



RAPPORT SCIENTIFIQUE

CONTINUITES ECOLOGIQUES ET POLITIQUES PUBLIQUES

PROGRAMME DIVA

Responsable : Françoise Burel
CAREN, IFR CNRS INRA Université de Rennes 1, Université de Rennes 2
Université de Caen
Campus de beaulieu, 35042 Rennes cedex
FRANCOISE.BUREL@UNIV-RENNES1.FR

INTRODUCTION

Le projet a eu pour objectif d'analyser le concept de corridor écologique à l'interface entre les connaissances scientifiques, les réglementations et la mise en place opérationnelle. Il a été initié avant le Grenelle de l'environnement et a pris en compte au cours de son déroulement la réflexion autour des trames vertes et bleues ainsi que leur mise en place.

La question principale dans la réflexion sur les corridors s'est orientée autour des questions d'échelle spatiale. Si des corridors sont mis en place au niveau local, comme des haies ou des bandes enherbées par exemple, au niveau régional les interventions restent très souvent limitées à l'établissement de plans. Un de nos objectifs a donc été d'étudier les corridors aux échelles régionales (région administrative et PNR) et locales (unité paysagère, élément paysager linéaire) pour analyser leur cohérence. Les corridors aux différentes échelles correspondent à des structures différentes et n'ont pas pour objectif principal de protéger les mêmes espèces. Au niveau régional il s'agit de continuités de structures paysagères similaires, au niveau local et paysage de continuités d'éléments linéaires (haies, bandes enherbées,...). L'identification des corridors a été réalisée grâce à de nouvelles méthodes de télédétection. La gestion des corridors dans l'espace rural a été analysée aux différentes échelles en relation avec les types d'agriculture. L'évaluation de la fonctionnalité des corridors s'est faite grâce à quelques modèles biologiques par la réponse des communautés et des populations. L'ensemble de ces travaux ainsi que l'expérience des partenaires associés au projet ont apporté des éléments pour identifier les atouts et les faiblesses du cadre réglementaire. Le projet a eu pour objectif d'avancer dans plusieurs domaines :

- mobiliser un ensemble de techniques en télédétection orientées objet pour définir des structures ou des objets du paysage de l'échelle locale à l'échelle régionale.
- proposer des concepts et des méthodes d'analyse de ces images et cartes pour repérer des continuités écologiques à toutes les échelles. On sait maintenant que, par exemple, à l'échelle locale une haie, quelque soient ses qualités, ne constitue un habitat et un corridor efficace que si l'usage des parcelles adjacentes n'est pas cause de perturbation physique ou chimique.
- tester les continuités à différentes échelles par des modèles biologiques appropriés comme par exemple à l'échelle régionale en utilisant l'abondance du chevreuil ou de l'écureuil, espèces inféodées aux milieux boisés, ou des communautés de plantes des prairies, et à l'échelle locale en analysant l'effet de la connectivité d'éléments du paysage comme les haies pour les petits mammifères ou les bandes enherbées en mettant plus particulièrement l'accent sur une espèce de lépidoptère, *Maniola jurtina*.
- mettre en relation la structure et la qualité des continuités biologiques avec les activités agricoles et les types d'exploitation ; par analyse fine des pratiques et du fonctionnement des exploitations aux échelles locales et en caractérisant l'agriculture par des données statistiques et des enquêtes sur les structures et les aspects politiques pertinents aux échelles régionales.
- Analyser les outils réglementaires quelque soit leur domaine, environnemental ou agricole permettant la mise en place des corridors

- Evaluer la pertinence du dispositif dans les collectivités territoriales : parcs naturels régionaux ou région.

Etat de l'art au démarrage du projet :

La reconnaissance au niveau international de la crise de la biodiversité et de la nécessité de la gérer, voire de l'enrayer, a mis en avant l'importance de la restauration, ou de la création de continuités écologiques. Des corridors écologiques ont été mis en place pour conserver des espèces menacées (Bennett, 1999), et des projets de réseaux écologiques¹, de trames vertes², émergent un peu partout sur la planète (Jongman, 1994; Dahlquist, Whelan *et al.*, 2007). Réseaux écologiques et trames vertes et bleues se définissent par un ensemble d'espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité et de corridors, couloirs ou «*relais*» discontinus, qui doivent faciliter la dispersion et la migration d'espèces entre les zones naturelles, ou noyaux du réseau. Cette fonction sera souvent compatible avec les activités économiques autorisées dans les zones concernées. Ainsi les réseaux écologiques ont eu un grand succès politique et sociétal depuis les années 1980 (Jongman, Kùlvik *et al.*, 2004) dans le but d'identifier puis de protéger les continuités écologiques au travers d'échelles internationale ou communautaire, de territoires nationaux, régionaux et jusqu'aux plus petites entités administratives.

