil est assez élevé, en effet, des valeurs plus faibles sont rencontrées dans la littérature, par exemple, la méthode proposée par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie lors de sa cartographie des zones à dominante humide du bassin Seine-Normandie (2006) exclut les zones de pente supérieure à 5% (soit 2,86 °). De même, une pré-cartographie des zones humides sur le territoire de Belfort (étude est définie dans le cadre du programme 2004 du Pôle relais tourbières) détermine que 78,5% des zones humides sont sur des pentes inférieures à 2°.

Le choix d'un seuil de pente plus élevée se justifie par le souci d'englober toutes les zones de présence potentielle de végétation rivulaire.

Les buffers et la carte des pentes obtenues sont alors croisés pour obtenir les pentes inférieures à 4° ; au sein des zones tampon, ce sont les zones que nous appellerons « zones rivulaires ».

Ces zones alluviales obtenues par calcul, sont des zones où il est possible de rencontrer de la végétation rivulaire.

Lors du stage, nous avons effectué ce travail sur l'ensemble du territoire auvergnat (figure : 27).

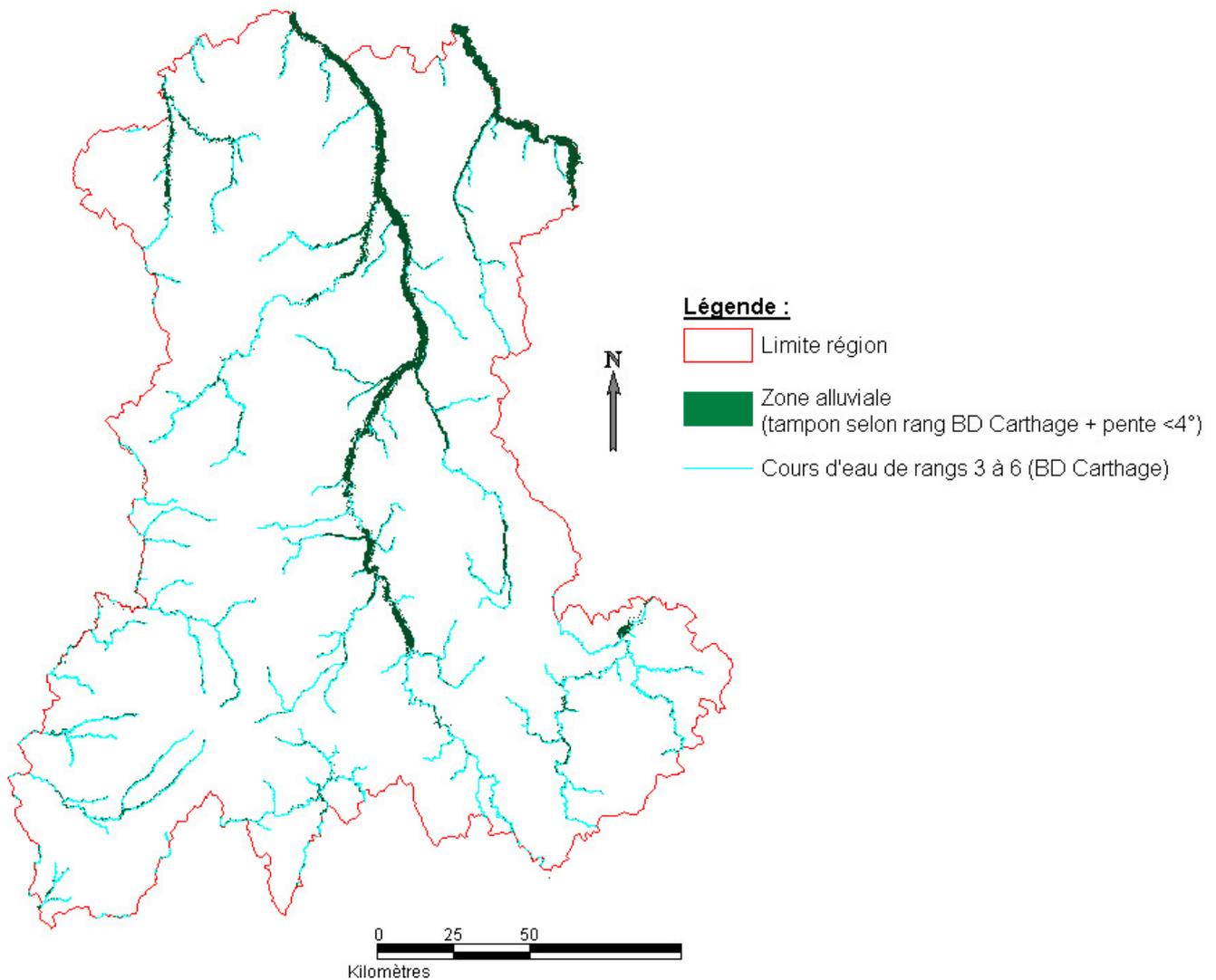


Figure 27 : Zones alluviales sur le territoire auvergnat.

2° - Utilisation des données d'occupation du sol :

Dans un premier temps l'utilisation de données d'occupation de sol existantes sur les zones alluviales permet, à la fois de discriminer les zones où la présence de végétation rivulaire est a priori exclue (zones de culture, les prairies temporaires et tissus urbains et industriels), celles présentant éventuellement de la végétation rivulaire (prairies permanentes, végétation arborée).

Ensuite l'utilisation de techniques de traitement d'images aériennes permet de discriminer la végétation rivulaire dans les zones n'ayant pas été renseignées lors de l'utilisation de données existantes, et d'apporter des précisions à l'intérieure des zones de végétation déjà étudiées où cette dernière n'est pas forcément entièrement naturelle.

a) Les bases de données directement utilisables (présentation des outils de cartographie : cf. annexe 10).

Les données doivent être suffisamment précises pour permettre de mettre en évidence les formations végétales de largeur parfois restreinte bordant les cours d'eau.

→ La base de données hydrographique utilisée est la couche « **cours d'eau** » de la **BD Topo** de l'IGN. Elle présente un tracé des cours d'eau très proche du terrain. Ceci est important car les cours d'eau sont le squelette du réseau de végétation rivulaire.

→ La couche « **surface en eau** » de la **BD Topo** permet de connaître de manière précise l'emprise des eaux superficielles. Seuls les cours d'eau ont été pris en compte dans le cadre de cette étude.

→ Le **RPG** (Registre Parcellaire Graphique). Il présente l'occupation du sol par îlot (groupement de parcelles) pour les territoires agricoles. Elle peut-être différente au sein d'un même îlot. Une simplification est préalablement faite : le type d'occupation de sol recouvrant la plus grande surface dans chaque îlot sera considéré comme le type de l'ensemble de l'îlot.

Les différents types d'occupation du sol définis par cette donnée sont répartis en trois classes : les *cultures*, les *prairies temporaires* et *prairies permanentes et landes*. Trois classes dont l'empreinte humaine semble être différente, de « degré de naturalité » croissant.

Les cultures étant des zones très anthropisées : avec la possibilité de pollution avec des produits phytosanitaires, pour les prairies temporaires l'activité humaine peut-être importante mais avec des périodes de relâche. Ces deux premières catégories sont retirées de la zone potentielle de végétation rivulaire. Enfin dans des zones comme les prairies permanentes et landes, l'activité humaine semble moins importante (pâturage de bétail ou culture de fourrage). Ce dernier type de zones pourra donc être intégrer à la végétation rivulaire.

→ La couche « **végétation arborée** » de la **BD Topo** permet ensuite de repérer très précisément les zones arborées. Cette végétation appartient potentiellement à la végétation rivulaire.

Remarque : Cette donnée ne discrimine pas les plantations (résineuses en altitude, feuillus en zone alluviale) des peuplements naturels or ceci aurait été important car la végétation que nous souhaitons mettre en évidence est naturelle.

Le recours à la carte des « **formation végétales** » de l'**IFN** (Inventaire Forestier National) semble intéressant pour répondre à ce problème et notamment la version 1 simplifiée à 10 postes (futaie de feuillus, futaie de conifères, futaie mixte, mélange de futaie de feuillus et taillis, mélange de futaie de conifères et taillis, taillis, peupleraie, forêt ouverte, lande, autre), sa précision est de 1/25 000 et la surface minimale cartographiée est de 2,25 hectares.

Elle a une nomenclature uniforme sur tout le territoire métropolitain. Mais elle est basée sur des photographies anciennes (1997 pour le 03, 2000 pour le 63 et 15, 1999 pour le 43).

La version 2 : une nomenclature nationale en 28 postes. Elle a une plus grande précision de 50 ares (5 000 m²). Cette donnée est seulement disponible pour le département 03 et date de 2008.

La première version de cette carte (au 1/25 000^e) peut être suffisante, mais la deuxième version permet de mettre en évidence des plantations qui peuvent être assez restreintes comme les alignements d'arbres (50 ares).

- **Corine Lande Cover (CLC) :**

Malgré sa précision au 1/100 000^e, cette carte reste intéressante car elle permet d'avoir une idée, et ceci de manière homogène sur l'ensemble du territoire régional, de l'emprise des tissus artificialisés de grande taille. Nous pouvons considérer qu'à l'échelle de la carte à réaliser (1/100 000^e), seul les tissus continus et étendus sont des zones de fragmentation des espaces naturels, et la précision de cette carte est alors suffisante. Lors de l'utilisation de cette donnée, la carte finale perdant de sa précision, elle ne pourra pas être réutilisée à une échelle plus précise ultérieurement. Or si tel est la finalité de la carte, l'utilisation de la couche « bâti » et « zones d'activité » de la **BD Topo**, nettement plus précise (au 1/5 000) que CLC, présenter être une solution intéressante.

Après l'identification de l'occupation du sol grâce aux données précédentes, l'idée est de faire appel aux techniques de traitement de photographies aériennes pour extraire la végétation dans les zones restantes.

L'intérêt de l'utilisation préalable de données déjà traitées est de limiter la zone d'étude par télédétection, méthodes demandant des durées de traitements assez longs.

b) Interprétation de photographies aériennes dans les zones non renseignées

L'interprétation des photographies aériennes ne peut pas se faire manuellement sur un aussi grand territoire. Il faut avoir recours à des logiciels d'interprétation photographiques, et utiliser différentes méthodes d'interprétation.

Une méthode intéressante est celle de la segmentation-classification orientée objet (Thierry Tormos, Cemagref-ONEMA), elle s'organise de la manière suivante :

→ **Segmentation** : approche qui permet d'obtenir des objets bien définis en prenant en compte les informations spectrales, mais aussi la forme et la texture d'une image. L'avantage majeur de cette technique est que l'on ne classe pas des pixels mais des objets qui ont une homogénéité choisie par des règles. De plus, chaque objet connaît son contexte (voisinage) et aussi, dans le cas d'une segmentation hiérarchique, ses super-objets et ses sous-objets.

→ **Classification orientée objet** : classification qui prend en compte la réponse spectrale, la texture et la forme des objets créés pendant la phase précédente.

L'algorithme de traitement d'image créé en utilisant les informations fournies par plusieurs zones tests est ensuite appliqué à l'ensemble du territoire. Pour valider le résultat et estimer l'erreur de la classification, d'autres zones sont prises d'une façon aléatoire sur l'ensemble du territoire.

Il est nécessaire d'utiliser des données THRS (à Très Haute Résolution Spatiale) pour mettre en évidence ces zones de végétation parfois restreintes au sein d'une mosaïque fine de paysage.

Or ce type de données demande des traitements lourds, donc coûteux. C'est pour cela qu'il est préalablement nécessaire de limiter les surfaces à photointerpréter.

La carte de végétation du SIEL être intégrée à la carte à produire à la suite d'une simplification de la typologie utilisée. Le traitement d'image n'est alors pas utile dans ces zones, ce qui réduit alors considérablement le travail pour la carte à produire.

→ Les données utilisables :

Des images intéressantes sont les photographies aériennes du CRAIG (Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique). Non seulement car elles sont disponibles dans le domaine de l'Infrarouge, permettant alors de bien faire ressortir la végétation des autres types d'occupation du sol, mais aussi parce qu'elles ont une très bonne précision (au pas de 0,30 cm). L'IGN (propose également, ce type de photographies.

L'idéal serait de travailler sur de l'image satellite à très haute définition, car elles sont homogènes sur l'ensemble du territoire (pas de différence de qualité, de temps (ombrage ou non...)). Mais les images satellites disponibles actuellement sont de moins bonne précision que les photographies aériennes ou si ce n'est pas le cas, elles sont encore de prix très élevés. Il est néanmoins probable qu'elles seront de plus en plus et disponibles à des coûts moindres permettant une utilisation plus large.

1) Préparation à la photointerprétation automatique :

Pour cela, il est nécessaire de faire une interprétation de photographies aériennes manuellement sur des zones d'intérêt particulier de manière à essayer de passer en revue tous les types de végétation qui peuvent être rencontrés en bordure de cours d'eau en Auvergne (herbacée, arbustive, arborée, plus ou moins dense...), mais aussi tout autre occupation du sol qui peuvent se présenter : sols nus par exemple.

Il est intéressant pour ce faire, de se baser sur le travail fait par le SIEL. Ce travail est très approfondi, les communautés végétales rivulaires repérées sur orthophotographies et contrôlées sur le terrain sont classées selon une typologie très détaillée. Pour l'étude qui nous concerne, il semble intéressant de reprendre les contours dessinés sur cette carte et d'utiliser la légende produite mais il est nécessaire de la retravailler préalablement (simplification par rapports aux types de végétation que l'on souhaite faire ressortir).

Il est intéressant de ne faire ressortir que les grands types suivants :

- Les sols nus,
- éventuellement la *Végétation aquatique et semi aquatique* (en marge de notre sujet),
- la *Végétation herbacée pionnière typique du lit mineur*,
- la *Végétation herbacée à l'écart du lit mineur*.

Ce sont les constituants majeurs des zones que nous n'avons pas pu étudier lors de l'utilisation de données d'occupation du sol existantes.

Ensuite, des précisions peuvent être apportées dans certaines zones déjà étudiées, c'est le cas :

→ Des tissus urbains et industriels, dans le cas où l'utilisation de la donnée de CLC semble être insuffisamment précise, il est alors intéressant de faire ressortir les zones que le SIEL définit comme :

- Les *Espaces anthropisés*,

→ de la végétation arborée définie par la BD Topo, afin de faire ressortir les peuplements non naturels que le SIEL a mis en évidence, notamment :

- Les *Peupleraies plantées*,
- les *Arbres d'alignement*,
- les *Autres plantations d'arbres*,
- éventuellement les *Robineraies* si l'on souhaite exclure les essences importées.

Ceci dans le cas où les couches « bâtir » et « zones d'activité » de la BD Topo de l'IGN, ainsi que la carte des formations végétales de l'IFN, ne sont pas disponibles.

2) Photointerprétation semi-automatique sur des grandes zones du territoire :

Le travail consiste en un apprentissage des types de végétation repérés à un logiciel de traitement d'image qui va repérer les mêmes types en fonction de leur texture, couleur...

Le logiciel eCognition Definitions Developer. (Thierry Tormos, 2008) est :

Le logiciel permet d'effectuer des traitements d'images fiables et rapidement mais n'est disponible que dans des organismes spécialisés dans ce type de travail (Maison de la télédétection, Cemagref) ; mais des logiciels plus basiques peuvent être utilisés, mais le temps de traitement sera plus important :

Grass avec QGis, Spring, Envi, Herdas (payant), ArcGis, Idresi

Remarque : Des campagnes Lidar ont été faites sur l'ensemble de l'Allier. Ces données très précises pourraient alors permettre de connaître parfaitement la localisation de la végétation rivulaire et sa composition, en effet la précision est de l'ordre de quelques centimètres, mais son utilisation s'avère d'un coût très élevé.

3) Estimation de la fiabilité de la photo-interprétation :

Cette étape est facultative mais permet de contrôler la justesse de la carte réalisée.

La meilleure manière de contrôler la fiabilité de la mise en évidence issue de cette méthode est la visite de sites sur le terrain, or ceci n'est pas forcément possible dans le cadre d'un projet sur un territoire aussi vaste, il peut prendre beaucoup de temps dans le cas où le nombre de types de végétation retenus est important.

La confrontation avec des inventaires préexistants (les cartes de végétation) sur des portions du territoire d'étude est une solution qui reste intéressante.

Des inventaires ont notamment été effectués sur le territoire des deux parcs naturels régionaux et des cartes en sont issues, comme des cartes des habitats naturels sur les sites Natura 2000, ou encore sur quelques autres petits sites isolés (tourbières et autres sites remarquables). Des cartographies ont également été faites par le CEPA (Conservatoire des Espaces et Paysages d'Auvergne).

Lors de l'utilisation de ces cartes, il faut néanmoins veiller à ce que leur date d'élaboration corresponde ou soit aussi proche possible de celle des photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation de manière à ne pas avoir de différences dues à l'évolution du paysage.

La comparaison entre l'information obtenue par photo-interprétation et les cartes existantes peut se faire visuellement ou via un logiciel d'écologie du paysage permettant de déterminer les hétérogénéités de forme entre les deux cartes.

Ceci est possible notamment avec le logiciel Fragstat qui est un outil gratuit et qui possède une notice associée détaillée ; il est donc facilement utilisable.

Il permet d'obtenir un Indice KPA qui est un indice de similarité.

En recherche, il est notamment utilisé pour faire des études multitemporelles sur un territoire, afin de voir l'évolution du paysage entre ces différentes dates.

Restriction du territoire pour le traitement d'images :

Puisque le traitement d'image demande des logiciels adaptés et reste actuellement coûteux et long, il peut être intéressant de réfléchir aux zones à privilégier.

Il est alors important de choisir des zones où une étude poussée de l'occupation du sol en bordure de cours d'eau est pertinente. C'est par exemple le cas en zones d'intérêt à la fois pour la préservation de la biodiversité et des activités humaines, comme en périphérie des villes, et en plaines agricoles. Dans les milieux naturels, où l'empreinte humaine est très limitée, voire inexistante, une étude aussi précise est alors peu pertinente.

Ces traitements d'image peuvent être effectués dans certaines régions naturelles auvergnates comme (par ordre d'importance décroissante de la pression humaine) :

Exemple de mise en œuvre de la méthode sur une portion de la rivière Allier, dans le département du Puy-de-Dôme.

Etape 1 : Délimitation du fond de vallée :

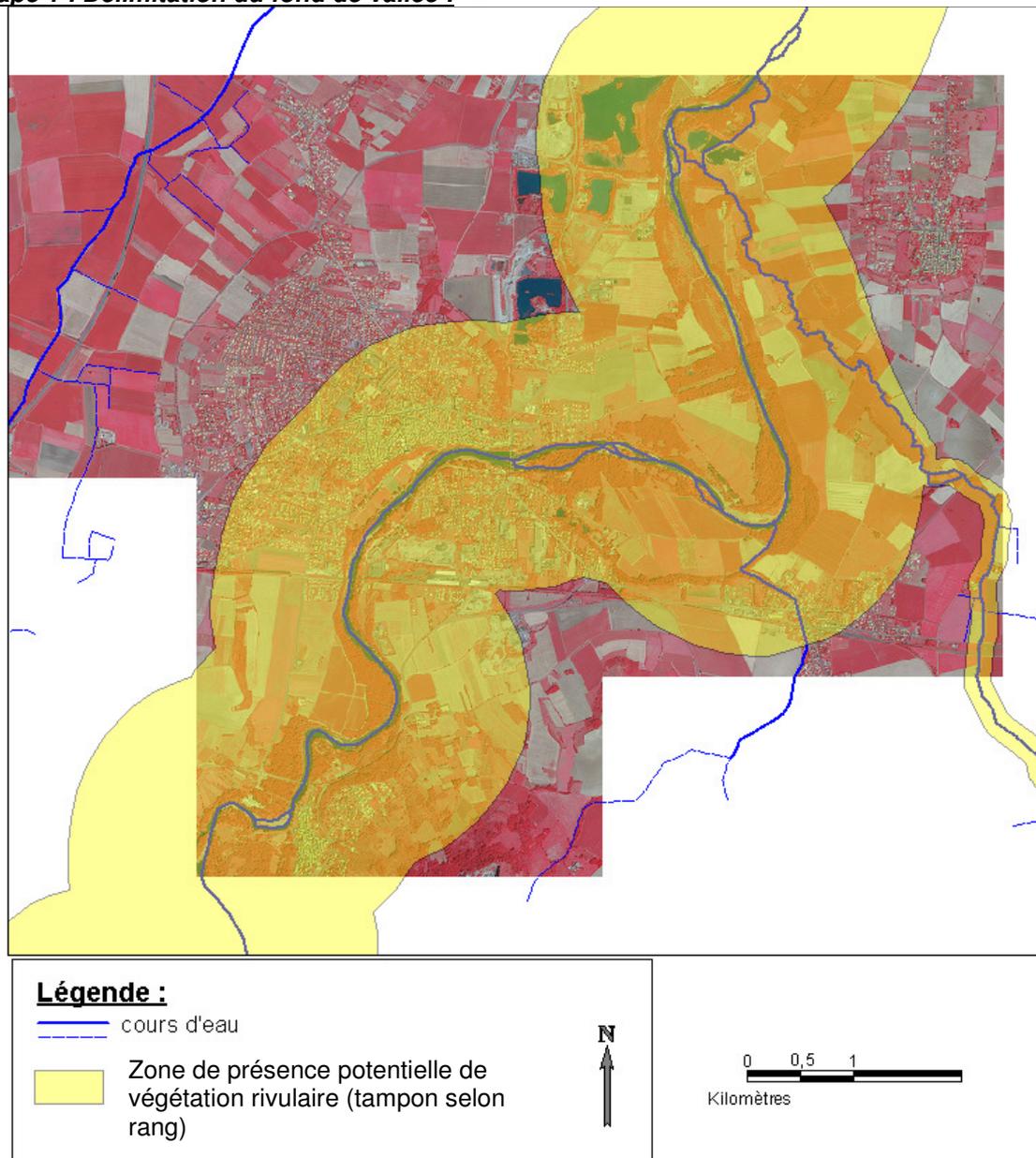


Figure 28 : Buffer

Un Buffer est tracé selon le rang de Strahler du cours d'eau.

Remarque : pour une question de simplification, la zone de présence potentielle (petit à petit affinée au cours de la méthode) sera nommée « zone rivulaire ».

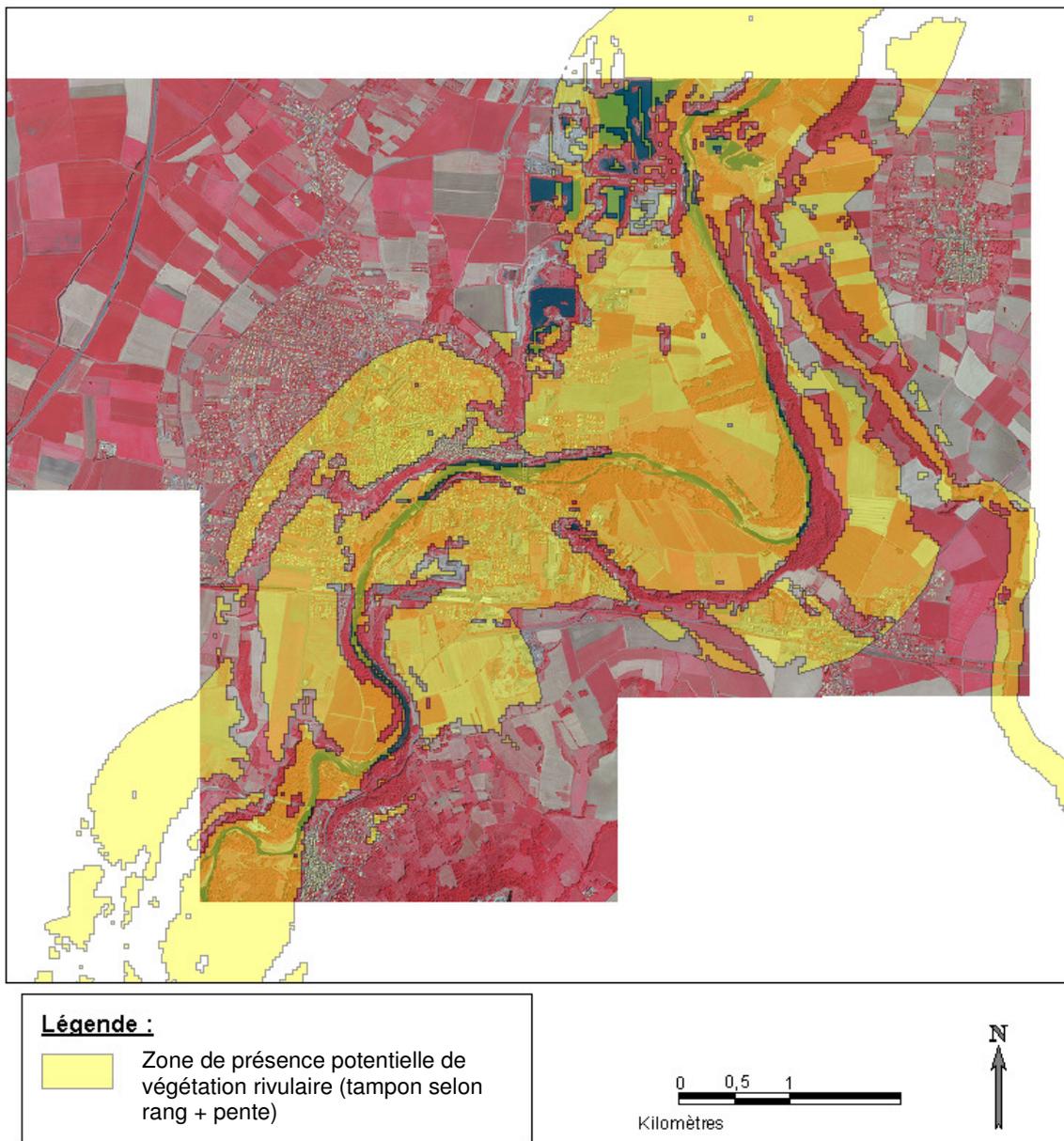


Figure 29 : Zone rivulaire : croisement du buffer et de la carte des pentes inférieures à 4°.

Le Buffer est croisé avec la pente transversale au cours d'eau. Seules les pentes inférieures à 4° sont retenues. Cette zones obtenue sont nommée « zone rivulaire ».

Etape 2 : Etude de l'occupation du sol

A) Utilisation de données existantes :

→ La couche « Surface en eau » de la BD Topo de l'IGN :

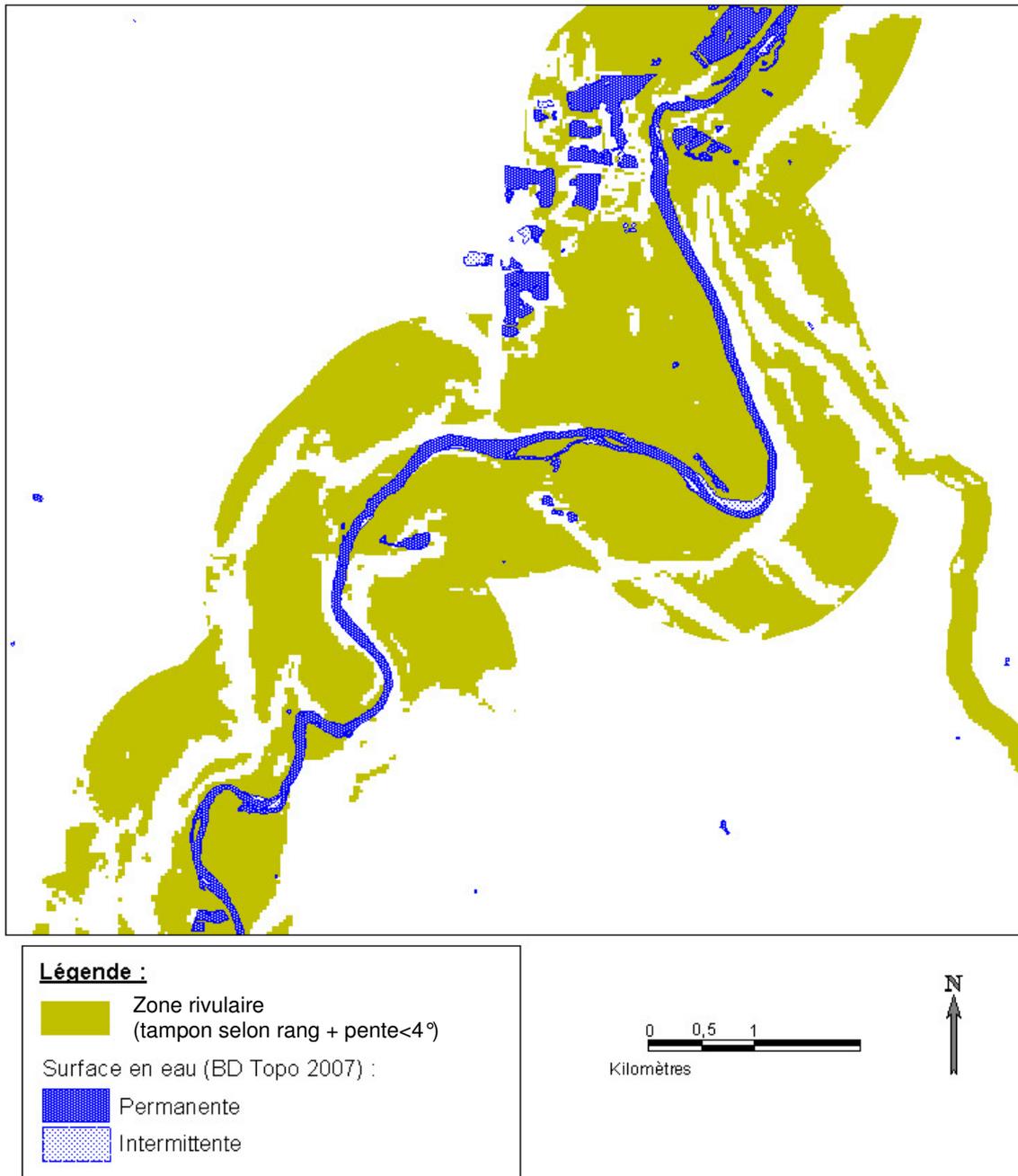


Figure 30 : Zone rivulaire et surfaces en eau.

La couche « Surfaces en eau » de la BD Topo de l'IGN présente les surfaces des cours d'eau et des autres eaux superficielles (permanentes ou intermittentes).



Légende :
 Zone rivulaire

0 0,5 1
Kilomètres



Figure 31 : *Surfaces en eau ôtées de la zone rivulaire = zone rivulaire 2*

Les surfaces en eau, représentant l'hydrosystème, sont ôtées de la zone rivulaire, la surface résultante sera nommée « zone rivulaire 2 ».

→ Le type « Cultures » du RPG (Registre Parcellaire Graphique) :

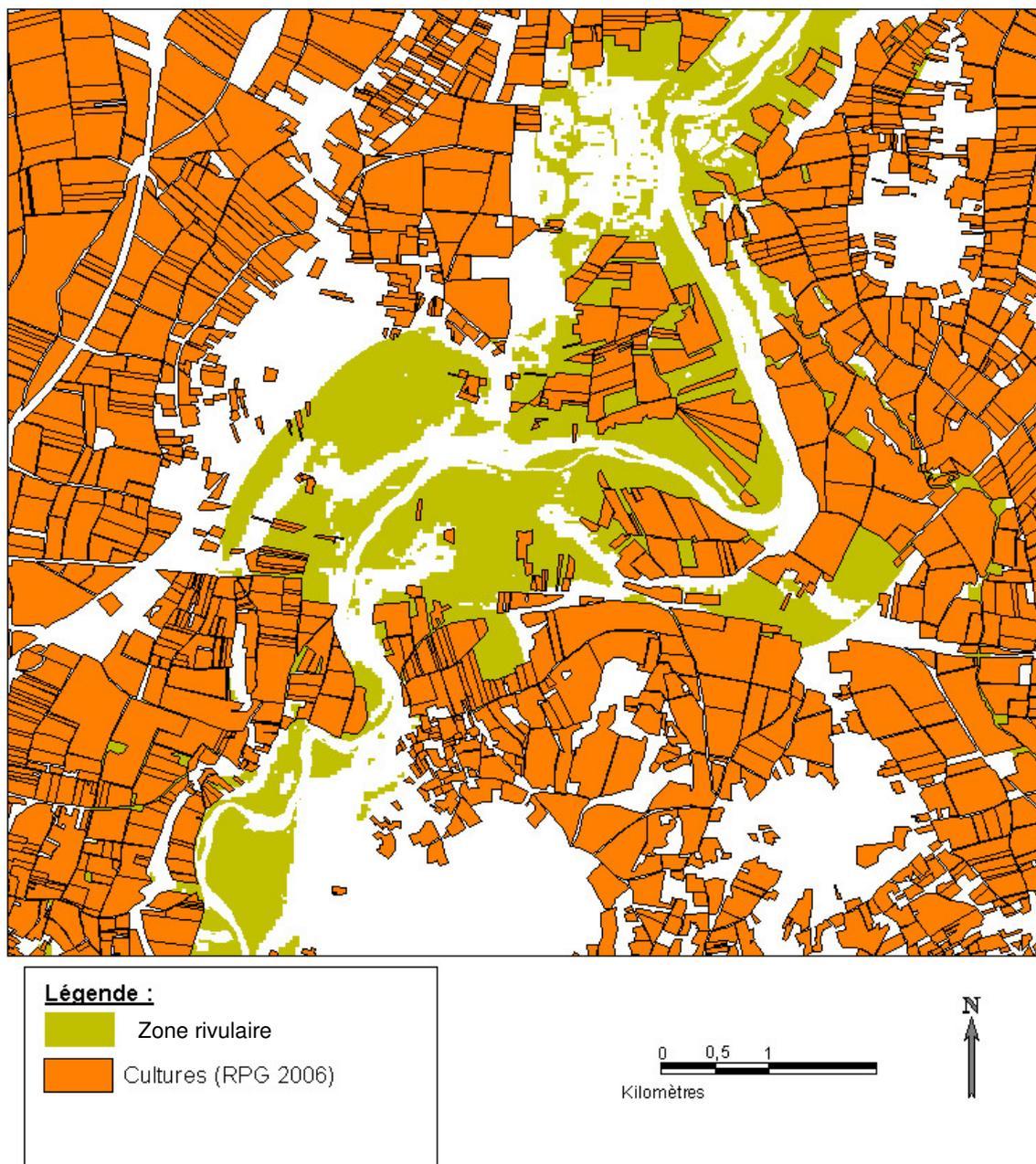


Figure 32 : Zone rivulaire 2 et Groupe « Cultures » du RPG.

Ce type « Cultures », que nous avons établi lors de l'étude, regroupe tous les types de cultures rencontrés dans le RPG en auvergne.

Ce type d'occupation du sol ne peut, du fait de l'importance de son activité humaine, pas faire partie de la végétation rivulaire considérée comme naturelle.



Figure 33 : Surfaces en culture extraites de la zone rivulaire 2 = Zone rivulaire 3.

Les zones en cultures sont alors extraites de la zone rivulaire 2 précédemment définie. Cette surface restante sera appelée « Zone rivulaire 3 ».

→ Le type « Prairies temporaires » du RPG (Registre Parcellaire Graphique) :

De la même manière que précédemment, les occupations du sol du RPG que nous avons définies comme étant des prairies temporaires (zones en prairie depuis moins de 5 ans) sont ôtées de la zone rivulaire car considérée comme n'étant pas suffisamment naturelles. En découle la « Zone rivulaire 4 ».

Les prairies temporaires regroupent les îlots dont la majorité de la surface est en prairies depuis 5 ans maximum. Le Cemagref de Montpellier a considéré que lorsque la prairie a moins de 5 ans, la végétation n'a pas atteint un certain seuil de naturalité pour être considérée comme de la végétation naturelle. Mais ce choix peut-être discutable selon les pratiques antérieures sur ces zones. Comme le Cemagref, nous avons décidé dans cette méthode, de ne pas les considérer.

→ Le type « *Prairies permanentes* » du RPG (*Registre Parcellaire Graphique*) :

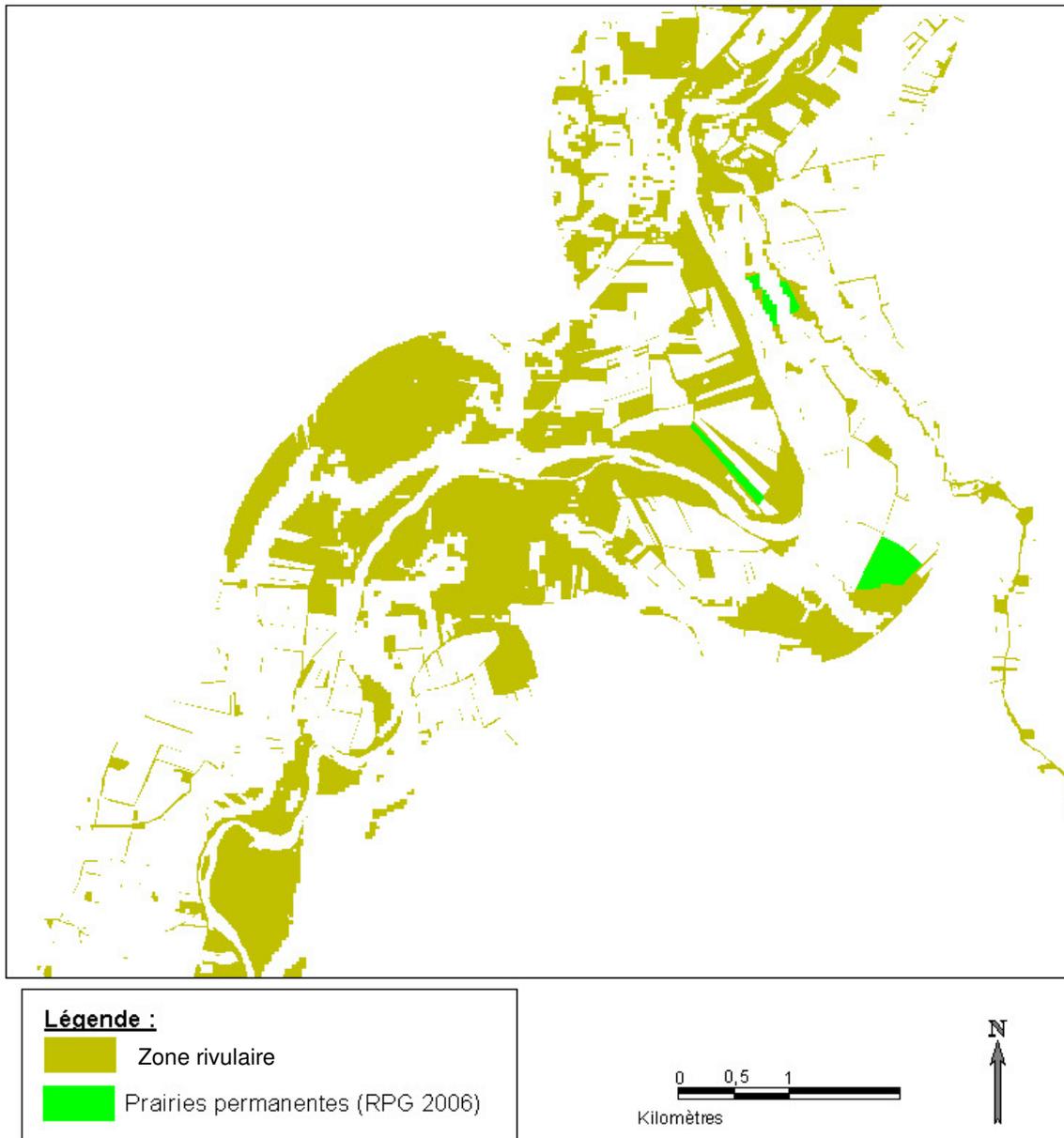


Figure 34 : *Zone rivulaire 4 et prairies permanentes.*

Les îlots du RPG dont les occupations du sol ont été regroupées en « *Prairies permanentes* » (landes, estives, prairies temporaires de plus de 5 ans...) peuvent être considérées comme étant de la végétation rivulaire naturelle. Celles-ci sont alors intégrées à la zone alluviale 4 définie précédemment.

→ La couche « Végétation arborée » de la BD Topo de l'IGN :

De plus elle est disponible à l'ONEMA pour les quatre départements pour l'année 2008 et pour l'année 2009 d'ici la fin de l'année.

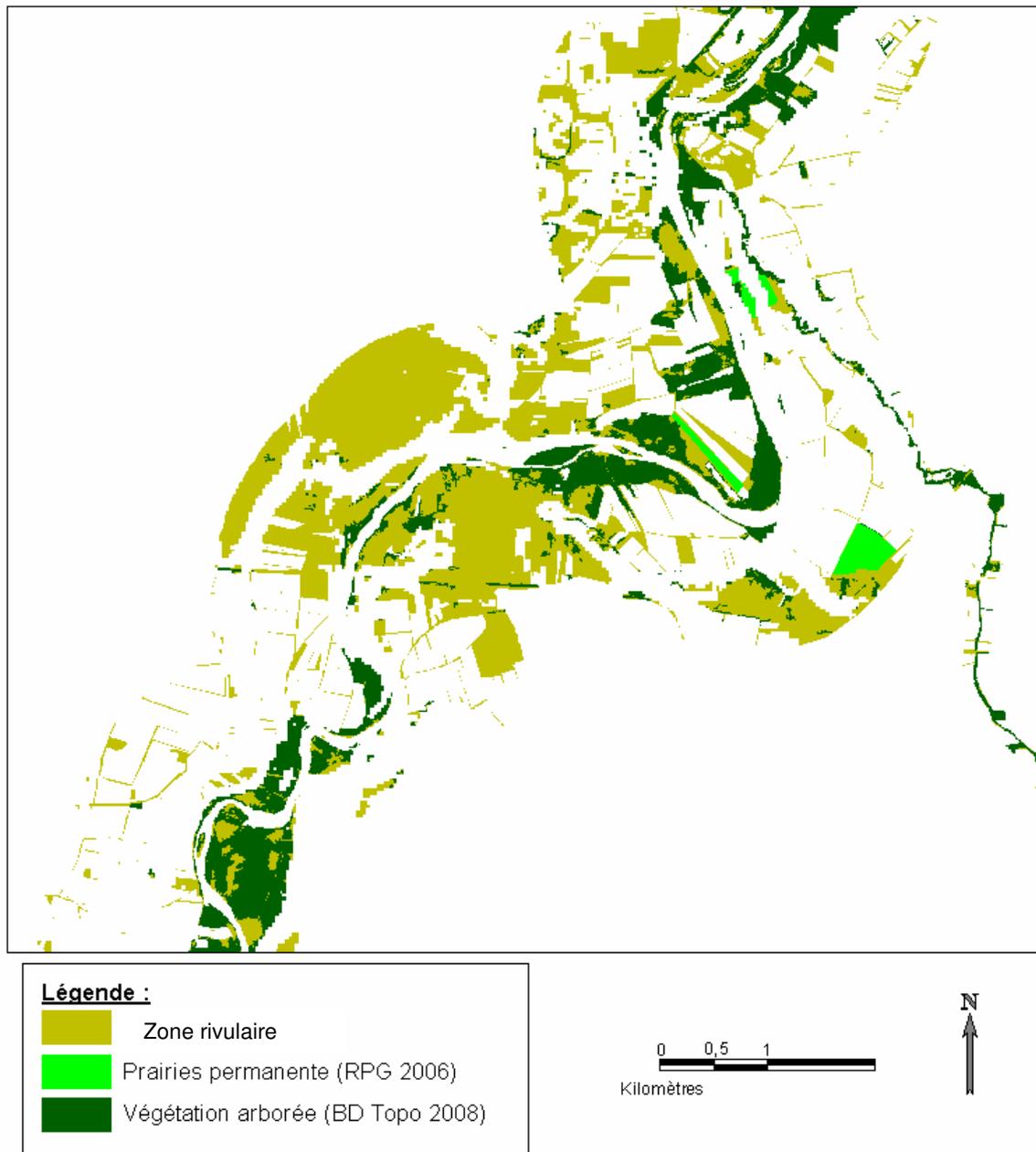


Figure 35 : Zone rivulaire, prairies permanentes et végétation arborée.

La couche « Végétation arborée » de BD Topo de l'IGN présente toute formation végétale arborée. N'ayant alors pas plus de précision concernant la composition de cette végétation, nous considérons pour l'instant que celle-ci est naturelle et peut faire partie de la végétation rivulaire. Lors de l'étape de photointerprétation, la majeure partie des formations arborées plantées seront alors discriminées. Il est aussi possible d'avoir recours aux données de l'IFN (Inventaire Forestier National) pour discriminer les plantations des peuplements naturels de manière assez précise.

La figure précédente représente, en différents tons de vert, la végétation potentiellement naturelle et due à la dynamique du cours d'eau, bordant les cours d'eau, ainsi que les portions de la zone rivulaire dont l'occupation du sol restent inconnues après l'utilisation de données existantes.

→ Les « milieux artificialisés » de CLC (Corine Land Cover) :

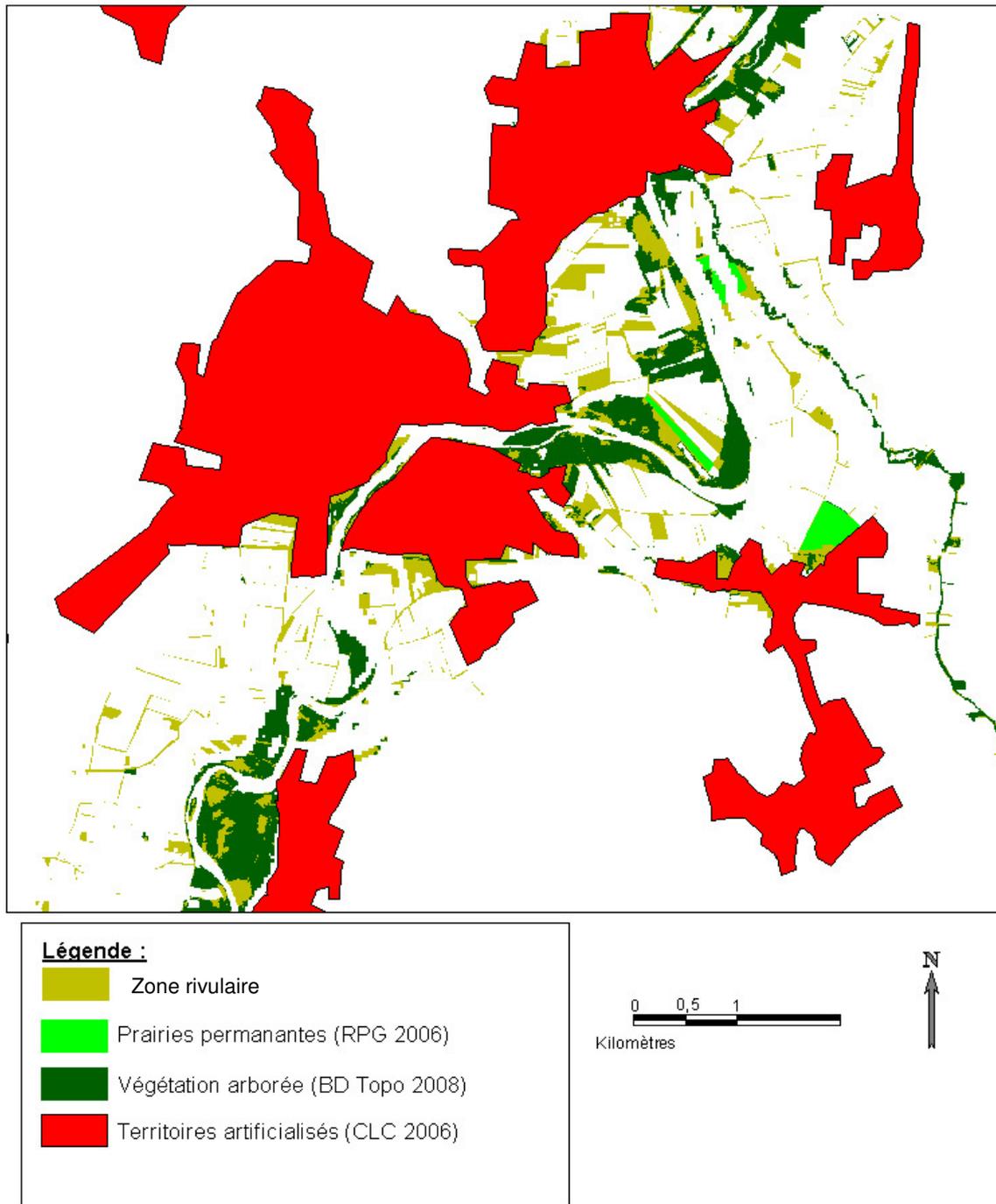


Figure 36 : Zone rivulaire non renseignée, prairies permanentes et végétation arborée rivulaire et milieux artificialisés.

La donnée figurant en rouge sur la figure représente les milieux artificialisés de CLC. Dans le cas où nous souhaitons ajouter cette donnée à la carte précédemment produite, il faut savoir qu'il y a une perte de précision de la carte finale. Les milieux artificialisés ne peuvent, par définition, pas faire partie de la végétation rivulaire.

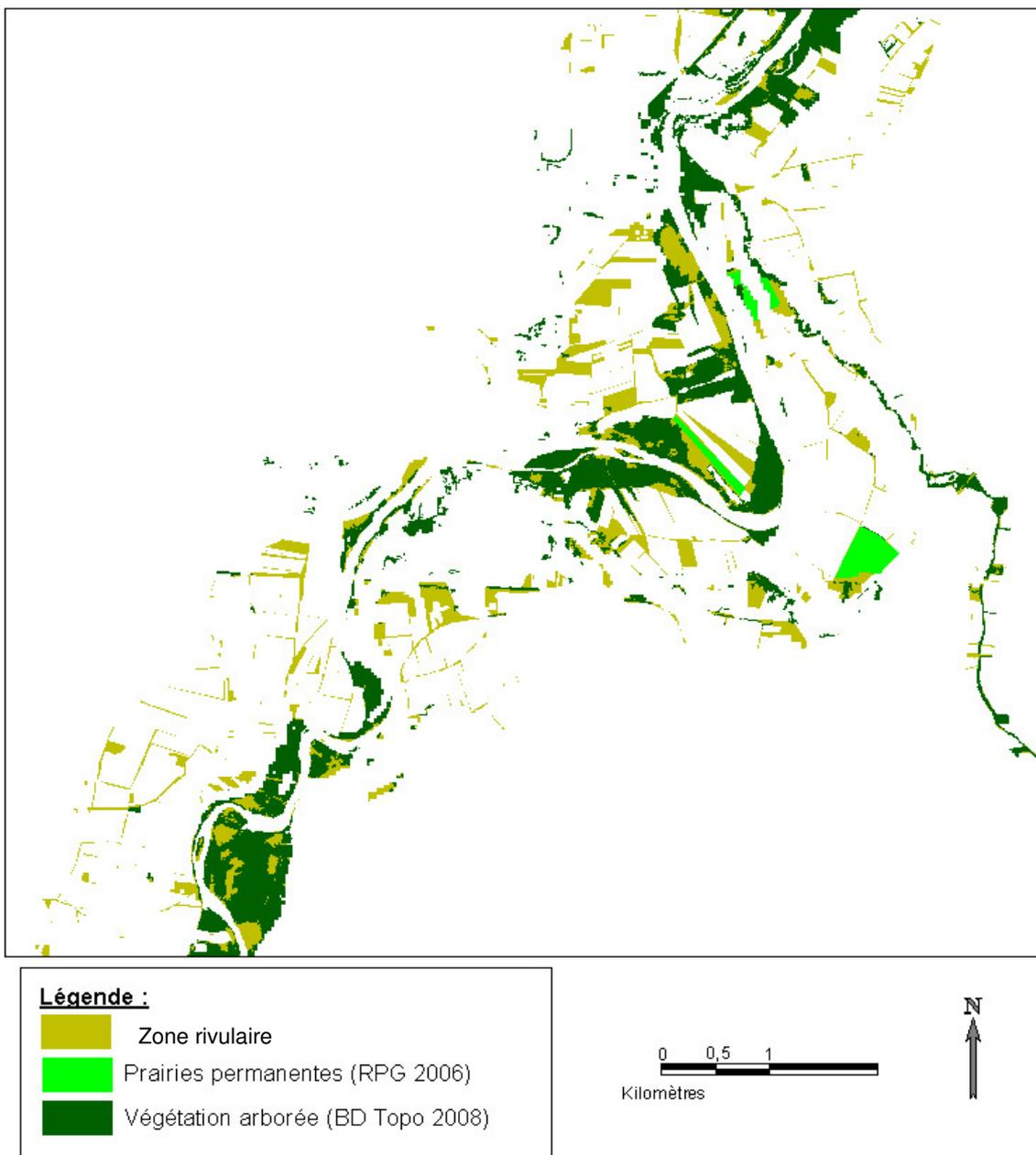


Figure 37 : Zone rivulaire vide de milieux artificialisés, prairies permanentes et végétation arborée.

Les milieux artificialisés sont alors ôtés de la zone rivulaire.

La surface dont l'occupation est inconnue en est alors diminuée, mais la carte a perdu de sa précision.

Après l'utilisation des données d'occupation du sol existantes disponibles, la zone en jaune dont l'occupation du sol reste inconnue est fortement diminuée. La phase suivante qui consiste en un d'analyse de photographies aériennes pour déterminer l'occupation du sol inconnue sera alors limitée. Les traitements seront alors nettement moins lourds.

Ces zones inconnues sont des villes et tissu industriel dans le cas où nous n'avons pas eu recours à CLC (contours tracés en rouge), mais aussi, des sols nus (sable, gravières), des formations végétales non gérées (prairies naturelles, friches...) qui ne sont pas référencées par le RPG.

B) Interprétation photographique des zones inconnues :

La carte de végétation du SIEL (Système d'Information sur l'Evolution du Lit de la Loire et de ses affluents) a été utilisée pour cette étape. Les données datent de 2005. Nous avons simplifié la légende de cette carte.

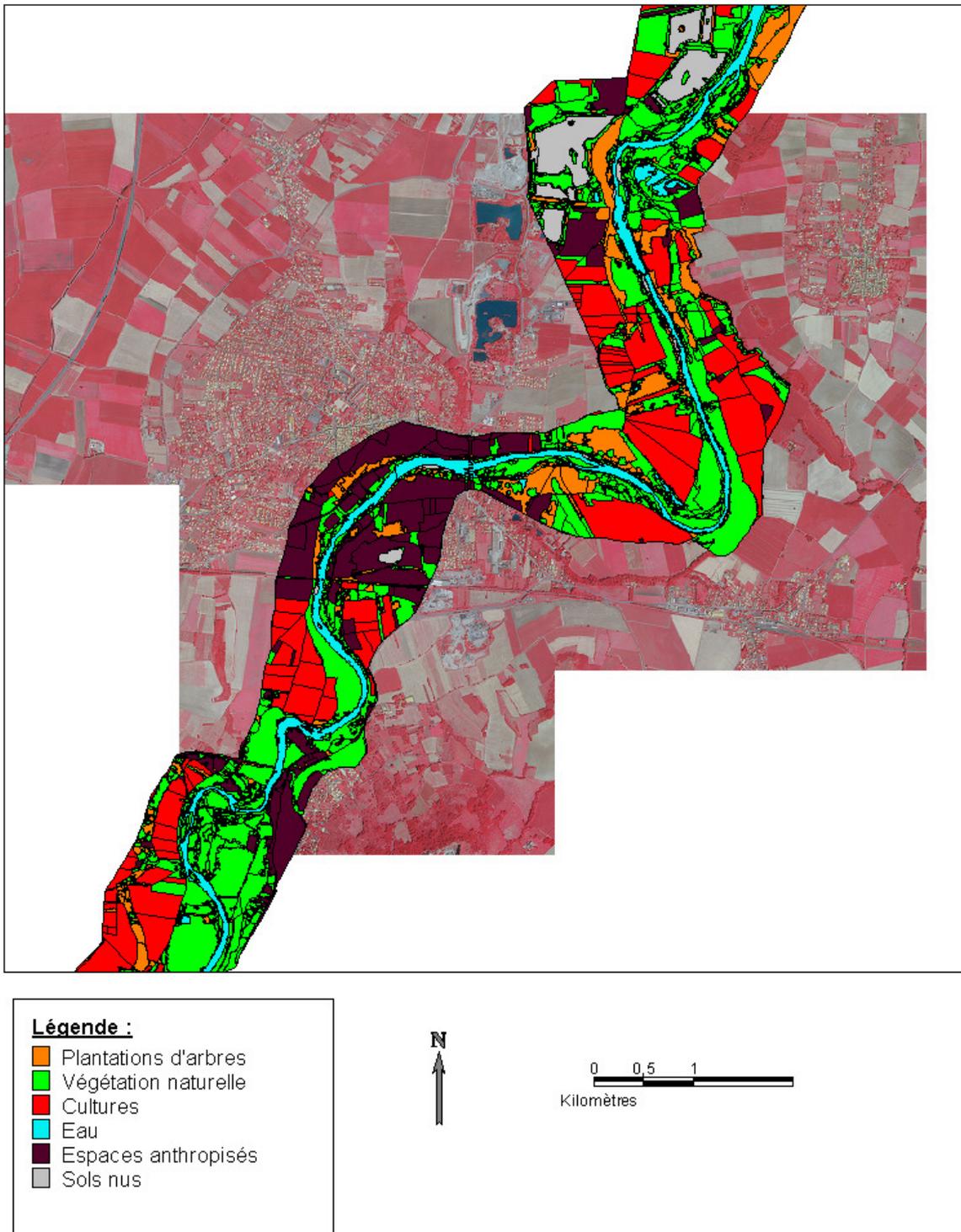


Figure 38 : Portion de la carte de végétation du SIEL dont la légende a été simplifiée.

De nouveaux types d'information ressortent de cette carte. Ce sont les plantations d'arbres et les sols nus.

Ce type de carte pourra alors nous servir pour la première étape de la phase de photointerprétation semi-automatique, qui consiste en un repérage manuel des différents types de milieux à faire ressortir,

par exemple : la végétation naturelle (herbacée, arbustive, arborée), les sols nus, les villes dans le cas où la donnée de CLC n'a pas été utilisée.

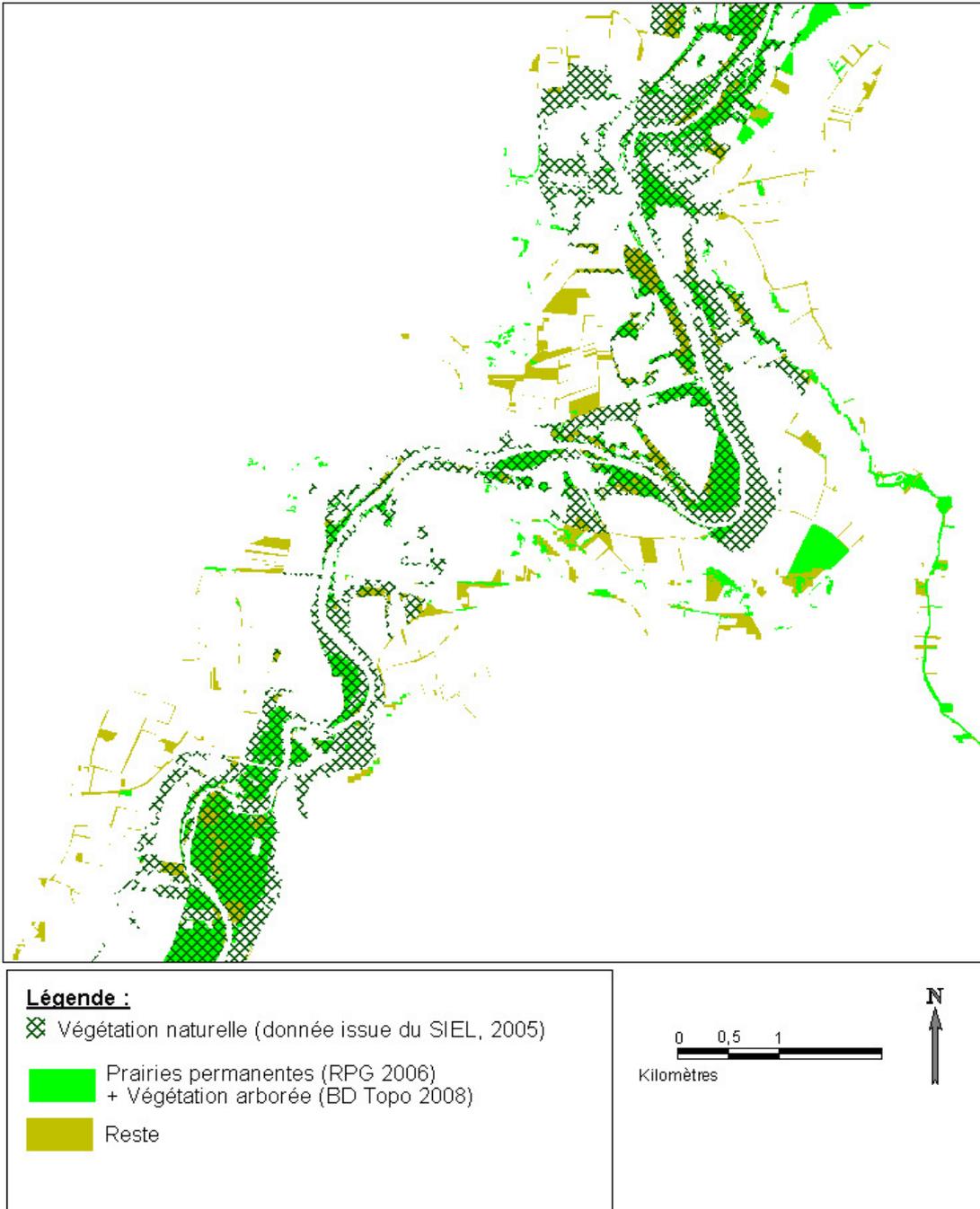


Figure 39 : Carte de végétation rivulaire potentiellement naturelle et zone alluviale non renseignée enrichie par la végétation potentiellement naturelle présentée par le SIEL.

L'occupation des zones rentrantes en jaune sera déterminée par ressemblance sur les Photographies aériennes avec les zones renseignées par le SIEL.

C) Vérification de la validité de la carte produite

De part des visites sur le terrain, ou des comparaisons avec des cartes existantes, la validité de la carte obtenue pourra être contrôlée.

Discussion

La méthode présentée précédemment tente, à l'échelle de la région Auvergne, de mettre en évidence la végétation rivulaire des cours d'eau. Ceci dans un but d'identifier une sous-trame « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » pouvant potentiellement s'intégrer au sein de la trame verte et bleue.

Critique de la carte obtenue

→ Première étape : délimitation de la zone alluviale ou fond de vallée :

La carte des zones rivulaires que nous avons obtenue lors de la première étape de la méthode est intéressante car nous permet de délimiter une zone d'étude autour des cours d'eau, limitant alors la lourdeur des données d'occupation de sol utilisées et les traitements d'images dans le cas d'un recours à la photointerprétation semi-automatique. Mais elle ne nous permet pas réellement de mettre en évidence les zones rivulaires à proprement dites, c'est-à-dire les zones soumises à l'influence de la rivière (périodiquement inondées par les eaux de crues) comme nous souhaitons le faire au départ.

Elle englobe ces zones de manière grossière et demanderaient un travail de discrimination de la végétation de manière à savoir si sa répartition et sa composition est expliquée par la dynamique du cours d'eau.

Le point faible de cette méthode est l'utilisation de largeurs de zones tampon étendues et approximatives. En effet, dans la littérature, peu d'études de la végétation rivulaire donnent des estimations de son étendue à l'état naturel en fonction de différents paramètres : comme l'importance du cours d'eau, la pente, la géologie de la zone en question... Donc nous avons attribué des zones tampon larges de manière à intégrer au maximum la végétation rivulaire réelle.

Des remarques sont à faire sur cette méthode.

Pour les grands cours d'eau de plaine :

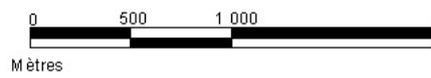
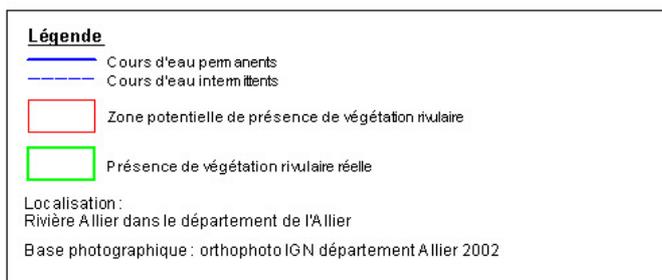
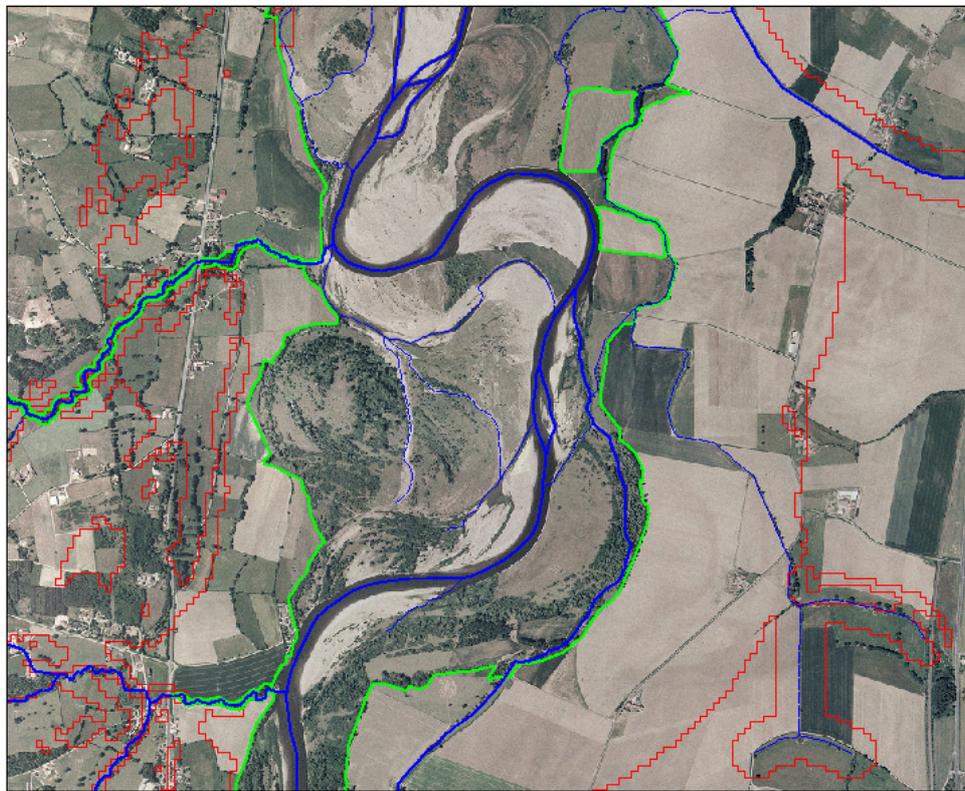


Figure 40 : *Etendue de la végétation rivulaire naturelle (vert) et de la zone alluviale (rouge) déterminée dans la première étape de la méthode, sur une portion de l'Allier dans la plaine de la Limagne.*

Ceci est une photographie de l'Allier dans le département de l'Allier. Zone de plaine où le facteur pente n'intervient que très peu. L'étendue de la zone alluviale (méthode) ne correspond pas à celle de la végétation naturelle observée. A droite de la photo, le premier est plus étendue que la seconde, et à gauche, de la végétation rivulaire n'est pas incluse dans cette zone.

Le problème de droite est-il dû à la largeur de la zone choisie de manière approximative, ou la végétation rivulaire est-elle ici restreinte du fait de l'activité humaine ? En effet, cette photographie a été prise dans une zone de grande culture. La méthode ne surestime alors peut-être pas trop, les activités humaines peuvent être la cause d'un recul de cette végétation. Quoi qu'il en soit, il est préférable que cette méthode surestime l'étendue de la végétation rivulaire car, l'utilisation de données d'occupation du sol permet ensuite d'éliminer les zones non végétalisées de manière naturelle.

Le problème le plus important est observable à gauche. C'est le facteur pente qui exclue ces zones de végétation. Est-il bien alors bien adapté pour les grands cours d'eau de plaine ?

Lors de la comparaison entre la carte de végétation présentée par le SIEL et les zones alluviales issues de la méthode, dans certaines zones, le SIEL repère de la végétation qui ne figure pas au sein des zones que nous avons déterminées.

Mais il faut savoir que cette carte considère toute la végétation en bordure de cours d'eau sans prendre en compte le facteur pente. Est-ce alors de la végétation rivulaire ? Or dans certains cas, la

légende de la carte présente une végétation qui est une végétation typique de sol ayant un léger degré d'humidité.

Il serait intéressant, dans ces zones, de procéder à des relevés de terrain (pédologique, botaniques...) pour savoir si réellement cette végétation peut-être considérée comme rivulaire, donc liée à la dynamique du cours d'eau. Le facteur pente serait peut-être discutable au niveau des grands cours d'eau de plaine, dont la dynamique est importante.

En ce qui concerne les cours d'eau de pente :

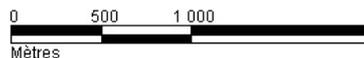
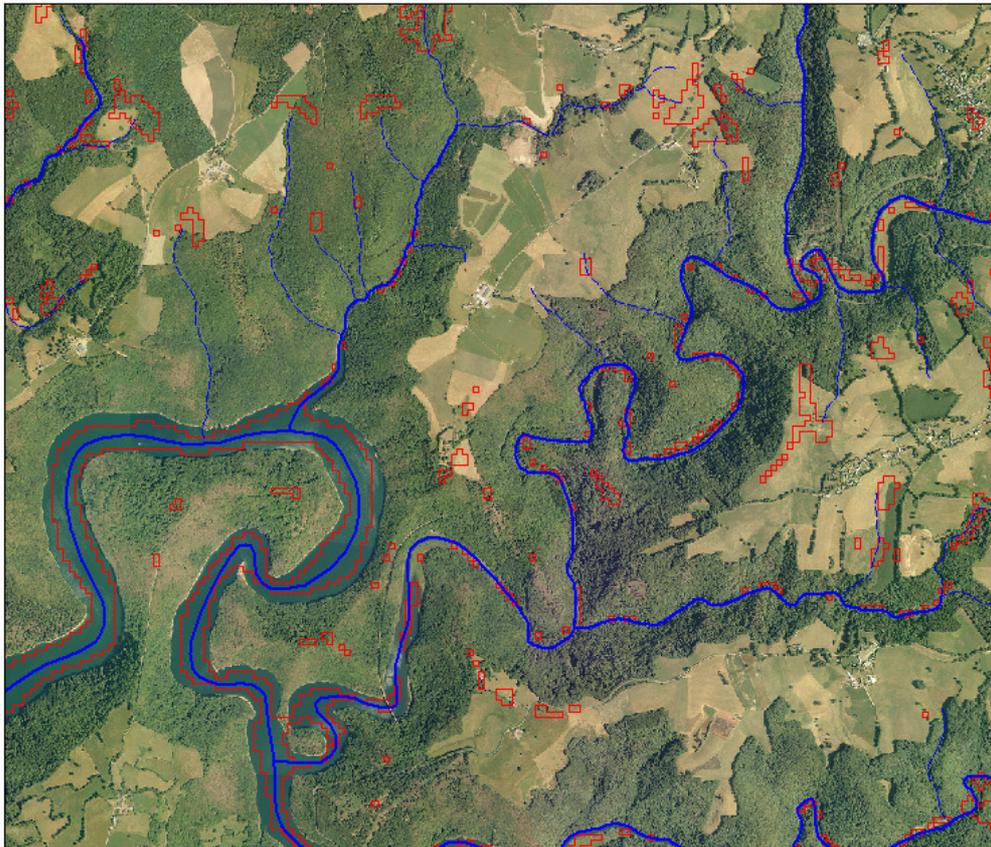


Figure 41 : Zone alluviale, déterminée lors de la première étape de la méthode, au niveau de cours d'eau de pente : la Maronne et ses affluents, dans le département du Cantal.

En zone de montagne, le facteur pente montre bien que la végétation bordant les cours d'eau n'est probablement pas due à la dynamique du cours d'eau. En effet, la zone inondable est très restreinte, voire absente dans ces zones.

Des zones de présence potentielle de végétation rivulaire sont observées, de manière isolées. Nous pouvons alors considérer que ce sont des artefacts de la méthode et que ces ne sont pas des zones inondées par le cours d'eau.

Pour les petits cours d'eau de plaine et de plateau :

La méthode délimite une zone trop importante par rapport à la présence réelle de la végétation rivulaire.

Comparaison avec la carte des crues recensées sur le territoire :

Tout de même, grâce à la carte regroupant le tracé des zones inondées lors des dernières crues sur le territoire auvergnat (site internet prime.net), il est possible de constater que le tracé des zones alluviales obtenu avec la méthode utilisée précédemment, n'est pas aberrant. Il serait peut-être à revoir pour les grands cours d'eau comme l'Allier (à gauche, de rang 5 avant la confluence et de rang 6 après), il semble plus correct pour les cours d'eau de moyenne taille (à droite la Besbre), cours d'eau de rang 4.

En tout cas, dans les zones où des crues ont été recensées, il semble préférable d'utiliser les cartes représentant les surfaces en eau, beaucoup plus précises pour la délimitation des milieux terrestres sous l'influence de la dynamique du cours d'eau.

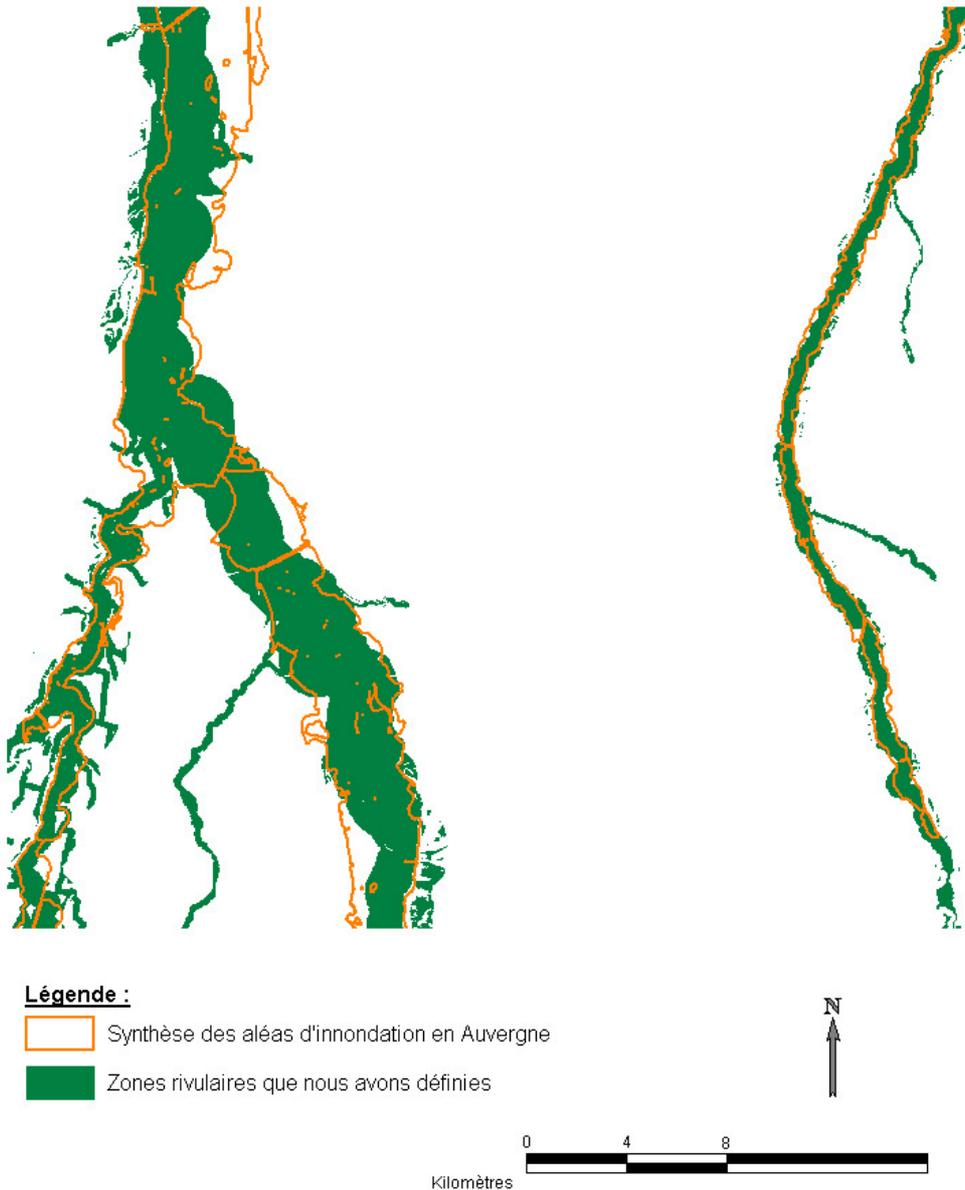


Figure 42 : Crues recensées sur le territoire auvergnat
Source : Site Internet prime.net (dernière remise à jour = mars 2010)

L'écart observé entre les limites de crues recensées et les zones déterminées précédemment pourrait être diminuée en revoyant certains points de la méthode.

Il serait intéressant d'améliorer la largeur des zones tampon, ceci en :

- calculant les rangs de Strahler à partir de la BD Topo. Mais ceci nécessite un travail préalable de cette base de données. En effet l'écart de tracé entre la BD Carthage et la BD Topo peut aller jusqu'à une quarantaine de mètres, de ce fait nous avons dû élargir les zones tampon pour qu'elles englobent la totalité de la végétation rivulaire.
- Reconsidérant les largeurs de zones tampon attribuées en fonction de la largeur des tronçons de cours d'eau. Aucun ordre de grandeur ne ressort de la littérature, des mesures de largeurs réelles et des calculs de moyennes par grande zones d'occupation du sol seraient intéressantes à effectuer.
- considérant de nouveaux facteurs de variation de la zone alluviale. En effet, lors de la détermination des zones rivulaires, nous nous sommes basés sur les deux principaux facteurs, qui sont la largeur du cours d'eau et la pente transversale à celui-ci, mais d'autres facteurs expliquant également la répartition de la végétation rivulaire peuvent être intégrés afin d'affiner nos zones rivulaires. Il faut savoir que nous n'avons pas pris en compte ces facteurs par faute de données ou de logiciels appropriés. Les facteurs intéressants sont :

L'altitude : Elle joue de manière indirecte sur la répartition de la végétation rivulaire par le biais des caractères climatiques (élévation des précipitations avec l'altitude, réduction des températures estivales et donc de l'évaporation). La zone tampon définie pourrait alors être modulée en fonction de l'altitude pour un cours d'eau de même rang.

Malheureusement, la littérature ne présente pas de données concernant l'étendue de la végétation rivulaire en fonction de l'altitude. De plus il faut savoir que les grands et moyens cours d'eau que nous étudions sont principalement des cours d'eau de plaine ou de vallées encaissées de faible altitude. La variation d'altitude est alors faible, par conséquent, les effets sur la répartition de la végétation aussi.

La géologie : Ce paramètre est important, car dans le cas de la présence de roche apparente en bordure de cours d'eau, d'une forte proportion en éléments grossiers, mais aussi des sols très filtrants, ou favorables à l'engorgement, ou encore imperméables n'accueillerons pas les mêmes espèces.

Mais l'intégration de données géologiques au sein de cette étude aurait nécessité des visites de certains sites sur le terrain, ce qui n'était pas réalisable dans le cadre de cette étude.

Sur un territoire d'étude assez vaste, l'utilisation de la carte géologique au 1/100 000^e permet d'avoir une certaine homogénéité, mais les formations superficielles peu épaisses ne sont pas suffisamment bien décrites ; or elles peuvent jouer un rôle important sur la perméabilité du sol et donc la répartition de la végétation.

Par ailleurs une étude de la géologie nécessite de bonnes connaissances dans ce domaine.

La forme de la vallée : En zone de pente, pour une pente moyenne identique, de part et d'autre du cours d'eau, le terrain peut prendre différentes formes. Selon la forme, le ralentissement de l'eau ne sera pas le même, la répartition de la végétation en sera alors différente.

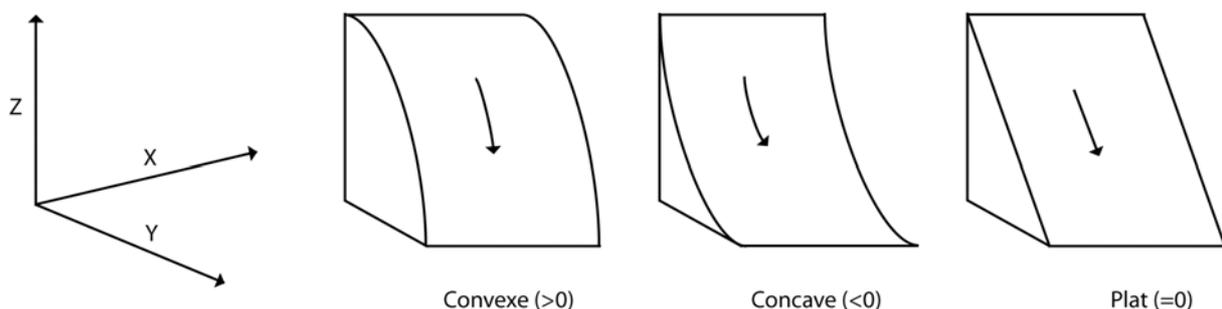


Figure 43 : Trois cas de figure pour la courbure verticale (d'après Florinsky).

Source : Publication du CRENAM, 2008 : *Prédétermination de zones humides sur le bassin Loire-Bretagne*.

L'étude de la morphologie du terrain demande l'utilisation d'algorithmes assez complexes (Jo Wood, 1996), difficile d'utiliser avec les moyens informatiques mis à disposition lors de ce stage. À l'échelle de travail, avec un MNT au pas de 25 mètres, on peut espérer identifier les principales formes en creux : cuvettes, vallons plus ou moins dessinés, concavités de bas de versant qui constituent les principaux sites d'accumulation et de ralentissement d'eau.

Pour intégrer les facteurs géologique, climatique, il aurait pu être intéressant de travailler en fonction des Hydrécorégions (HER).

C'est le Pôle Etudes & Recherche "Hydroécologie des cours d'eau" du CEMAGREF de Lyon qui a élaboré les HER, elles correspondent à des zones ayant des conditions géologiques, climatiques et de relief similaires. Ce partage considère les bassins versant dans leur totalité.

Attribuer des largeurs de zones tampon et un seuil de pente en fonction par HER pourrait permettre d'être plus proche de la réalité. Mais les HER sont en cours d'élaboration, le découpage existe mais les données associées ne sont pas accessibles dans leur globalité. Ceci reste une solution à envisager.

Toutefois il est important de bien considérer que l'anthropisation a des répercussions directes ou indirectes sur la répartition de la végétation rivulaire.

Lors de la mise en place des zones rivulaires (étape 1 de la méthode), nous ne tenons pas compte des éventuelles perturbations humaines. Donc, même si nous tentons d'être précis dans le tracé des zones de présence potentielle de végétation rivulaire en utilisant de nombreux facteurs, le tracé ne représentera que ce qui peut être observé à l'état naturel, alors que les activités humaines peuvent modifier de manière importante cette répartition ; la volonté d'affiner les zones rivulaires n'est alors peut-être pas justifiée. Si l'on désire par la suite évaluer l'impact des activités humaines sur la répartition de la végétation rivulaire, c'est l'analyse de l'occupation du sol qui est l'étape à privilégier car elle nous donne une information plus conforme à la réalité.

Des méthodes de détermination des fonds de vallon élaborées par le Cemagref de Lyon :

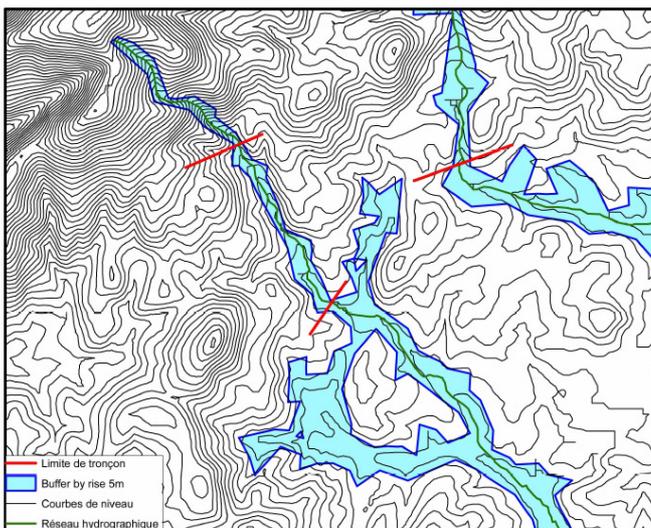
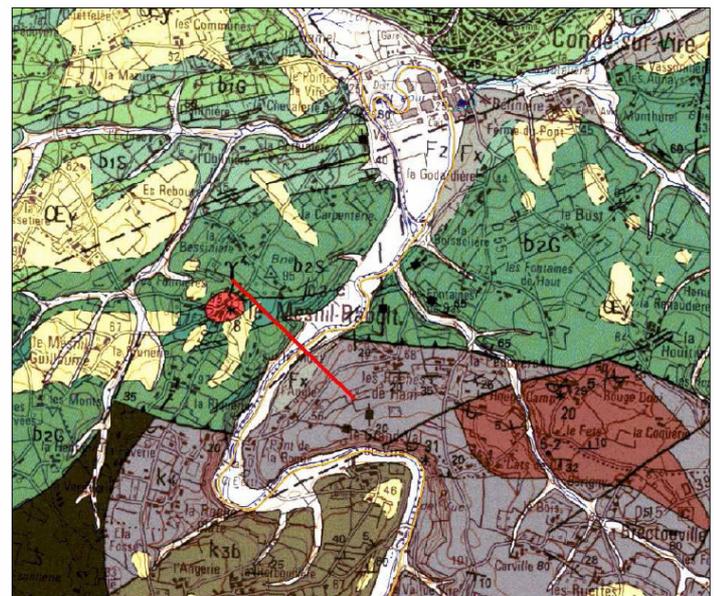


Figure 6 - Exemple de sectorisation avec la variable « pente et forme du fond de vallée »



Extrait cartes géologiques 1/50 000^e BRGM

Figure 45 : Fond de vallée caractérisés par les bans d'alluvions récentes Fz et Fyz.

Figure 44 : Pente et forme du fond de vallée.

Source cartes : SYRAH CE - Principes et méthodes de la sectorisation hydromorphologique, Cemagref-ONEMA, Rapport 2008

Le Cemagref de Lyon s'est déjà intéressé à la délimitation des fonds de vallées (Laurent VALETTE et al., 2008). Différentes techniques sont envisagées :

✓ Une première considère que l'extension maximale du lit majeur correspond à la bande d'alluvions récentes, caractérisée par les sigles Fz et Fyz sur les cartes géologiques, les alluvions plus anciennes n'étant pas considérées comme mobilisables par la dynamique actuelle de la rivière. Ces

zones sont des indicatrices intéressantes des milieux à dominance humide. (Cela a notamment été montré lors d'une étude sur les zones humides par l'agence de l'eau Seine-Normandie).

Quand le fond de vallée n'est pas alluvial, le Cemagref détermine d'une autre manière cette zone, en étudiant la nature du substratum géologique, des connaissances particulières en pédologies sont alors nécessaires.

✓ Une seconde technique se base sur la géométrie du fond de vallée déterminée à partir du MNT (Modèle Numérique de Terrain) (50m), à partir duquel a été générée une couche avec des courbes de niveau équidistantes de 5 ou 10 mètres. Un buffer est fait autour des cours d'eau lorsque l'altitude augmente de 5 mètres, correspond à la partie du fond de vallée ayant une élévation de moins de 5 mètres par rapport au lit théorique de la rivière. Cette donnée permet d'apprécier aisément les variations de largeur du fond de vallée, mais pas forcément du fond de vallée alluvial, cette donnée étant uniquement topographique. Ces largeurs peuvent être limitées en vallée alluviale par des buffers variant avec l'importance du cours d'eau.

→ Deuxième étape : Etude de l'occupation du sol

Une discussion peut être faite quant à l'intégration ou l'exclusion de certains types d'occupation de sol au sein de la carte de végétation rivulaire.

Nous avons, dès le début de l'étude, décidé de seulement mettre en évidence la végétation d'aspect naturel bordant les cours d'eau. Cette décision peu être critiquable, car au sein du réseau écologique fluvial, les composantes des milieux terrestres ne sont pas uniquement les zones naturelles, certaines zones raisonnablement anthropisées peuvent faire office de zones tampon voir de corridors.

Ensuite, certains types d'occupations du sol ont été ôtés de la zone de présence potentielle de végétation rivulaire (appelée zone rivulaire) ce qui peut être discutable.

C'est notamment les zones en eau de manière intermittentes. En effet, la méthode présentée ôte de la zone rivulaire toute les surfaces présentées par la couche « surface en eau » de la BD Topo.

Or si l'eau n'est présente dans ces zones que pendant une faible partie de l'année, de la végétation pionnière peut se mettre en place, celle-ci pourrait-être intéressante à mettre en évidence. Mais il faut savoir que ces zones représentent une faible proportion, l'erreur n'est alors pas trop importante si elles ne sont pas considérées.

De plus, en ôtant la totalité de la surface en eau, toute la végétation présente dans le lit mineur de la rivière est éliminée. Or celle-ci pourrait être considérée comme de la végétation rivulaire. Dans cette méthodologie, nous ne la considérerons pas, mais cette végétation est aussi riche en habitats et espèces.

La présence des prairies naturelles et landes au sein de la zone de présence potentielle de végétation rivulaire est également critiquable. La végétation présente sur ces zones n'est pas strictement « naturelle », car les cycles végétaux ne peuvent pas se faire normalement, la végétation reste au stade herbacée (pâturage, récolte de fourrage), mais l'activité y a suffisamment extensive pour qu'une sélection de la végétation soit fait. Le degré de naturalité dans ces zones reste fort.

Ensuite il semble intéressant de travailler avec des données précises, même si la carte à produire est à l'échelle du 1/100 000^e. En effet, certaines bandes de végétation (notamment sur les terrains de pente, et en zones très anthropisées) sont très limitées. Avec des données de faible précision (comme CLC), il est impossible de les repérer. Il est alors intéressant de repérer toutes les formations végétales, aussi petites qu'elles soient à un zoom très important, puis de dézoomer à l'échelle de l'Auvergne de manière à obtenir une carte finale au 1/100 000^e. Cette précision sera ensuite utile, la carte produite pourrait alors être utilisée à une échelle plus fine notamment lors de l'élaboration de documents de planifications locaux.

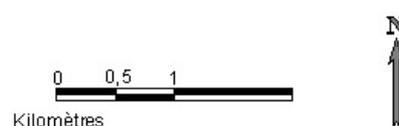
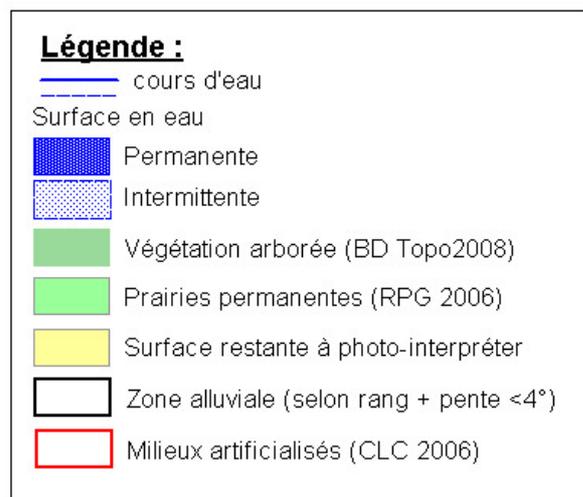
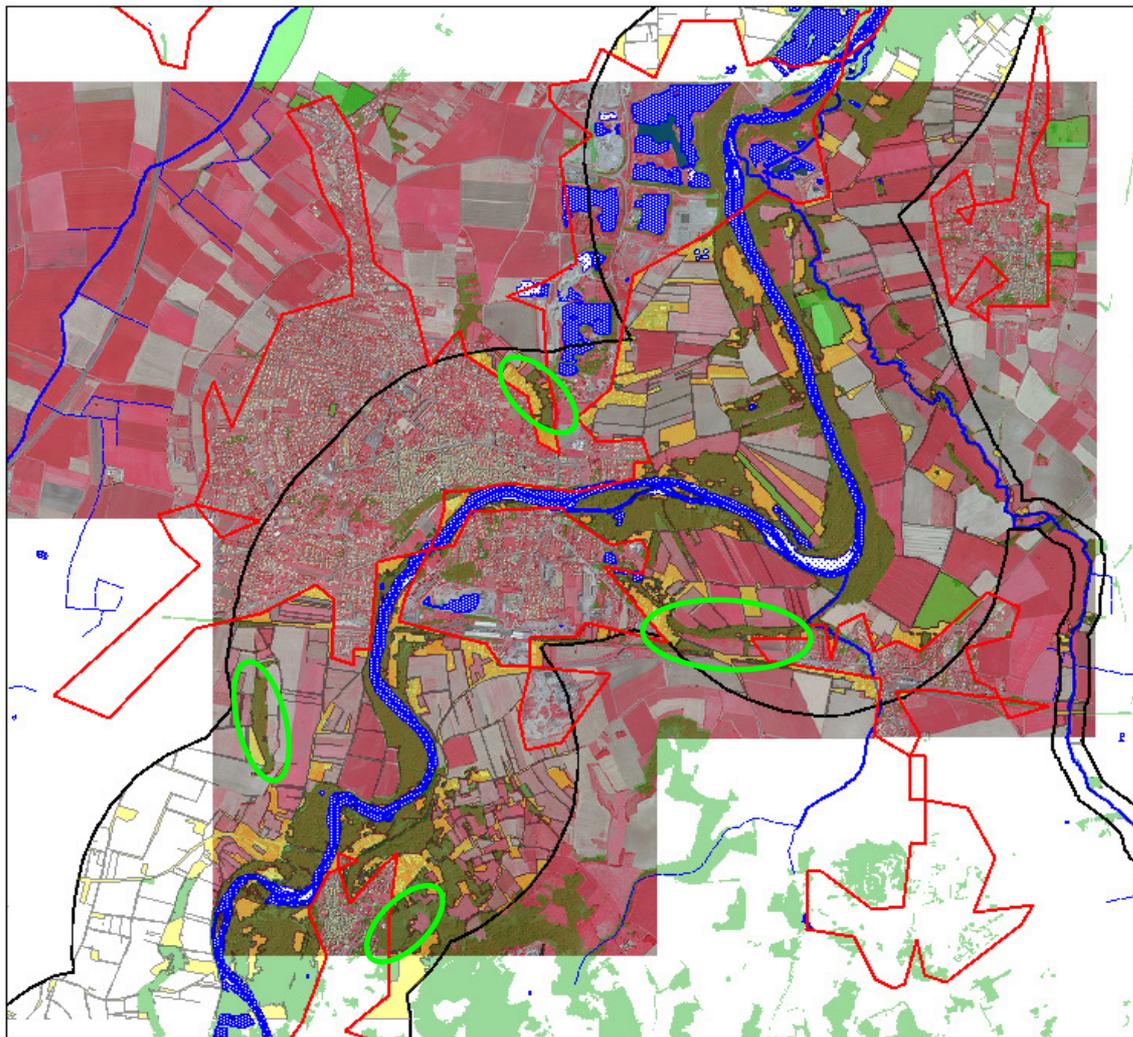


Figure 46 : Des zones de végétation considérée comme rivulaire.

Enfin, il serait intéressant de considérer la végétation présente au sein de la zone alluviale selon sa forme, la distance la séparant éventuellement du cours d'eau et l'environnement dans lequel elle s'inscrit. En effet, par exemple, de la végétation séparée par un tissu artificialisé, des cultures... a des chances de ne pas être influencée par la dynamique du cours d'eau, du fait de drainages ou autre travaux modifiant le trajet de l'eau lors de crues, l'eau n'atteint alors peut-être pas ces formations végétales. C'est le cas des zones entourées en vert sur la carte suivante.

Des coefficients de forme, de distance dans le cas où la végétation n'est pas accolée au cours d'eau pourraient notamment être établis.

Caractéristiques de la sous-trame « ripisylve et cordons de végétation rivulaire » proposée.

La végétation rivulaire repérée précédemment est à dominance naturelle. Du fait de la richesse de ces milieux, dans le cadre de l'identification d'une sous trame de la trame verte et bleue, cette végétation pourrait constituer, dans sa globalité, des zones nodales.

L'interprétation des prairies permanentes repérée grâce au RPG se pose. En effet, même si elles ont un très faible impact humain, celles-ci sont tout de même pâturées par des animaux d'élevage ou exploitées par des engins agricoles dans le but de produire du fourrage de manière plus ou moins intensive. Ces zones pourraient alors être appréciées comme des corridors si elles relient des zones d'intérêt, car ces milieux sont tout de même assez attractifs pour les espèces sauvages, mais ne sont pas d'une naturalité suffisante pour permettre de répondre à l'ensemble des demandes de ces espèces et donc être considérées comme des zones nodales.

Puis, toutes zones d'agriculture extensive (prairies de fauche et pâturage) pourraient avoir un rôle de zone tampon au sein de la sous-trame, protégeant les zones noyaux et les corridors afin d'assurer la pérennité de cette sous-trame. Ces zones devraient être situées de préférence en limite des terrasses alluviales et fonds de vallées et parallèlement à ces limites afin de protéger aussi bien le réseau hydrologique que les biotopes alluviaux (Edith Wenger, 2002), et donc maintenir cette relation, à l'origine des particularités de la zone rivulaire.

Ensuite, les zones de culture, de plantation et urbaines ont été mis à l'écart lors de cette méthode de cartographie de la sous-trame. En effet, ces milieux semblent avoir un degré faible d'attractivité pour les espèces sauvages car assez voire très anthropisés.

Si des modifications de gestion de ces zones pouvaient être envisagées, les zones agricoles et de plantation pourraient alors s'inscrire au sein de cette sous-trame comme étant des zones tampon ou d'extension, voir des éléments plus attractifs au sein du réseau dans le cas d'une gestion très limitée ou d'un abandon. Ceci n'est pas le cas pour les tissus urbains, industriels et voies de communication dont la gestion reste irréversible, le bitume ne pouvant naturellement pas laisser place à de la végétation naturelle.

Grâce à l'exemple présenté lors de ce rapport et des tests de la méthode que nous avons effectués sur d'autres zones du territoire, il est possible de constater que les zones végétalisées de manière naturelle en bordure de cours d'eau sont généralement fragmentées. Elles apparaissent sous la forme de petites surfaces intercalées avec des zones d'activités humaines. Mais, de manière générale, un ruban fin et continu de végétation (avec des étranglements au sein des tissus urbains) longe les cours d'eau.

Son éventuelle intégration au sein de la trame verte et bleue

Les milieux riverains des cours d'eau sont d'une grande diversité biologique, mais globalement victimes de détériorations et de fragmentation. Il convient donc d'agir pour les protéger pour limiter la perte de biodiversité.

En Auvergne, ces milieux sont potentiellement très présents du fait du réseau hydrographique dense. De plus, ils ont des organisations potentiellement très variées du fait de la diversité de relief (zones de plaine, gorges), des climats, et des tailles de cours d'eau sur le territoire.

Par ailleurs, l'Auvergne accueille quelques grands cours d'eau ayant d'importance interrégionale voire nationale du fait de la conservation d'un degré de naturalité important

Enfin, compte tenu d'une pression humaine plus marquée au sein des grandes vallées alluviales (la Limagne notamment), zones de présence d'un potentiel espace fluvial large et diversifié, les milieux rivulaires peuvent alors en être modifiés.

Comme l'objectif de la trame verte et bleue est d'aider à limiter la perte de biodiversité sur un territoire en établissant ou préservant les continuités écologiques, il serait alors intéressant de réfléchir à l'intégration de ces milieux au sein de la trame écologique au niveau régional. Mais il est intéressant de les discriminer des autres types de milieux, car ils sont aussi bien aquatique que semi-aquatiques, que terrestres, mais aussi herbacés, arbustifs ou arborés ; ils pourraient alors être séparés et répartis au sein de plusieurs sous-trames.

Conclusion

Les milieux terrestres végétalisés riverains des cours d'eau mis en évidence dans ce rapport sont très riches en habitats et espèces. Du fait de la densité du réseau hydrographique auvergnat, ils sont potentiellement présents de manière abondante sur le territoire et remplissent de grandes fonctions écologiques (épuration des eaux, débit d'étiage...). Mais comme la plupart des milieux naturels, ils sont victimes de dégradation anthropique et de fragmentation, constat qui remet fortement en doute leur pérennité et celle des espèces les fréquentant.

Il est alors important de réfléchir à leur gestion durable et à leur restauration de manière à permettre leur maintien, ainsi que celui des espèces qui leurs sont inféodées. Aujourd'hui, ces milieux restent méconnus, ils sont considérés comme des milieux terrestres à part entière alors que leur relation spatio-temporelle avec le cours d'eau en fait des milieux originaux et variés.

De ce fait, leur représentation cartographique à l'échelle de l'Auvergne est délicate, elle demande des logiciels adaptés et des données mésologiques homogènes, suffisamment précises pour appréhender la richesse et l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère. Ce type d'approche pluridisciplinaire demande donc de solides connaissances botaniques et géologiques de manière à pouvoir identifier et caractériser les relations avec le cours d'eau.

La présente méthode répond en partie à cette problématique, elle permet de mettre en évidence la végétation naturelle bordant les cours d'eau et donne un aperçu objectif et fiable de sa répartition géographique (fragmentation spatiale et contraintes liées par les activités humaines). Elle souligne également les difficultés qu'engendre la réalisation de ce type de document cartographique et donne des pistes de travail pour les prochaines étapes.

En effet, même si l'intégration de ces milieux originaux complexes et dynamiques au sein du réseau écologique trame verte et bleue est délicate, elle demeure nécessaire. Elle est à mettre en synergie avec les différentes mesures de gestion et de protections existantes qui ont à ce jour, du mal à intégrer toute la complexité structurelle et fonctionnelle de ces milieux naturels patrimoniaux situés à l'interface des différentes sous-trames du réseau (zones humides, sous-trame de milieux forestiers, prairiaux...).

Bibliographie

→ Ouvrages

BATTON-HUBERT M. et al. 2009 — *Intégrer une dimension écologique et paysagère dans la planification territoriale. Méthode et questionnement à propos de la démarche Infrastructure Vertes et Bleues (IVB) dans les SCoT de la Loire.* — SFPEM (Société Française pour l'Etude et la Protection des Petits Mammifères). — 16 pages.

BARNAUD G. et FUSTEC E. 2007 — *Conserver les zones humides : Pourquoi ? Comment ?* — Paris : Editions Quae. — 296 pages.

BIOTOPE, CRENAM, ASCONIT Consultants. 2009 — *Etude des réseaux écologiques du Parc Naturel Régional Livradois-Forez.* — Parc Naturel Régional Livradois-Forez. — 58 pages.

BLANDIN P., 1992 — *De l'écosystème à l'écocomplexe.* — In : JOLLIVET, M. (éd.), *Entre Nature et Société, les passeurs de frontière.* — Editions du C.N.R.S., Paris. — p. 267-279.

BOUREAU (Jean-Guy), Inventaire Forestier National. 2008 — *Manuel d'interprétation des photographies aériennes infrarouges. Application aux milieux forestiers et naturels.* — Saint-Jean-de-la-Ruelle : Prévost Offset. — 267 pages.

BUREL F. et BAUDRY J. 2003 — *Ecologie du paysage : Concepts, méthodes et applications.* — Paris : Edition TEC&DOC. — 353 pages.

Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité (CSPNB). 2008 — *L'arbre, la rivière et l'homme.* — 63 pages.

COMOP (Comité Opérationnel « Trame verte et bleue » du Grenelle de l'environnement). — 2010.
- *Premier document : Choix stratégiques de nature à contribuer à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques.*
- *Deuxième document : Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique.*

COOK (Edward A.). 2002 — *Landscape structure indices for assessing urban ecological networks.* Landscape and urban planning n° 58 — Elsevier. — p. 269-280.

CRENAM, EVS. 2008 — *Les corridors écologiques dans le Massif Central Français.* — Parcs Naturels Régionaux de France. — 27 pages.

Comité opérationnel « Trame verte et bleue » du Grenelle de l'environnement. 2009 — *Trame Verte et Bleue. Orientations nationales pour la préservation et la restauration des continuités écologiques.* Guide 2 – Appui méthodologique à l'élaboration régionale de la TVB. — 77 pages.

DESHAYES M., AMSALLEM J., BONNEVIALLE M. — non daté. *Trames vertes et bleues. Analyse comparative de méthodes.*

http://www.parcs-naturels-regionaux.tm.fr/upload/doc_telechargement/grandes/Analyse%20comparative%20de%20méthodes%20TVB%20CEMAGREF.pdf

DECAMPS H. et DECAMPS O., 2007. — *Organisation de l'espace et processus écologiques.* — *Économie rurale* 1/2007 (n° 297-298). — p. 42-54.
<http://www.cairn.info/article.php?REVUE=economie-rurale&ANNEE=2007&NUMERO=1&PP=42>

ESTEVEZ B., DOMON G. et LUCAS E., 2000. — *Contribution de l'écologie du paysage à la diversification des agroécosystèmes à des fins de phytoprotection*. — Revue : Phytoprotection, Volume 81, numéro 1, 2000. — p. 1-14.
<http://id.erudit.org/iderudit/706195ar>

Fédération des Parcs Naturels Régionaux, 2006. — *Mise en œuvre de corridors écologiques et/ou biologiques sur le territoire des Parcs naturels régionaux*. Rapport. — 269 pages.

JONGMAN Rob H. G. 2004 — *European ecological networks and greenways*. Landscape and urban planning, vol. 68, n° 2-3. — Elsevier. — p. 305-319.

JORDAN F. 2000— *A reliability-theory approach to corridor design*. Ecology Modelling n°128, n° 2-3. — Elsevier. — p. 211-220.

KABULU DJIBU J.P., non daté. — *Evaluation et cartographie de la déforestation au Katanga(RDC)*. — niversité Libre de Bruxelles - DEA en Biologie des Organismes et Environnement.
http://www.memoireonline.com/07/09/2405/m_Evaluation-et-cartographie-de-la-deforestation-au-KatangaRDC0.html

MARIDET L. 1995 — *Fonction et intérêts des formations végétales riveraines*. Les cahiers du conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents n°2. — CEMAGREF Lyon. — p. 23-30.

PETIT S., 2005. — *L'étude des paysages alluviaux par les techniques de l'écologie du paysage : l'exemple de la rivière Allier*. — Nouveaux Actes Sémiotiques. Actes de colloques, 2005, Paysages & valeurs : de la représentation à la simulation.
<http://revues.unilim.fr/nas/document.php?id=2471>

PAILLAT G. et BUTET A. 1994 — *Fragmentation et connectivité dans les paysages : importance des habitats corridors pour les petits mammifères*. Arvicola vol. 6, n°2. — SFEPM (Société Française pour l'Etude et la Protection des Petits Mammifères). — p. 5-12.

PAVARD I. & PAQUIN M., — 2006. *Contribution à la constitution du Réseau. Écologique National - Réflexions sur la constitution d'un réseau écologique en France*. France Nature Environnement. — 156 pages.

PIÉGAY H. 1996 — *La forêt d'inondation de cinq rivières du bassin rhodanien : de la notion de patrimoine écologique à celle d' « espace-tampon »*. Annales de Géographie, vol. 105, n°590. — Persée. — p. 347-368.

PIÉGAY H. Pautou G., Ruffinoni C. 2003 — *Les forêts riveraines des cours d'eau : Ecologie, fonction et gestion*. — Institut Pour Le Développement Forestier, Paris. — 464 pages.

PIÉGAY H. et MARIDET L. 1994 — *Formations végétales arborées riveraines des cours d'eau et potentialités piscicoles*. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture. — Boves : Conseil supérieur de la pêche. — 333 pages, p. 125-147.

SOULIER (Aline). 2008 — *Rapport d'étude. Identification d'un réseau écologique potentiel sur le territoire du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne. Etude de préfiguration*. — Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne. —130 pages.

TORMOS T. 2005 — *Méthode de caractérisation par télédétection des ripisylves pour l'étude de leur impact sur la qualité écologique des cours d'eau*. Rapport de DEA — CEMAGREF, Ecole doctorale Université Montpellier 2, UMR TETIS (Territoires, environnement, télédétection et information spatiale). — 80 pages.

VANPEENE-BRUHIER S. 2003 — *Evaluation des risques environnementaux pour une gestion durable des espaces : synthèse des concepts de l'écologie du paysage*. Journées 2003 de l'Association Internationale pour l'Ecologie du Paysage (IALE) : évaluation des risques environnementaux pour une gestion durable des espaces. — Gap : 8-10 octobre 2003, Antony : Cemagref Editions. — 288 pages.
<http://cemadoc.cemagref.fr/cemoa/PUB00012003>

WASSON J-G. et al. 2002. — *Appui scientifique à la mise en œuvre de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau. Typologie des cours d'eau de France métropolitaine*. — Cemagref de Lyon, Unité de Recherche Biologie des Ecosystèmes Aquatiques, Département Gestion des Milieux Aquatiques, Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative. — 62 pages.

WIEDERKEHR E. et al. 2008. — *Fiche action recherche valorisation n° A14. Apport des techniques d'imagerie pour la caractérisation physique des corridors fluviaux. Synthèse des connaissances et extraction d'indicateurs. Rapport final*. — Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, EVS (Environnement, Ville, Société), ZABR.

WENGER E., — 2002. *Lignes directrices pour la constitution des corridors fluviaux*. Sauvegarde de la nature, n° 129.

→ Sites Internet

Site IFN : <http://www.ifn.fr/spip/> , le 03/04/2010

Site IGN : <http://www.ign.fr/> , le 03/04/2010

Site CRAIG : <http://www.craig.fr/> le 13/04/2010

Wikipédia : <http://fr.wikipedia.org/wiki/RPG> le 03/04/2010

Site de la trame écologique du Massif Central : <http://www.trame-ecologique-massif-central.com/> , consulté régulièrement au cours du stage

DIREN Franche-Comté : <http://www.franche-comte.ecologie.gouv.fr/spip.php?rubrique260>

Site de la Chambre régionale d'Agriculture de Normandie http://www.cra-normandie.fr/pac_info/pacinf13.htm le 20/05/2010

→ Conférence

Le diagnostic de la biodiversité en Auvergne, Conférence territoriale réseaux écologiques, 20 novembre 2009, conseil régional auvergne.

Comités Techniques et Scientifiques du projet « trame écologique du Massif Central ».

→ Les contacts

BOICHUT Philippe, Service environnement
Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne
Château Montlosier 63970 AYDAT
Email : pboichut@parcnaturel-volcansauvergne.com
Tel : 04 73 65 64 00

BOMASSI Pascal, Délégué Interrégional du Massif Central
ONEMA de Clermont-Ferrand (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)
Site de Marmilhat Sud, 63370 Lempdes
Email : pascal.bomassi@onema.fr
Tel : 04.73.90.26.26 – Fax : 04.73.90.96.14

BONNEVIALLE Marie, Chargée de projet "trame écologique Massif Central"
Inter-Parcs Massif Central (IPAMAC)
2 rue Benay, 42410 PELUSSIN
Email : marie.bonnevialle@parcs-massif-central.com
Tel : 04.74.59.71.70 – Fax :04.74.59.72.32

BREUIL Landry, Administrateur de données du CRAIG
Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique,
VetAgro Sup - Campus agronomique de Clermont, 89 avenue de l'Europe - BP 35, 63370 Lempdes.
Email : breuil@craig.fr
Tel : 04.73.98.70.32 – Fax : 04.73.98.13.00

BRUGEL Catherine, Unité appui aux politiques de l'eau en charge du bassin Loire-Bretagne.
ONEMA de Clermont-Ferrand (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)
Site de Marmilhat Sud, 63370 Lempdes
Email : catherine.brugel@onema.fr
Tel : 04.73.90.26.26

CHANDESRIIS André, IDAE Cemagref de Lyon
3 bis, Quai Chauveau - CP 220 69336 LYON cedex 09
Email : andre.chandesris@cemagref.fr
Tel : 04.72.20.87.59

KOSUTH Pascal, Directeur UMR « Territoires, Environnement, Télédétection, Information Spaciale »
Cemagref Centre de Montpellier/Maison de la télédétection : 500 rue Jean-François Breton, 34093 Montpellier cedex 05
Email : pascal.kosuth@teledetection.fr
Tel : 04.67.54.87.52 – 06.74.57.93.55

MELONI Roberto, Ingénieur d'études projets Cartographie Habitat & IPAMAC
Cemagref/UMR TETIS « Territoires, environnement, télédétection et information spatiale »
Maison de la Télédétection, 500 rue Jean-François Breton, 34093 Montpellier cedex 05
Email : roberto.meloni@teledetection.fr
Tel : 04.67.54.87.07 – 06.33.43.45.62

NOGARET Nadine, Service Environnement
Parc naturel régional Livradois-Forez
Maison du parc, 63880 Saint-Gervais-sous-Meymont
Email : n.nogaret@parc-livradois-forez.org
Tel : 04.73.95.57.57 – Fax : 04.73.95.57.84

SACCA Céline, Ingénieur d'études CRENAM
(Centre de Recherches sur l'ENvironnement et l'Aménagement)
6 rue Basse des Rives 42023 Saint-Etienne cedex 02
Email : celine.sacca@univ-st-etienne.fr
Tel : 04.77.42.19.20

TORMOS Thierry, Ingénieur ONEMA (Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques)
Pôle Etudes & Recherche "Hydroécologie des cours d'eau" ONEMA/CEMAGREF
3 bis, Quai Chauveau - CP 220 69336 LYON cedex 09
Email : thierry.tormos@onema.fr - thierry.tormos@cemagref.fr - tormos@teledetection.fr
Tel : 04.72.20.87.99 - Fax : 04.78.47.78.75

Annexes

Annexe 1 : Présentation de l'organisme d'accueil : l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux aquatiques)

L'Office national de l'eau et des milieux aquatiques est un établissement public national relevant du service public de l'environnement. L'Onema a été créé par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 et le décret d'application du 25 mars 2007. Sa création vise à favoriser une gestion globale et durable de la ressource en eau et des écosystèmes aquatiques. Elle s'inscrit dans l'objectif de reconquête de la qualité des eaux et d'atteinte des objectifs de bon état écologique fixés par la directive cadre européenne sur l'eau du 23 octobre 2000.

L'Onema est l'organisme technique français de référence sur la connaissance et la surveillance de l'état des eaux et sur le fonctionnement écologique des milieux aquatiques

L'Onema s'implique dans la mise en oeuvre de nombreux engagements du Grenelle environnement.

L'ONEMA a plusieurs missions :

- Développer les savoirs sur l'eau et les milieux aquatiques :
 - Mobiliser la recherche et les scientifiques, L'Onema s'implique dans l'orientation des programmes de recherche et construit un partenariat de proximité avec les établissements de recherche.
 - L'Onema recense et satisfait les besoins de connaissances techniques et de formations.

- L'information sur les ressources en eau, les milieux aquatiques et leurs usages :
 - L'Onema assure le pilotage fonctionnel national du système d'information sur l'eau (SIE) : conçu pour répondre aux besoins des parties prenantes en matière d'information environnementale publique dans le domaine de l'eau. L'Onema assure le pilotage fonctionnel national du système
 - Un réseau précieux d'observation et de connaissance des milieux aquatiques : Sur l'ensemble du territoire national, l'Onema recueille, gère et valorise certaines données sur les paramètres hydrobiologiques des eaux continentales de surface et de leur état hydromorphologique. L'établissement assure aussi le suivi des espèces patrimoniales et de zones sensibles.

- Le contrôle des usages de l'eau :
 - Une mission de police de l'eau et de la pêche : L'Onema veille au respect des réglementations concernant l'eau et la pratique de la pêche et assure le contrôle des usages pour garantir la préservation des masses d'eau.

- L'action territoriale :
 - L'Onema acteur des politiques de l'eau dans les territoires : l'établissement met ses connaissances et les compétences techniques de ses personnels au service du diagnostic de l'état des eaux et des milieux : participe notamment à la planification des politiques territoriales de l'eau et apporte un appui technique à la conception, à la mise en oeuvre et au suivi d'actions de gestion de l'eau dans les territoires.

Cet établissement s'organise de la manière suivante :

- La direction générale :

Elle développe une capacité d'expertise de haut niveau en appui aux politiques publiques de gestion de l'eau, assure le pilotage de l'établissement, la coordination du système d'information sur l'eau (SIE), est en charge des actions relatives à la solidarité financière envers les bassins de l'outre-mer et de Corse, et apporte son soutien aux délégations interrégionales et aux services départementaux. Elle s'organise en trois directions :

- la direction de l'action scientifique et technique ;
- la direction de l'information sur l'eau ;
- la direction du contrôle des usages et de l'action territoriale.

Elle dispose d'un secrétariat général qui coordonne les services de gestion et de support aux activités de l'établissement.

Elle s'appuie sur des instances paritaires notamment sur le Comité technique paritaire central.

→ Délégations interrégionales :

Neuf délégations interrégionales regroupent des ingénieurs et techniciens spécialisés dans le recueil et le traitement de données, l'appui technique aux politiques et actions de gestion de l'eau, l'animation des activités de surveillance des milieux aquatiques.



Les neufs délégations interrégionales de l'ONEMA.

→ Services départementaux :

Les techniciens et agents techniques de l'environnement des services départementaux ou interdépartementaux exercent deux missions principales.

Source : Site Internet ONEMA : <http://www.onema.fr/>

Annexe 2 : Des réseaux écologiques de référence

→ La Suisse est un pays européen exemplaire :

Le Réseau Ecologique National suisse (REN Suisse) sert de modèle pour la démarche des autres pays, et notamment en France.

Le réseau dérive d'une cartographie systématique des habitats naturels et semi-naturels, complétés par des données provenant d'inventaires d'espèces représentatives de ces habitats.

La démarche de mise en place du réseau a été développée par un bureau d'études suisse : ECONAT. Elle reprend la Stratégie Paneuropéenne et a été complétée par des évaluations propres pour détailler des structures de base et des modes de fonctionnement d'écosystèmes.

1- Des cartes provisoires pour vérifier les hypothèses de départ : zones nodales, continuum, ..., complétées par une analyse des zones de conflit, un modèle de calcul a été développé pour calculer l'extension potentielle de la continuité dans le paysage (modélisation des corridors écologiques).

Le REN a défini cinq types de continuum (réseaux écologiques spécifiques : composés de milieux de même type). Le Réseau écologique global est formé par la superposition de ces différents réseaux. Des tests de cohérence ont ensuite été effectués en utilisant des groupes d'indicateurs (espèces cibles), une superposition avec des données connues et par des simulations de calcul.

2- Ces cartes provisoires sont vérifiées et complétées par des informations locales. Elles sont testées sur le terrain.

3- Elaboration du REN définitif (carte au 1/100 000) qui correspond à l'échelle de travail des administrations. C'est une étape de synthèse et d'analyse des données.

Le rapport final du Réseau Ecologique National Suisse a été publié en 2004 (Cahier de l'Environnement, n°373).

→ Des expériences françaises de mise en œuvre de réseaux écologiques :

Le réseau écologique du département de l'Isère (REDI) :

Le département se trouve sur un axe Nord-Est / Sud-Ouest, sur lequel se répartissent les principales communautés végétales en fonction des caractéristiques géologiques et climatiques. Il constitue en cela un corridor de migration important en prolongement du Jura et de la vallée du Rhône. Soucieux de la protection de ces zones, le département décide de mettre en place un réseau écologique.

Pour cela, il a commandité le bureau d'études suisse ECONAT pour réaliser une étude sur le recensement des corridors écologiques en 2001. En résulte une cartographie des corridors et l'analyse des points de conflit. Une concertation s'est faite entre le service départemental d'aménagement du territoire, les communes et les associations de protection de la nature.

L'élaboration du RECI, représente une expérience française de référence avec notamment son intégration dans les documents d'aménagement du territoire. De plus, un plan d'action en 10 points a été défini, comprenant des passages à petite faune, mais aussi un corridor à restaurer qui doit relier la Chartreuse au Vercors. Cette expérience s'intègre également dans le Réseau alpin des espaces protégés qui a comme objectif de créer un « Réseau écologique transfrontalier ».

Le Conseil Régional Rhône-Alpes s'engage également dans une démarche de mise en œuvre de corridors en s'appuyant, entre autres, sur le REDI.

La région Alsace a également créée un réseau écologique, nommé la Trame Verte :

En 2002 une étude sur la Trame Verte a été faite sur l'ensemble de la plaine d'Alsace, avec comme point de départ l'élaboration d'une cartographie de la trame verte. Ce travail a été confié au bureau d'études ECOSCOP. Celle-ci a été intégrée dans les plans d'urbanismes et d'aménagement du territoire, dans la réalisation des infrastructures. La trame verte existante doit être maintenue et améliorée.

Les expériences précédentes sont particulièrement intéressantes car présentent une démarche globale et une échelle spatiale pertinente de mise en œuvre d'un Réseau écologique, et l'intégration de ce dernier au sein des plans d'aménagement du territoire. Ils serviront de modèle pour la mise en œuvre de la trame verte et bleue en France.

Légende de la carte précédente :

ELEMENTS DU RESEAU ELEMENTE DES NETZWERKES	AUTRES ZONES ANDERE ZONEN
 Zone nodale Kerngebiet	 Lacs et cours d'eau importants Seen und grössere Fliessgewässer
 Zone d'extension Ausbreitungsgebiet	 Zone d'altitude > 2'100 m Gebiete über 2'100 m
 Continuum Kontinuum	OBSTACLES HINDERNISSE
 Corridor Korridor	 Urbanisation Siedlungsraum
LIMITES GEOGRAPHIQUES GEOGRAPHISCHE GRENZEN	 Autoroutes et routes importantes Autobahnen und andere wichtige Strassen
 Limites cantonales Kantonsgrenzen	 Voies ferrées Eisenbahnen
 Limite nationale Landesgrenze	
 Limites biogéographiques Biogeographische Grenzen	

Le réseau écologique global est l'imbrication de **réseaux écologiques spécifiques** correspondants à chaque grands types de milieux (forestier, agricole, prairies, zones humides...par exemple). Dans le REN suisse ; un **continuum** est un « ensemble des milieux favorables à un groupe écologique et composé de plusieurs éléments continus (sans interruption physique), y compris des zones marginales appartenant à d'autres continums ou simplement accessibles pour des activités temporaires. »

Source carte : Cahier de l'environnement n° 373, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Réseau écologique national (REN), Rapport final.

Annexe 3 : Stratégie paneuropéenne pour la préservation de la diversité biologique et paysagère

"...La Stratégie constitue un cadre international de coopération qui doit permettre le renforcement et l'extension des initiatives existant dans le domaine de la conservation..."

La Stratégie paneuropéenne pour la diversité biologique et paysagère (SPDBP) a été élaborée suite au Sommet de la Terre de Rio et à l'adoption de la "Convention sur la diversité biologique" des Nations Unies. Elle a été adoptée lors de la Troisième Conférence ministérielle "Un environnement pour l'Europe" réunie en octobre 1995 à Sofia (Bulgarie). Le principal objectif de la Stratégie est de trouver une riposte cohérente au déclin de la diversité biologique et paysagère en Europe et de garantir la durabilité de l'environnement naturel.

Une Stratégie pour la conservation : approches et objectifs

Plus que tout autre continent, l'Europe est une mosaïque de pays relativement peu étendus. Par voie de conséquence, les écosystèmes et les processus qui perturbent leur fonctionnement ignorent souvent les frontières nationales. Dans ces conditions, des mesures isolées prises dans un contexte local, régional ou national ne peuvent, très souvent, qu'être vouées à l'échec.

Une action efficace ne peut s'inscrire que dans un cadre international, si l'on veut faciliter la mise au point d'une approche commune pour sauvegarder la diversité biologique et paysagère de l'Europe et favoriser des initiatives coordonnées.

Telles sont les raisons pour lesquelles 54 pays ont approuvé, en 1995, la Stratégie paneuropéenne de la diversité biologique et paysagère. Ce faisant, les gouvernements nationaux reconnaissent l'impérieuse nécessité d'une coopération internationale en vue de sauvegarder la biodiversité et les paysages d'importance européenne.

Une nouvelle approche

La Stratégie présente quatre différences importantes par rapport aux efforts entrepris jusqu'alors pour tenter de préserver la biodiversité :

- elle est d'une grande portée géographique, puisqu'elle couvre la quasi-totalité du continent européen, plus l'Asie septentrionale et centrale;
- elle vise à garantir la viabilité des écosystèmes dont dépend la survie des espèces au lieu de se limiter à la protection des seules espèces menacées ou de quelques sites présentant un intérêt particulier;
- elle intègre dans un seul cadre la conservation de la biodiversité et des paysages;
- elle offre un programme méthodique d'actions concrètes axées sur la réalisation des objectifs d'une conservation durable.

Les objectifs à long terme

A long terme, les objectifs de la Stratégie sont les suivants :

- mettre en place un réseau écologique paneuropéen conçu pour sauvegarder les écosystèmes, les habitats, les espèces et les paysages d'importance européenne ;
- gérer et utiliser durablement la biodiversité de notre continent ;
- intégrer la conservation et la durabilité de la biodiversité dans les activités d'autres secteurs tels que l'agriculture, la sylviculture, la pêche, l'industrie, le transport et le tourisme ;
- mieux informer sur la biodiversité, améliorer la sensibilisation du public et obtenir une plus grande participation de la population à des actions de conservation ;
- améliorer notre perception de l'état de la biodiversité du continent ;
- faire en sorte que des fonds suffisants soient disponibles pour mettre en œuvre la Stratégie.

Source : Site du Conseil de l'Europe :

http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/nature/biodiversity/default_fr.asp

Annexe 4 : Un réseau écologique national français la Trame Verte et Bleue

Du Grenelle de l'Environnement (octobre 2007) est ressorti la volonté de création d'un réseau écologique national français, appelé la « Trame verte et bleue ». Ses objectifs, sa composition et sa mise en oeuvre figurent dans la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010.

« Art. L. 371-1. – I. – La trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural.

A cette fin, ces trames contribuent à :

- Diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique ;
- Identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ;
- Mettre en oeuvre les objectifs visés au IV de l'article L. 212-1 et préserver les zones humides visées aux 2° et 3° du III du présent article
- Prendre en compte la biologie des espèces sauvages ;
- Faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvages
- Améliorer la qualité et la diversité des paysages. »

Composition :

La trame verte et bleue est constituée d'une trame verte et d'une trame bleue.

Selon la loi grenelle 2,

« II. – La trame verte comprend :

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

III. – La trame bleue comprend :

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

Source : loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010.

Annexe 5 : Mise en œuvre de la Trame Verte et Bleue à l'échelle régionale via le schéma régional de cohérence écologique

L'élaboration de la trame verte et bleue se fait à l'échelle régionale via les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). Ces documents sont, pour la majorité des régions françaises, en cours d'élaboration. Celle-ci devrait s'achever à la fin de l'année 2012.

Ce document présente les enjeux régionaux en matière de continuités écologiques, une cartographie des continuités écologiques à l'échelle du 1/100 000e. Il contient les mesures contractuelles mobilisables pour la préservation ou la restauration des continuités écologiques. Il est révisé et évalué périodiquement.

→ **La composition de ce document :**

Le SRCE est constitué de :

- une présentation des enjeux régionaux relatifs à la préservation et à la restauration des continuités écologiques,
- une identification des composantes de la Trame verte et bleue : espaces naturels, corridors écologiques, cours d'eau, ou parties de cours d'eau, canaux ou zones humides mentionnés respectivement au 1° et au 2° du II et aux 2° et 3° du III de l'article L. 371-1 du code de l'environnement,
- une cartographie de synthèse de la Trame verte et la trame bleue au 1/100 000e, voir au 1/50 000e,
- D'éventuelles mesures contractuelles permettant d'assurer la préservation ou restauration de la fonctionnalité des continuités écologiques.

→ **Son élaboration et sa validation :**

Le SRCE doit être élaboré conjointement par la région et l'État en association avec les départements, les groupements de communes compétents en matière d'aménagement de l'espace ou d'urbanisme ou, à défaut, les communes dotées d'un plan d'occupation des sols ou d'un plan local d'urbanisme, les parcs nationaux, les parcs naturels régionaux, les associations de protection de l'environnement agréées concernées ainsi que des représentants des partenaires socioprofessionnels intéressés.

Il sera élaboré dans le cadre d'une démarche participative réunissant l'ensemble des partenaires au niveau régional : concertation, validation et suivi à chaque étape afin de recueillir et prendre en compte les avis de l'ensemble des acteurs concernés par l'utilisation des sols, l'usage des territoires et l'aménagement du territoire, mais aussi de commencer à sensibiliser les acteurs le plus tôt possible à ce grand projet, de s'appuyer sur leurs données et leurs connaissances du territoire et d'initier une dynamique d'acteurs favorables à la mise en œuvre du schéma.

Puis il sera soumis à l'avis du public qui pourra éventuellement entraîner des modifications, puis soumis à délibération du conseil régional et adopté par arrêté du préfet de région. Le schéma adopté sera en permanence consultable par le public.

→ **Obligation de cohérence**

Il existe plusieurs méthodes pour élaborer une trame verte et bleue. Chaque région a la possibilité de choisir la méthode la plus adaptée aux enjeux et aux caractéristiques de son territoire, de la disponibilité des informations (en plus de l'inventaire du patrimoine naturel, avis d'experts et du CSRPN (conseil scientifique régional du patrimoine naturel)), tout en s'interrogeant sur les lacunes existantes (avec réflexion sur les inventaires adéquats à lancer).

Toutes les méthodes sont bonnes à condition que le document produit soit cohérent avec les objectifs interrégionaux, nationaux et transfrontaliers de préservation et la restauration des continuités écologiques. Ceci afin de garantir la compatibilité des éléments de la *trame verte et bleue* situées de part et d'autre des limites administratives régionales et de respecter l'objectif fondamental de la *trame verte et bleue* : la conservation de la biodiversité en l'intégrant à l'aménagement du territoire.

Il doit également être en accord avec les éléments pertinents des SDAGEs (*schémas directeurs d'aménagement et de gestion de l'eau*)

Pour cela un guide méthodologique identifie les enjeux nationaux et transfrontaliers à prendre en compte pour la préservation et restauration des continuités écologiques. Ce guide comporte un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique.

Des critères de cohérence nationale ont été définis, dont la vérification garantira cette cohérence.

Pour chaque région, ils sont : la prise en compte :

- des besoins de connectivité des espèces appartenant à la liste régionale d'espèces déterminantes–TVB (liste du MNHN)
- éventuellement des besoins de liaison des habitats appartenant à la liste régionale des habitats déterminants–TVB (liste du MNHN) ;
- de cours d'eau et zones humides déterminants pour la *trame verte et bleue* ;
- des zonages de protection ou de connaissance ;
- des enjeux écologiques interrégionaux et transfrontaliers.
- Des travaux déjà élaborés (IPAMAC-PNR)

Cette cohérence territoriale et écologique permettra également de s'assurer de l'articulation correcte avec le réseau écologique paneuropéen qui constitue le premier objectif de la stratégie paneuropéenne pour la diversité biologique et paysagère (Conseil de l'Europe, 1995).

→ **Utilisation**

Ce schéma de cohérence écologique devra ensuite être pris en compte par les collectivités territoriales et leurs groupements lors de l'élaboration ou de la révision de leurs documents d'aménagement de l'espace ou d'urbanisme (les SCOT (schémas de cohérence territoriale) et les PLU (plans locaux d'urbanisme)), et préciser les mesures permettant de compenser les atteintes aux continuités écologiques que la mise en œuvre de ces documents de planification, projets ou infrastructures linéaires sont susceptibles d'entraîner. Ceci afin de permettre un aménagement respectant la continuité écologique sur le territoire.

Source : Guide 2 (Appui méthodologique à l'élaboration régionale de la TVB)

Annexe 6 : Appel à projet du MEEDDAT et projet d' « Identification d'une trame écologique du Massif-Central avec extension vers les Pyrénées ».

Le MEEDDAT (ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire) a lancé un appel à l'issue du Grenelle de l'environnement sur le thème « La trame écologique », à l'attention des Parcs Naturels Régionaux (PNR).

Cet appel à projets doit permettre de faire des propositions qui peuvent préparer la réflexion sur la trame verte et bleue : concernant la coopération territoriale, dans un cadre géographique plus large que celui du territoire des PNR. De donner des exemples de méthodes de l'ingénierie écologique (mobilisation et utilisation des connaissances pour identifier et cartographier les corridors - croisement entre les données cartographiques et relevés de terrain), sur la gouvernance de ce type de dossier, sur l'intégration de la trame dans les différents documents d'urbanisme.

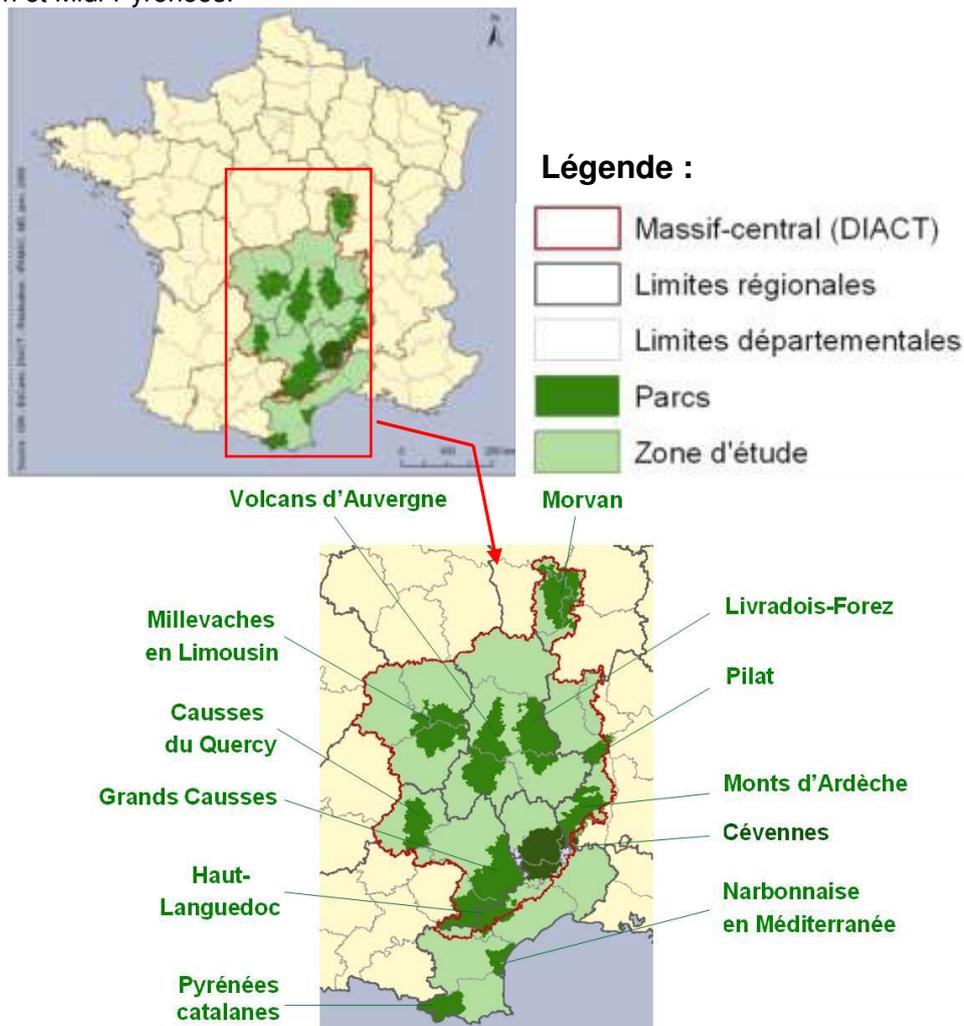
Le projet d'« Identification d'une trame écologique du Massif Central avec extension vers les Pyrénées », proposé par l'IPAMAC (association Inter parcs du Massif Central) est alors retenu.

L'IPAMAC est une association, conforme à la loi de 1901, elle a été créée en 2000 et comprend 10 adhérents :

→ 9 Parcs Naturels Régionaux (Morvan, Millevaches en Limousin, Volcans d'Auvergne, Livradois-Forez, Pilat, Causses du Quercy, Monts d'Ardèche, Grands Causses, Haut-Languedoc, Narbonnaise en Méditerranée, Pyrénées Catalanes),

→ et un Parc National (les Cévennes).

L'IPAMAC concerne six régions : Limousin, Auvergne, Bourgogne, Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées.



Délimitation de la zone d'étude et des territoires des parcs impliqués.

Cette association a pour objectif le développement économique et social des territoires fragiles, de qualité patrimoniales et paysagères remarquables du Massif Central.

Ses actions sont financées par les Parcs membres et soutenues par l'Etat au titre de la Convention Interrégionale de Massif Central et par l'Europe au titre de programme Leader+ (destiné aux zones rurales porteuses d'une stratégie de développement autour d'un thème fédérateur).

Le projet de l'IPAMAC est mené en étroite collaboration entre les Parcs. Il consiste à tenter d'identifier la trame écologique du Massif-central et son extension sur la Région Languedoc-Roussillon vers les Pyrénées (à l'échelle du 1/100 000^e). Il a pour but d'établir des bases de connaissances communes, de développer une méthode de traitement des données en partenariat avec la recherche, de comparer les méthodes retenues par les différents PNR et d'analyser la place des espaces protégés dans la trame écologique. Pour cela, l'approche paysagère sera est privilégiée, elle vise à établir des corridors écologiques potentiels à l'échelle du 100 000ème.

L'ensemble de ces travaux se base sur la méthodologie établie par la Fédération des Parcs et sur les expériences de chacun des Parcs.

Il prévoit la conception de documents de communication et de sensibilisation, l'organisation de rencontres et de séminaires pour informer le plus grand nombre de personnes.

Ce projet s'est fait en partenariat avec des laboratoires de recherche indispensable à la validité de la démarche et au traitement des données : le CRENAM (Centre de recherche sur l'environnement et l'aménagement. UMR 5600 Environnement-Ville-Société) de l'université Jean Monnet de Saint-Etienne, et le Cemagref (Centre d'Étude du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts) de Montpellier.

Différents organismes viennent également apporter leur aide : des services de l'Etat (DIREN, DDAF, CETE, etc.) et des acteurs locaux et de l'environnement (CREN...).

Des travaux résultants de ces réflexions constitueront une bonne base de travail lors de notre étude :

- Une note méthodologique permettant de déterminer les forêts rivulaires (forêts en bordure de cours d'eau) sur le territoire de l'IPAMAC. L'utilisation de données de faible précision lors du projet a aboutit à la délimitation de zones parfois non représentatives de la réalité terrain. Lors de notre étude, nous nous baseront sur cette méthodologie intéressante en utilisant des données de précision plus importante.
- Une méthodologie (modélisation) de prédétermination des zones humides potentielles : développée par le CRENAM dans le cadre d'une étude pour l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB). Elle est basée sur différents critères (topographique, climatologique, géomorphologique, géologique et hydrologique). La cartographie produite pour cette étude couvre en partie la zone d'étude, le territoire du PNR du Livradois-Forez. Cette modélisation, permet la délimitation de zones proches des zones humides rencontrées sur le terrain (plus de 75% des zones humides du territoire de l'AELB).
- Un travail de reprecisions et la réduction du nombre de classes du RPG (Registre Parcellaire Graphique) fait part le Cemagref. Les différentes occupations du sol ont été regroupées en trois classes de naturalisé croissante : cultures, prairies temporaires et prairies permanentes et landes. L'utilisation de ces trois classes est intéressante lors de notre étude.

Annexe 7 : Travaux de l'IPAMAC

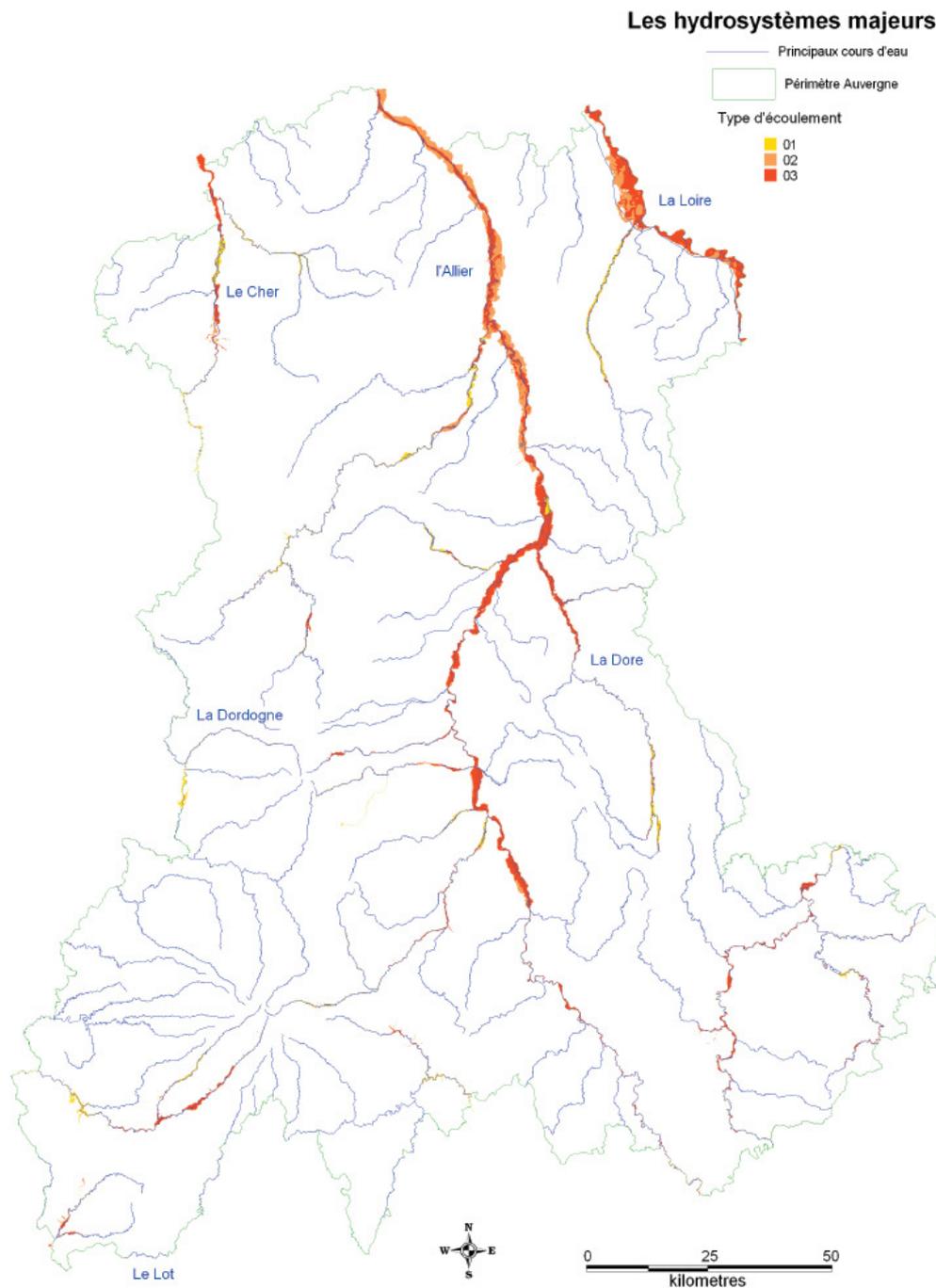
Différentes notes méthodologiques ont été produites :

- Contribution des classes CLC aux sous-trames (et production d'une carte des sous-trames)
- Prise en compte des étages de végétation
- Identification des forêts rivulaires
- Identification des zones humides potentielles
- Article sur l'identification des ZH potentielles
- Note méthodologique pour l'utilisation du RPG
- Note méthodologique pour l'analyse de la fragmentation
- Note méthodologique pour l'identification du bocage
- Note méthodologique d'identification des sous-trames
- Note méthodologique pour l'identification des réservoirs de biodiversité

Ces documents ont pour rôle d'aider à la mise en œuvre de la Trame Verte et Bleue au niveau des régions.

Annexe 8 : Les zones rivulaires, des espaces menacés par les activités humaines

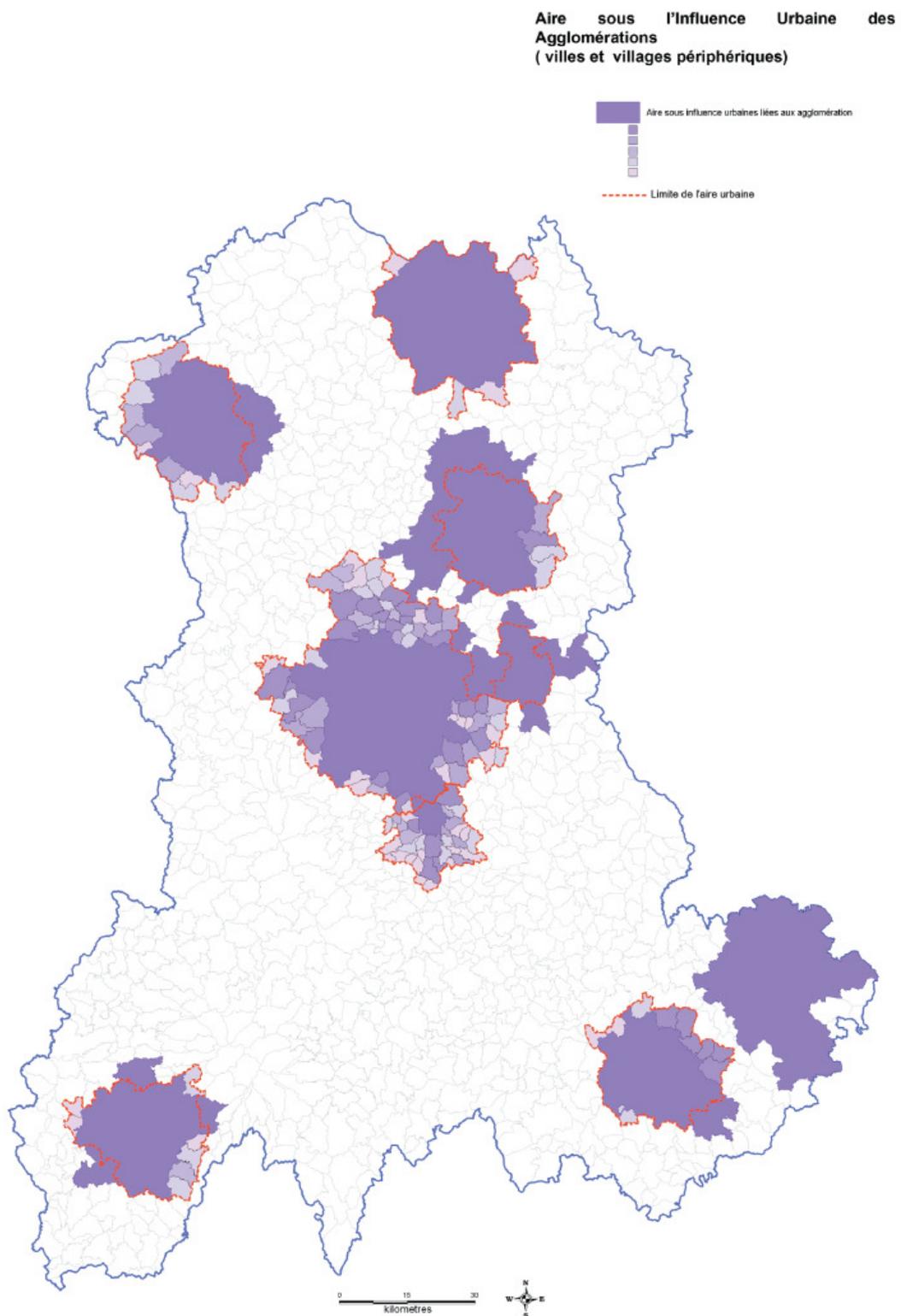
Localisation des principaux hydrosystèmes :
La zone d'inondation de l'Allier ressort au Centre du territoire.



Les hydrosystèmes majeurs

Source carte : Profil environnemental de l'Auvergne, Octobre 2008, Direction Régionale de l'Environnement Auvergne

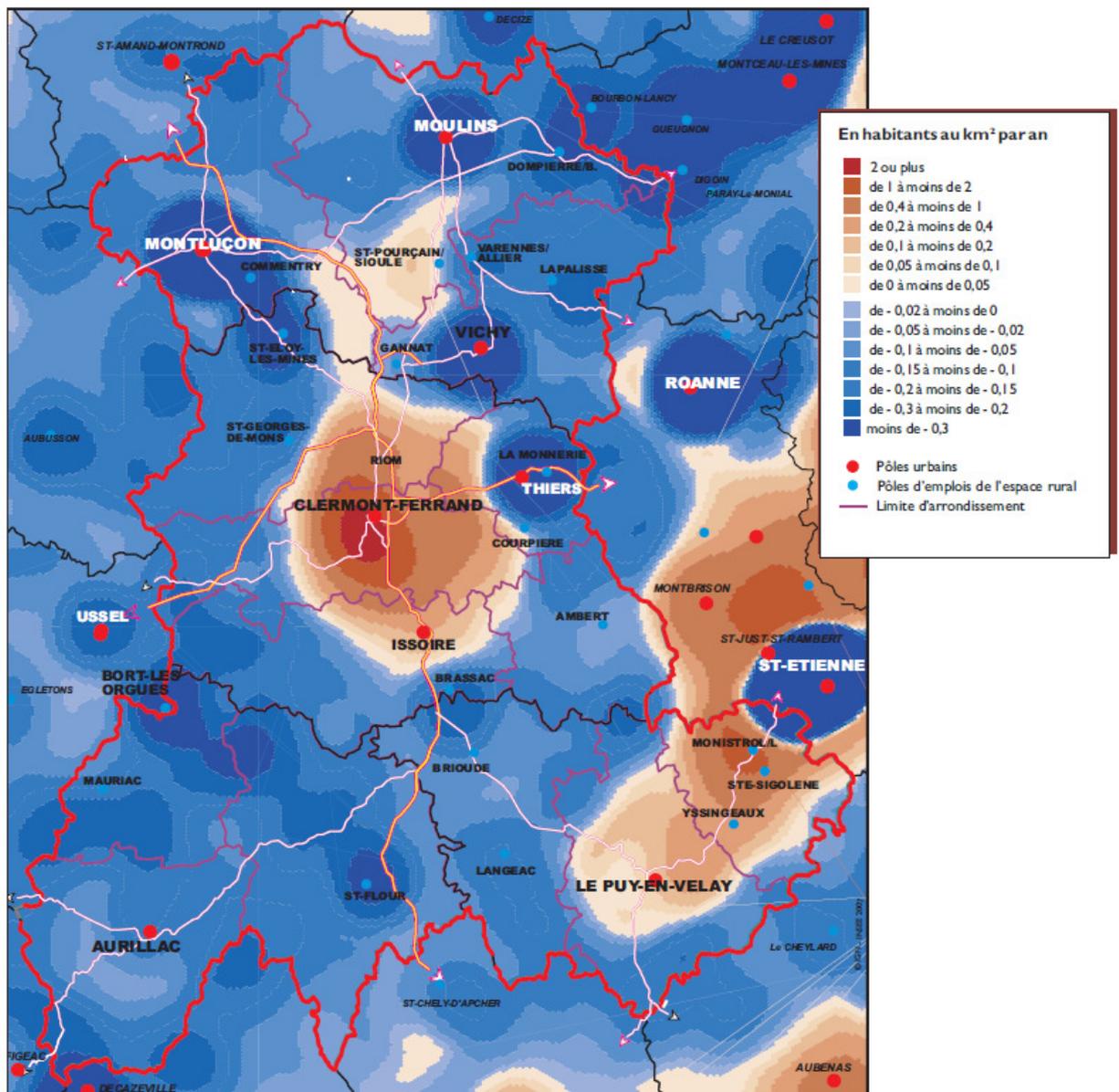
Ces hydrosystèmes traversent des tissus urbains



Zones sous l'influence urbaine

Source carte : Profil environnemental de l'Auvergne, Octobre 2008, Direction Régionale de l'Environnement Auvergne

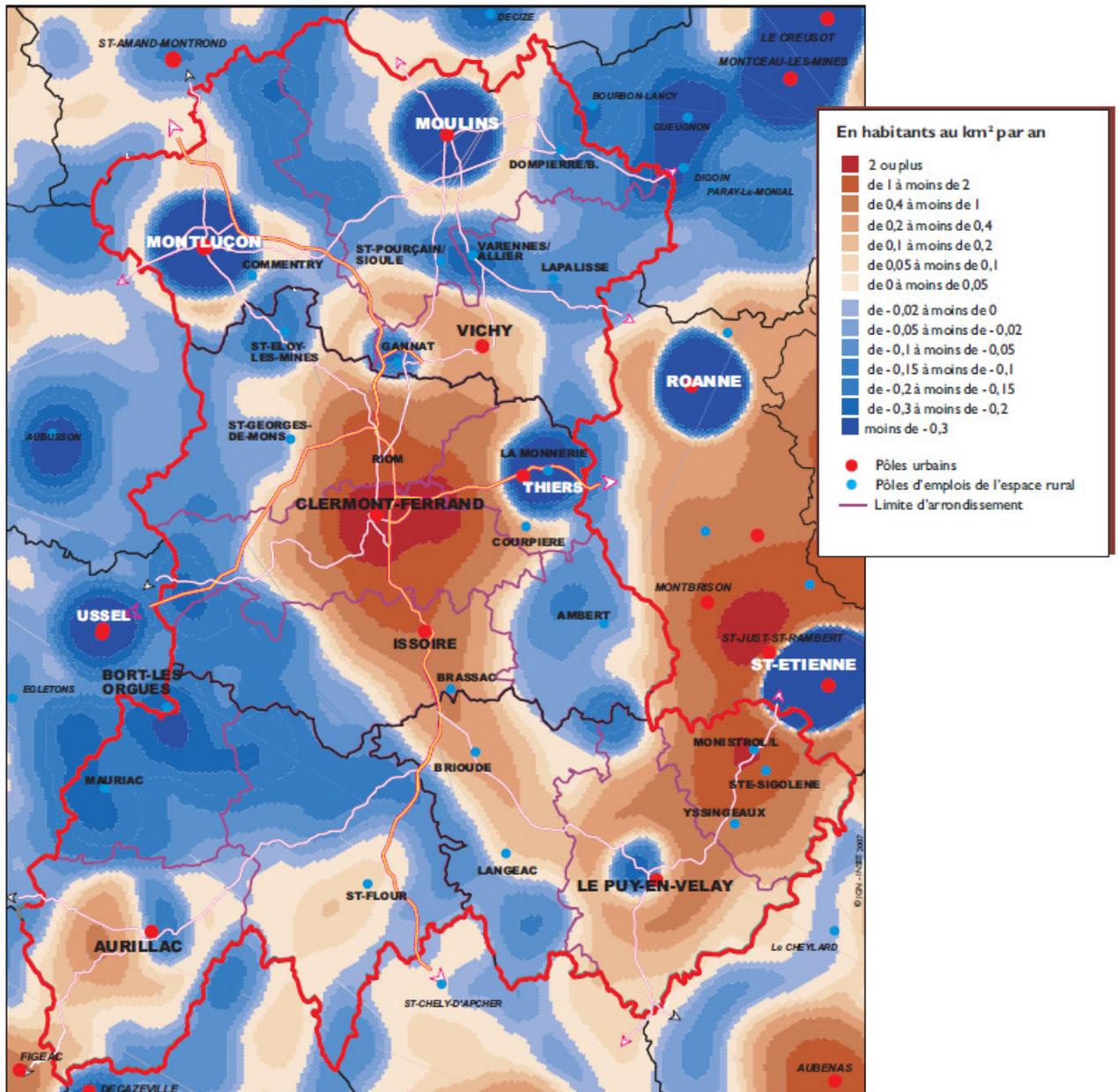
Une forte croissance démographique dans les grandes agglomérations.
 Les tissus urbains sont en extension rapide et suivent les vallées (Loire et Allier notamment).



Sources : INSEE - Recensements de la population 1990 et 1999 - Estimations démographiques supra-communales

Evolution de la densité de population entre 1990 et 1999

Source carte : Site Internet INSEE : Enquêtes annuelles de recensement - Auvergne

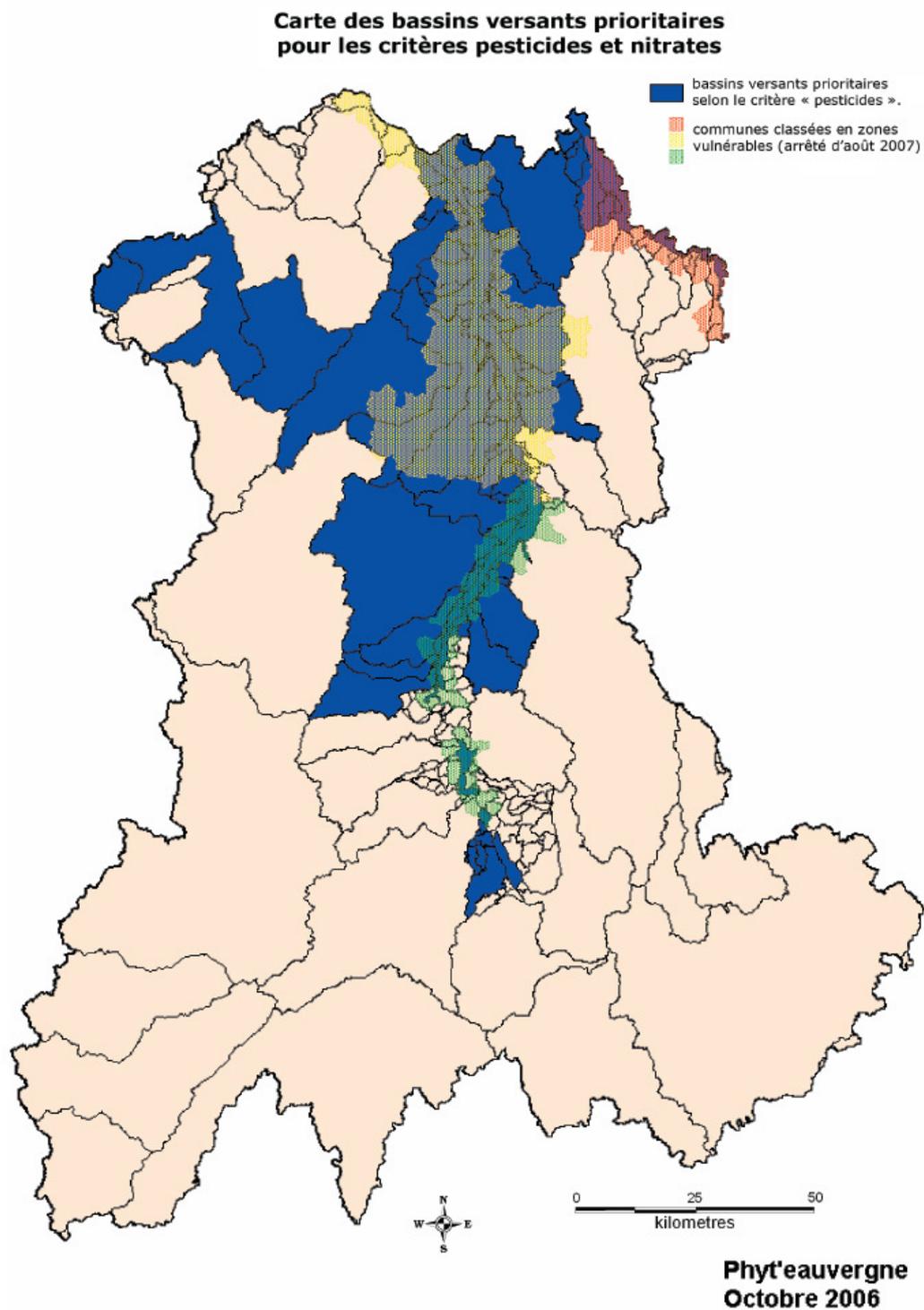


Source : INSEE - Recensement de la population 1999 - Estimations démographiques supra-communales

Evolution de la densité de population entre 1999 et 2005

Source carte : Site Internet INSEE : Enquêtes annuelles de recensement - Auvergne

Ces hydrosystèmes traversent également des zones à risque de pollution.



Les zones de pollutions diffuses

Source carte : Profil environnemental de l'Auvergne, Octobre 2008, Direction Régionale de l'Environnement Auvergne

Annexe 9 : L'Auvergne : Situation et caractéristiques physiques

→ Situation de l'Auvergne :

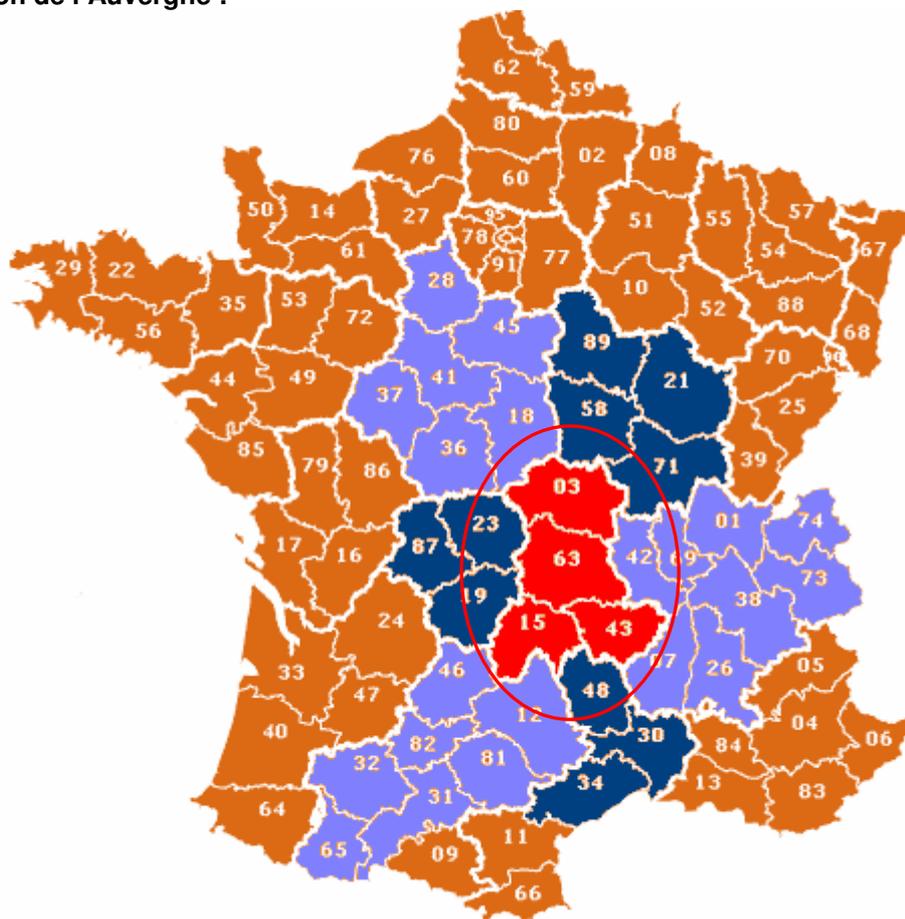


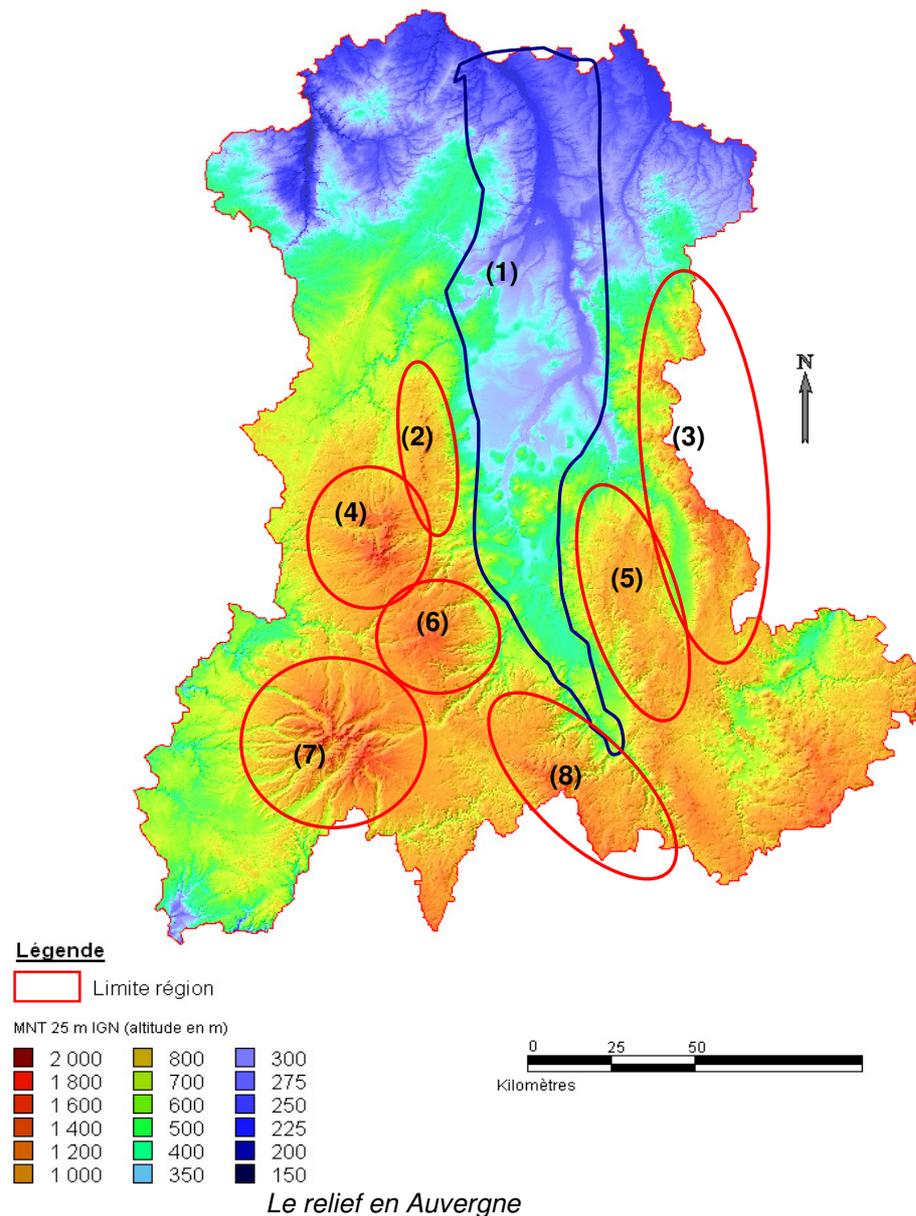
Figure... : Localisation de l'Auvergne,
Carte réalisée à partir de la carte issue du site Internet :
<http://www.depresdeloin.eu/wpcontent/uploads/departements.gif>

L'Auvergne est une région du Centre de la France qui englobe 4 départements : l'Allier (03), le Cantal (15), la Haute-Loire (43) et le Puy de Dôme (63). Elle est également frontalière des régions du Limousin, du Centre, de la Bourgogne, du Rhône Alpes, du Languedoc Roussillon et des Midi Pyrénées.

→ L'Auvergne, un territoire aux caractéristiques physiques très diversifiées :

L'Auvergne est une région présentant une grande diversité de sols, reliefs, et climats.

Relief :



Le relief auvergnat est très varié du fait de la formation des Alpes et des Pyrénées qui ont forgé celui du Massif Central dont l'Auvergne est au cœur.

Un soulèvement et un rajeunissement à l'Est et au Sud ont été observés, alors qu'au Nord-Ouest l'altitude est restée basse, des cassures et des effondrements se sont également produits, formant des grandes plaines (les Limagnes **(1)**), et des blocs sont restés par endroits en hauteur (Margéride **(8)**, Aubrac **(7)**, Monts du Forez **(3)**).

L'Auvergne abrite de nombreux volcans, les cassures ont engendré de très nombreux phénomènes volcaniques.

Le relief auvergnat va donc :

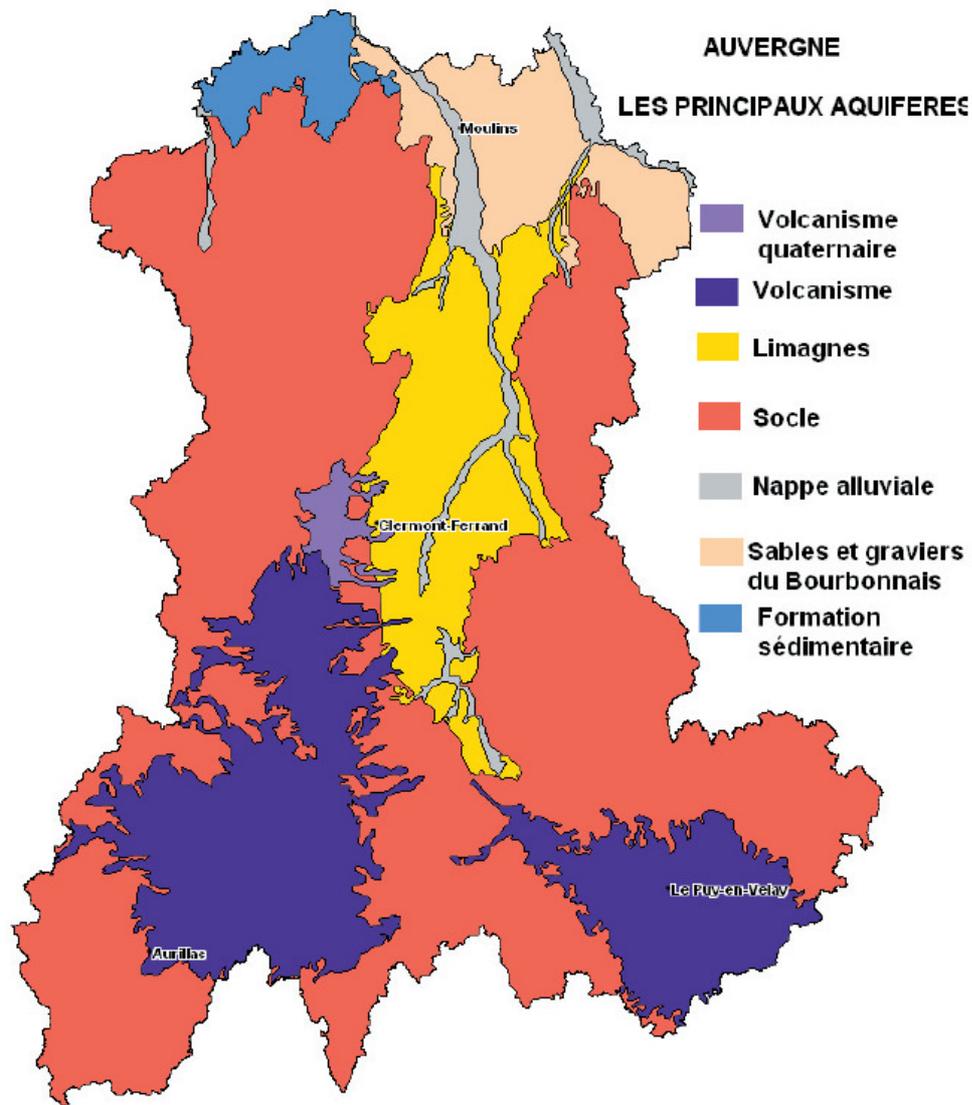
→ des zones de plaines, comme la majorité du département de l'Allier, ou la Limagne au centre du Puy-de-Dôme,

→ aux montagnes : les Volcans d'Auvergne et les monts du Sancy **(4)** à l'Ouest du Puy-de-Dôme, les monts du Forez **(3)** à l'Est du département et empiétant au Nord de la Haute-Loire, les monts du Cantal **(7)** au Centre du département,

→ en passant par les plateaux : notamment à l'Ouest de la Haute Loire entre la vallée de l'Allier et celle de la Loire.

Ces différences de relief, occasionnent de nombreuses zones de fortes pentes.

Sol :



source : carte géologique de France - BRGM

Géologie sur le territoire

Les trois grandes étapes de la formation géologique du Massif Central ont marqué les paysages auvergnats.

Cette région présente des traces d'un socle ancien largement érodé composé de roches granitiques (les plateaux du Livradois (5) ou du Forez à l'Est).

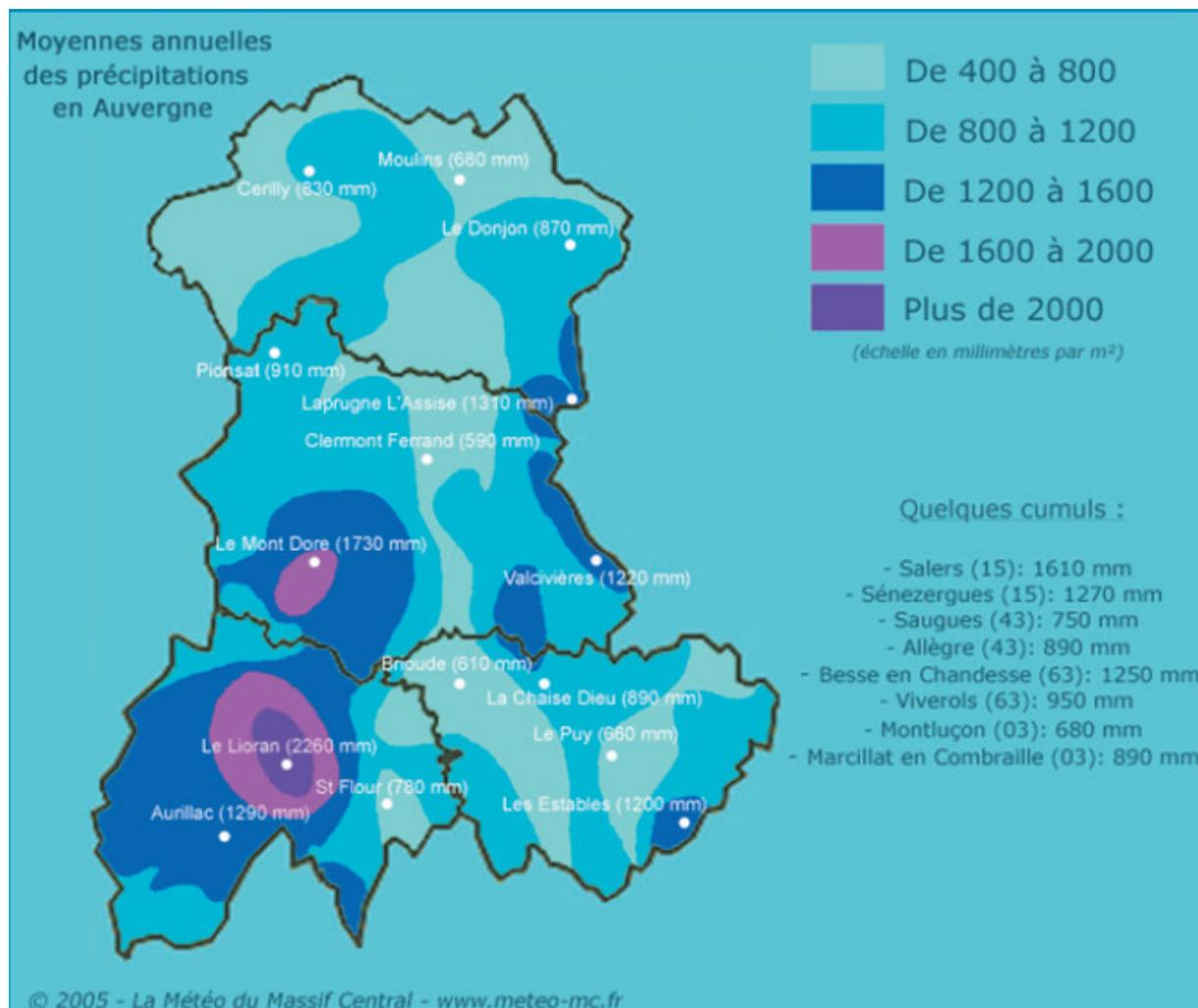
Puis viennent les plaines sédimentaires, basses et fertiles (Limagnes) de la deuxième moitié du tertiaire.

Enfin, du fait de l'importante activité volcanique des monts Dore, monts du Cantal et monts Dôme (ou chaîne des puys) (2) à l'Ouest, de la fin du tertiaire et du début du quaternaire, donne naissance aux grands plateaux basaltiques (Aubrac (ou monts de Cantal) (7), Cézallier (6)).

Les roches métamorphiques sont donc également très présentes.

Du fait de cette variété de relief, ce territoire est le siège d'une diversité de climats.

Climat :



Précipitations moyennes annuelles en Auvergne

Source image : Profil environnemental d'Auvergne (Enjeux et indicateurs – tome 1), 2008.

De par sa position géographique, les influences climatiques sont nombreuses sur le territoire.

Il y a à la fois des influences océaniques sur la façade Ouest, et continentales au Centre-Est et Nord. Le climat présente même des aspects méridionaux dans les Limagnes et au Sud de la région. Les précipitations sont globalement importantes sur le territoire (en moyenne de l'ordre de 920 mm/an). Mais elles ne sont pas réparties de manière homogène sur le territoire.

- La façade Ouest présente des précipitations importantes (fortes crues en saison froide et basses eaux en été).
- La façade Nord Centre-Est est moins pluvieuse mais aux températures plus fraîches,
- La façade Sud-Est présente un climat beaucoup plus sec et doux (écoulement modeste des cours d'eau mais surtout par des crues violentes et rapides d'automne et de printemps).

Le relief intervient pour modifier ces tendances, soit par l'effet de l'altitude (refroidissement, précipitations abondantes au printemps et enneigement), soit par l'orientation des massifs, multipliant les contrastes, soit par l'aridité relative et la pseudo-continentalité des bassins.

Les chaînes de montagnes à l'Ouest jouent le rôle de limite climatique : dès que l'on passe cette ligne de crêtes fortement arrosée, vers l'Est apparaît un milieu plus sec que l'on peut qualifier d'intramontagnard, ou méditerranéen dans la partie Sud.

En altitude, les hivers sont longs et rigoureux. Les jours de gels sont nombreux et l'enneigement non négligeable. Mais les redoux dus au vent d'ouest sont nombreux. Les vents d'hiver sont généralement violents. Les étés sont frais et il peut y geler en toute saison.

En plaine, il fait plus chaud et sec malgré les orages nombreux. En effet, Clermont-Ferrand (Au cœur de la Limagne) est l'une des villes les plus sèches de France.

Cette diversité de climat se retrouve dans la végétation et les paysages : La verdure sur les volcans à l'Ouest contraste avec les causses arides au Sud, le climat est rigoureux à l'Est (Forez) et sec au Sud.

Annexe 10 : Les outils de cartographie disponibles à l'échelle du territoire

→ Les bases de données :

→ La base de données hydrologique BD Carthage® de l'IGN (Institut Géographique National).

C'est la base de données cartographique de référence de l'IGN qui décrit le réseau hydrographique français de manière homogène. Elle est construite en partie à l'aide des cartes IGN à l'échelle 1/25 000^e et de la couche hydrographie de la BD Carto® de l'IGN. Elle est à une échelle de 1/50 000^e au niveau départemental et 1/250 000^e au niveau régional.

Elle pourrait être utilisée pour l'identification des cours d'eau et zones rivulaires.

Mais celles-ci présente différents inconvénients :

- un problème de calage avec les orthophotos de la BD Ortho® de l'IGN, sources de données intéressantes pour la détermination de l'occupation du sol dans la suite de notre travail,
- elle ne permet pas la localisation des petits cours d'eau, de nombreux sont manquants,
- des erreurs sont parfois rencontrées : par exemple des tronçons de cours d'eau isolés sont identifiés, ou des tracés peuvent sauter d'un cours d'eau à un autre,

Mais il faut savoir que la BD Carthage est la base de données de référence. Tous les acteurs des milieux aquatiques se basent sur elle, c'est alors elle qui possède l'information.

→ La base de données BD Topo® de l'IGN :

La BD Topo® contient une description vectorielle 3D (structurée en objets) des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à des échelles allant du 1/5 000^e au 1/50 000^e. Elle permet de couvrir de manière cohérente l'ensemble des entités géographiques et administratives du territoire national.

Les données de cette base ont été créées à partir des Orthophotographies de l'IGN (BD Ortho) d'une précision de 50 cm, et elle est remise à jour chaque année. C'est donc une donnée très intéressante dans le cadre de notre étude car très fiable. Les différentes couches intéressantes lors de notre étude sont :

- Une couche hydrographique. Cette cartographie est à une échelle de 1 : 25 000. L'utilisation de cette donnée est intéressante car le tracé des cours d'eau colle mieux avec la réalité terrain. Le problème est que cette couche de la BD Topo procède très peu de données attributaires (seulement des données d'altitudes aux extrémités des tronçons, leur longueur), aucune donnée de largeur par exemple. De plus, les tronçons de cours d'eau définis ne sont pas reliés (pas de notion de succession, il n'est alors pas possible d'avoir des longueurs de cours d'eau).
- Une couche « végétation arborée ». L'inconvénient est qu'elle ne permet pas une différenciation résineux/feuillus, plantations/peuplements naturels.
- Une couche « bâtî » permet de connaître l'emplacement de tous les bâtiments de plus de 20 m² sont représentés et groupés sur différentes classes selon des grands types d'utilisation (habitation, remarquable, industriel...). La seconde couche présentes notamment les surfaces des zones d'activité.
- Les couches « réseau routier » et « voies ferrées et autre » fournissant notamment une donnée sur l'importance de l'utilisation des voies du réseau routier (chemin, piste cyclable, route primaire, secondaires..., permet de connaître les effets l'impact sur les milieux naturels environnants) et leur surface, mais aussi le tracé des voies ferrées, la surface des gares, des aires de triages...

→ CLC (Corine Land Cover) :

CLC est une base de données d'occupation biophysique des sols. Elle a été, produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement CORINE. Ce projet est piloté par l'Agence européenne de l'environnement et couvre 38 Etats. La partie française est réalisée par le Service de l'Observation et des Statistiques du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) du Ministère de l'écologie (MEEDDM). Trois versions ont été produites, la dernière date de 2006. Cette base vectorielle est issue de photo-interprétation d'images satellites (Landsat, SPOT, IRS,...), elle est à l'échelle du 1/100 000^e, tous les éléments géographiques de plus de 25 hectares y sont présents (eau, bois, ville...).

CLC repose sur une nomenclature hiérarchisée à 3 niveaux et 44 postes, répartis selon 5 grands types d'occupation du territoire (« Territoires artificialisés », « Territoires agricoles », « Forêts et milieux semi-naturels », « Zones humides » et « Surface en eau »).

Mais des remarques ont été faites lors des travaux de l'IPAMAC sur cette base de données :

- quelquefois des confusions de milieux peuvent être rencontrées, ou encore des manques de catégories de milieux,
- des classes de milieu « fourre-tout » sont rencontrées du fait de la grande diversité du territoire européen à analyser.

Cette donnée est intéressante pour notre étude, mais à une échelle de travail est assez large donc les données sont peu précises, gênant dans les zones de végétation parfois restreinte (notamment en fond de vallée ou zone très anthropisées).

Mais CLC est tout de même une donnée intéressante car homogène sur l'ensemble du territoire auvergnat et téléchargeable gratuitement sur Internet. Elle reste tout de même assez riche en données.

→ Carte des formations végétales de l'IFN (Inventaire Forestier National) :

L'IFN a effectué un inventaire par département sur l'ensemble du territoire français. Une base de données issue de photo-interprétation (notamment la BD Ortho® de l'IGN) donc d'une précision inframétrique, et de vérification et mesures de terrain en découle. Depuis 2004 des opérations d'inventaire sur l'ensemble du territoire français sont faits point par point.

Comme son nom l'indique, c'est une cartographie qui ne représente que les milieux forestiers donc, son utilisation reste limitée à la végétation arborée pour cette étude. Elle permet de mettre évidence les zones de plantations où la végétation naturelle riveraine des cours d'eau peut alors être restreinte ou absente.

Il existe deux versions de la carte des formations végétales produites par l'IFN :

→ La première a une précision est de 1/25 000 et la surface minimale cartographiée est de 2,25 ha Sa précision n'est pas suffisante pour les zones où la végétation sera limitée (moins de 150 mètres), mais elle reste intéressante pour l'échelle de la carte à produire). Elle est disponible pour les 4 départements auvergnats, les photos datent de 1997 pour le département de l'Allier, 2000 pour le Cantal et le Puy-de-Dôme, 1999 pour la Haute-Loire, elles sont donc assez anciennes.

→ La deuxième version permet la détermination de surfaces à partir de 50 ares (5 000 m²), ce qui est assez précis, mais elle n'est pas encore disponible sur les départements auvergnats.

→ Le registre parcellaire graphique (RPG) :

Le Règlement communautaire a institué l'obligation, dans tous les Etats Membres de l'Europe, de localiser et d'identifier les parcelles agricoles à partir du 1er janvier 2005.

La France a répondu à cette exigence communautaire en organisant un système de déclaration graphique permettant de constituer le Registre Parcellaire Graphique (RPG).

Ainsi, chaque année, les agriculteurs déposent un dossier de déclaration de surface qui comprend notamment un RPG, c'est-à-dire des orthophotographies (BD Ortho, élaboré par IGN) au 1/5000 sur lesquelles l'exploitant doit dessiner et mettre à jour les îlots de culture qu'il exploite, et déclarer les cultures qui y sont pratiquées et leurs surfaces. Un îlot étant une unité de terrain cultivée par un seul et même déclarant et constitué d'un ensemble de parcelles contiguës. Au cours du stage, nous avons eu accès à cette donnée pour l'ensemble de la région pour l'année 2006.

C'est un système de déclaration graphique, confiée aux Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) et à l'Office National Interprofessionnel des Céréales, a démarré en France dès 2002.

L'AUP (agence unique de paiement) est chargée de gérer le système d'information géographique informatisé pour l'identification des îlots et la description de leur occupation culturale. A ce titre, l'AUP centralise et consolide l'ensemble des déclarations. Elle gère aussi les données relatives aux exploitations et aux exploitants.

La propriété intellectuelle des données décrites ci-dessus est partagée entre l'AUP et le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP).

Cette donnée est très intéressante à utiliser, car elle est très précise (élaborée à partir de photographies aériennes), de plus elle est remise à jour chaque année. Le tracé, fait par les propriétaires est quelquefois grossier, mais d'une précision largement suffisante pour la carte que nous souhaitons produire.

→ **Images satellites et photographies aériennes :**

→ Les photographies aérienne IGN BD Ortho® (RGE : Référentiel Géographique) THRS :

Cette donnée permet de connaître l'occupation du sol de manière fine et détaillée (THRS : très haute résolution spatiale), car elle est à une résolution de 0,5 mètre sur l'ensemble du territoire dans le visible et est renouvelée tous les 5 ans. C'est une base de données photographique aérienne couleur rectifiée géographiquement, possédant trois canaux visibles (Rouge, Vert et Bleu) sous format raster, élaboré par l'IGN. C'est une source de donnée qui apporte des informations texturales très riches et très détaillée permettant la détection et l'extraction précise de plusieurs types d'occupation de sol. Les données sont de bonne qualité géométrique (DIREN).

L'utilisation de l'infrarouge (IR) est alors intéressante car permet de mieux faire ressortir l'eau et de bien la différencier de la végétation avoisinante apparaissant en différents tons de rouge.

Des photographies IR sont disponibles dans la BD Ortho de l'IGN, mais n'existent que pour 3 sur les 4 départements auvergnats. Elles datent de 2009 pour le département de l'Allier, 2005 pour le Cantal et la Haute-Loire, elles ne sont pas disponibles pour le Puy-de-Dôme.

Attention cette donnée n'est pas disponible à toutes les dates (notamment par temps de nuages car ce type de donnée fait ressortir l'eau, donc elles seront surtout prises au printemps et en été).

→ Les photographies IR du CRAIG :

Les photographies aériennes infrarouges proposées par le CRAIG ont une résolution de 0,3 mètre.

Des photographies aériennes couleur dans le domaine du visible et IR datant de 2009 sont disponibles à partir de fin mai 2010 sur les départements de l'Allier et du Puy-de-Dôme. Sur les deux autres départements, elles ne sont pas encore disponibles mais le seront aux alentours de mai 2011 et dateront de 2010.

→ Images satellites :

Il existe un grand nombre d'images satellites sur le marché. Les mieux adaptés à notre étude par leur rapport qualité/prix sont :

→ Spot4 : panchromatique (toutes les longueurs d'onde du spectre du visible) = 10m, multispectral (enregistrement en une seule prise de vue plusieurs longueurs d'onde) = 20m (objet minimal fait 400m² = 0,04ha),

→ Spot5 : panchromatique = 2,5 et 5m, multispectral = 10m (20 pour le MIR) → 1/15 000 pour du 5m et 1/10 000 pour du 2,5m. (objet minimal 100m² = 0,01 ha)

→ Landsat : résolution faible : 30 m (disponible au CRAIG) sur toute l'Auvergne

Les images précédentes, les plus abordables actuellement en terme de coûts ne semblent pas suffisamment précises pour repérer la végétation rivulaire. Il existe aussi :

→ Rapideye : 6,5 m en multispectral (bleu, vert, rouge, red-edge, proche IR), se fait depuis 2008, sera peut-être disponible à la fin de l'été sur toute la France.

→ GeoEye : la résolution est de 1,65 mètres en multispectral (bleu, vert, rouge, proche IR)

→ QuickBird : la résolution est de 2,4-2,8 mètres en multispectral.

Actuellement il est encore difficile de se procurer ce type d'images, car coûte cher.

Mais elles présentent des intérêts que n'ont pas les photographies aériennes :

Elles sont d'une grande répétitivité, de ce fait les dates de prise de vue peuvent être choisies facilement. Les images sont homogènes sur de grandes zones géographiques, ce qui limite les écarts de qualité comme pourraient présenter des photographies aériennes.

Annexe 11 : La télédétection

Pour avoir une représentation parfaite du territoire, des inventaires de terrain seraient la solution idéale. Mais cela demanderait un temps considérable et la cartographie représentative en serait alors très coûteuse, si l'on souhaitait le faire sur l'ensemble du territoire.

Comme nous l'avons vu jusqu'ici, les cartes existantes actuellement ne sont généralement pas adaptées à notre étude (précision, disponibilité, homogénéité sur un grand territoire...), il est alors serait alors peut-être intéressant d'avoir recours aux données et méthodes de télédétection.

Actuellement, de nouvelles techniques et de nouveaux outils performants sont disponibles en télédétection. Est-il possible d'en voir l'utilité pour notre étude ? Lesquels sont les plus applicables ? Les coûts sont-ils abordables ?

Nous allons donc essayer de répondre à toutes ces interrogations.

Qu'est ce que la télédétection ?

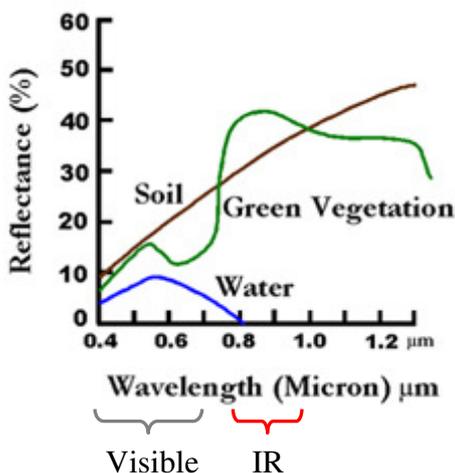
C'est l'ensemble des techniques et des connaissances qui vont permettre d'effectuer des mesures à distances d'objets, sans aucun contact avec ces derniers, et ainsi déterminer leurs caractéristiques physiques et biologiques (Thomas, 2007).

Pour cela un rayon électromagnétique est émis par une source en direction de la terre, celui-ci sera ensuite réfléchi et intercepté par un capteur. Le capteur converti ensuite ces rayonnements en une valeur numérique.

Ces capteurs sont maintenus dans les airs ou dans l'espace grâce à des vecteurs. Ils peuvent se situer à une distance plus ou moins importante de la terre (grue, ULM, hélicoptère, avion) sur un grand territoire d'étude comme l'Auvergne, les images les plus utilisables sont les photographies aériennes prises d'avion (une centaine de kilomètres au maximum), un satellite (entre 200 et 40 000 km).

Il faut savoir que tous les objets n'absorbent pas les mêmes parties de la lumière. Le spectre du rayonnement réfléchi sera alors différents selon s'il provient de l'eau, de la végétation ou du sol. Pour la végétation, les valeurs du rayonnement sont élevées dans l'infrarouge alors que celles de l'eau sont à la fois faible dans le rouge et dans l'infrarouge.

Il sera alors important d'utiliser l'infrarouge si l'on veut distinguer l'eau de la végétation riveraine. (Wiederkehr E., Dufour S., Piégay H. Avril 2008).



L'infrarouge va de **0,78 µm à 1 000 µm**.
Et le visible de **0,40 µm à 0,70 µm**.

Vert : la végétation (bonne discrimination au-delà de 0,8µm),

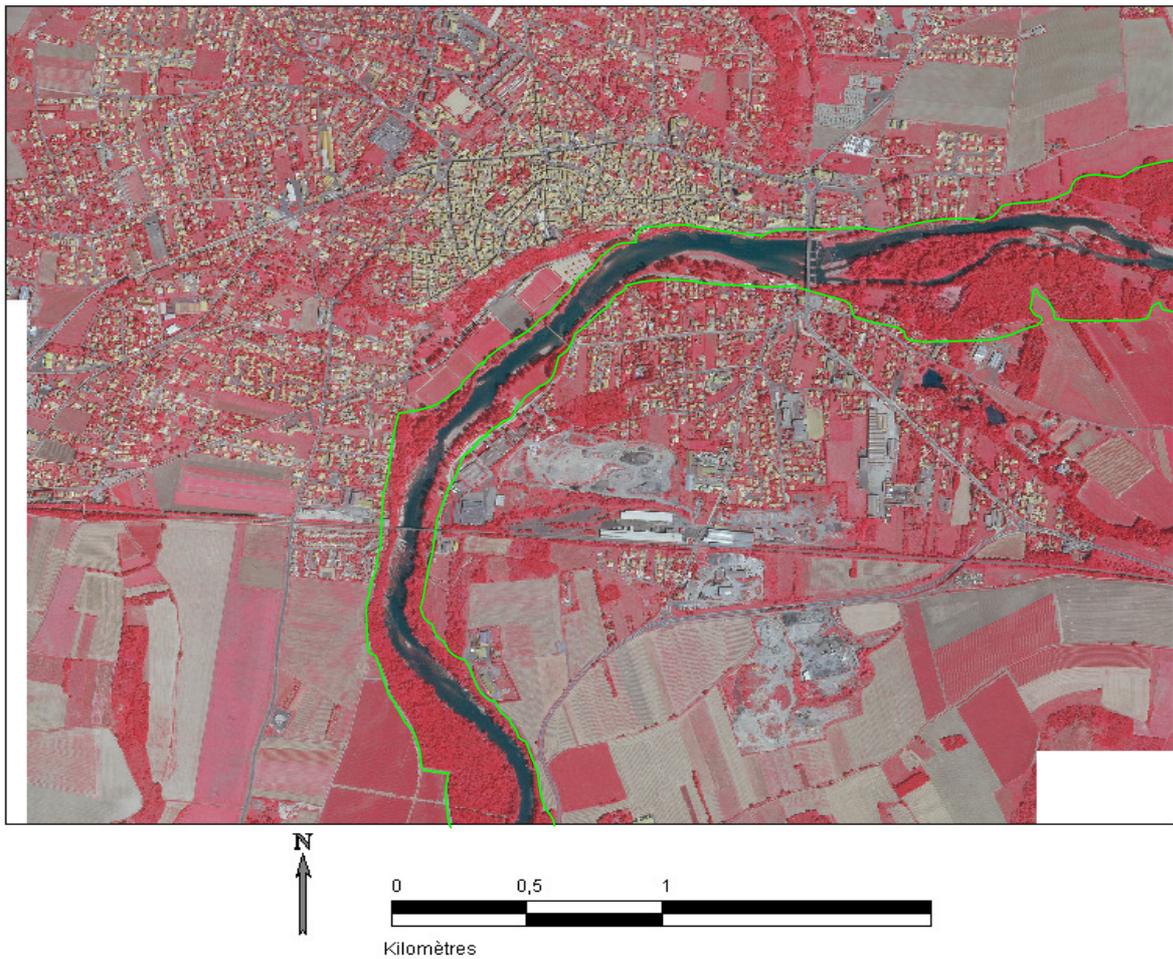
Bleu : l'eau (bonne distinction entre 0,5 et 0,6µm),

Marron : le sol (discrimination croissante avec la longueur d'onde)

Source : Site Internet USGS, Science for a changing world, Landsat mission,
<http://landsat.usgs.gov/>

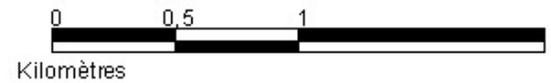
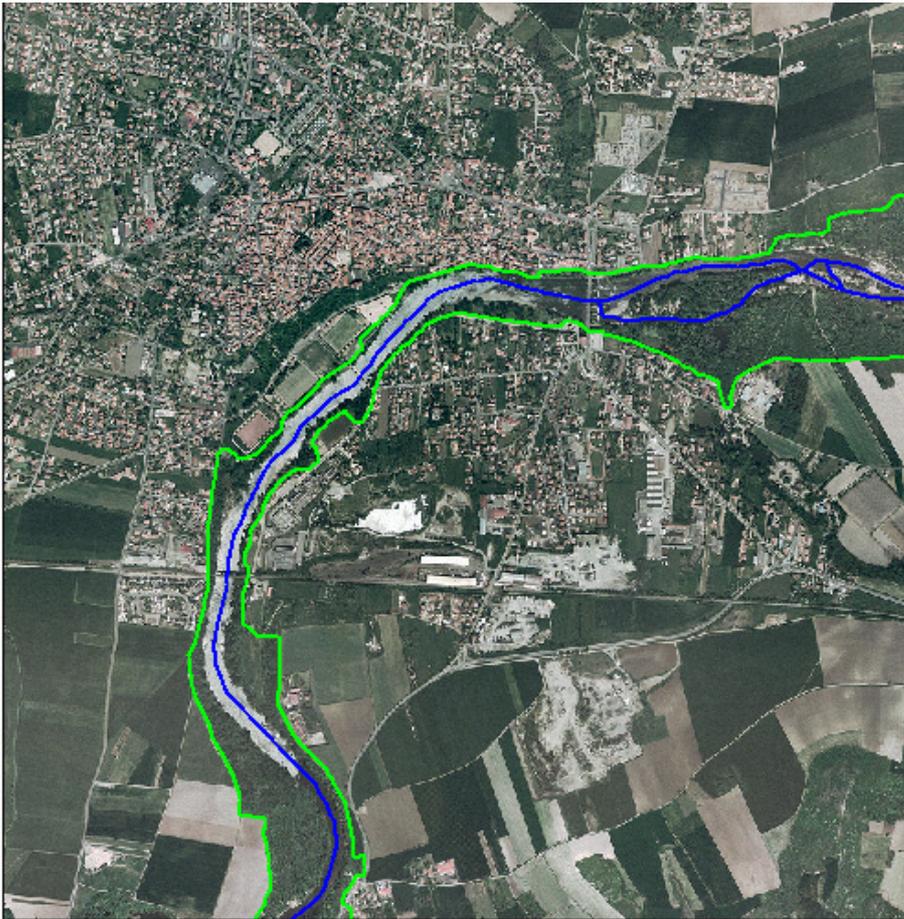
L'utilisation de photographies infrarouge permet donc de bien mettre en évidence la végétation. Celle-ci est alors bien différenciable du cours d'eau notamment. Il est alors intéressant de l'utiliser dans le cadre de notre étude. Lors du stage, les photographies InfraRouges disponibles étaient des photographies aériennes à une précision de 0,30 mètres et procurées par le CRAIG. Celles-ci sont très intéressantes, car la végétation que nous souhaitons mettre en évidence est bien visible.

Visualisation de photographies aériennes dans les domaines du visible et de l'infrarouge sur une même zone :



Photographie aérienne Infrarouge sur une portion de l'Allier (au niveau de la ville de Pont-du-Château) dans le département du Puy-de-Dôme.

Photographie du CRAIG (Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique)



Photographie aérienne Infrarouge sur une portion de l'Allier (au niveau de la ville de Pont-du-Château) dans le département du Puy-de-Dôme.

Photographie de la BD Ortho de l'IGN (Institut Géographique National)

Des images satellites pourraient également être utilisées et demanderaient des traitements moins longs et les vues sur un grands territoire tel que l'Auvergne seraient plus homogènes, de plus les prises de vues seraient plus fréquentes, mais leur prix reste tout de même élevé actuellement. Les photographies du CRAIG sont alors suffisantes pour ce travail.

Résumé

Une diminution de la biodiversité est actuellement constatée, celle-ci est due à la détérioration et la fragmentation des milieux naturels du fait des activités humaines. La restauration et la mise en réseau de ces milieux sont alors nécessaires pour éviter la perte d'espèces sauvages. Pour cela des réseaux écologiques sont réfléchis dont la « trame verte et bleue » nationale française, mis en place à l'échelle régionale via le Schéma Régional de Cohérence Ecologique.

La végétation riveraine des cours d'eau, en interaction permanente avec ces derniers, constitue un espace riche en espèces sauvages. Mais celui-ci est également victime de détérioration et de fragmentation. Il est alors important d'essayer de réfléchir à leur intégration au sein de la trame verte et bleue. Lors de ce stage, le travail a consisté en l'élaboration d'une méthodologie de repérage et d'identification des zones de « ripisylves et cordons de végétation rivulaire » à l'échelle du territoire auvergnat.