Si pour certains ce succès est à rattacher au fait que la notion de corridor est familière et pédagogique (Harris et Gallagher, 1989), métaphorique et suffisamment vague et flexible (Van Der Windt et Swart, 2008), d'autres y voient une opportunité d'intervention politique ou encore un alibi pour aménager à tout va en dehors des zones de continuités (Boitani *et al.*, 2007).

On assiste à un écart entre le concept de corridor médiatisé, socialisé, et ses fondements scientifiques. On sort du cadre commun où la science produit des savoirs à destination d'experts, d'ingénieurs et de politiques qui les mobilisent au travers de stratégies de protection de la nature. C'est bien la demande politique (Van Der Windt et Swart, 2008) qui a engendré le développement du concept de réseau écologique alors qu'au sein de la communauté scientifique, c'est une notion qui fait encore largement débat. D'une part l'efficacité des corridors n'est pas toujours avérée, d'autre part certains auteurs dénoncent au travers de la mise en place des stratégies de réseaux écologiques une simplification de concepts écologiques complexes (Boitani *et al.*, 2007). En effet, l'identification de continuités

¹ Un réseau écologique se définit par (1) des zones noyaux; ce sont des zones d'intérêt écologique (zones protégées, zones naturelles, ...), (2) des corridors, couloirs ou «*relais*» discontinus, qui doivent améliorer l'intégrité et la cohérence des systèmes naturels, (3) des zones tampons; elles consolident le réseau et le protègent contre les influences extérieures préjudiciables.

² La trame verte du Grenelle de l'environnement se définit par :

- «1° Les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité, et notamment tout ou partie des espaces visés aux livres III et IV» du code de l'Environnement;
- «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 ci-dessus;
- «3° Les surfaces en [couvert environnemental permanent](#).

à une échelle territoriale ne peut traduire la complexité des interactions multi scalaires des systèmes écologiques.

Les corridors écologiques sont définis à de nombreuses échelles spatiales, de l'échelle locale (haie ou bande enherbée en bordure de parcelle agricole) à l'échelle continentale. Les aménageurs sont à la recherche d'outils et de méthodes pour définir concrètement l'emplacement, la forme, la nature et le cadre juridique de ces nouveaux objets, ces éléments étant dépendants de l'échelle considérée. Dans ce contexte de forte volonté politique d'intégration des corridors écologiques dans les aménagements, et en particulier dans la gestion des territoires agricoles, l'objectif de cet projet a été, par une approche pluridisciplinaire, d'analyser la richesse et les faiblesses de ce concept.

METHODES

Ce projet a abordé la question des continuités écologiques et des corridors d'un point de vue interdisciplinaire. Des géographes, des juristes, des agronomes, des écologues et des gestionnaires ont mis en commun leurs points de vue pour progresser vers la compréhension et la mise en place de ces éléments. Des séminaires réguliers ont permis de partager les avancées disciplinaires et de construire des objets communs et des réflexions communes.

La première rencontre a eu pour objectif de définir un objet commun et a abouti à la rédaction d'un article en révision pour la revue NSS. Cette réflexion a permis de mettre en lumière la tension entre un concept scientifiques encore mal maîtrisé et son appropriation rapide par les politiques publiques. Il en résulte un décalage entre les résultats scientifiques disponibles et les demandes des acteurs de l'aménagement, car la science ne peut pas fournir des résultats qui permettent d'agir et de prédire avec précision le devenir de la biodiversité en fonction de scénarios d'aménagement. En effet les scientifiques ne pourront jamais évaluer l'utilisation d'un corridor par toutes les espèces prises individuellement, même si l'on peut penser que des synthèses pourront être réalisées dans les années à venir donnant aux aménageurs des conseils pratiques sur les types d'espèces qui peuvent bénéficier des corridors.

Ensuite les réunions bisannuelles ont permis de partager les avancées de chacune des disciplines et d'identifier les approches pluridisciplinaires à mettre en œuvre. Un séminaire de deux jours en juillet 2010 a permis de réfléchir sur le lien entre notre projet et la mise en place de la trame verte et bleue du Grenelle de l'environnement et d'aboutir à des propositions de mise en place des schémas régionaux de cohérence écologique basés sur une double approche structurelle et fonctionnelle de la connectivité, et de nouveaux outils réglementaires.

1- DES METHODES POUR IDENTIFIER LES CONTINUITES ECOLOGIQUES PAR TELEDETECTION

De l'échelle de petites entités administratives à des échelles régionales ou internationales, la prise en compte des corridors passe avant tout par leur identification spatiale. D'emblée deux questions préalables à la cartographie des corridors sont posées : Qu'est-ce qu'un corridor ? Quels sont les outils et méthodes adaptés à leur identification, caractérisation et suivi ?

La cartographie des corridors écologiques a été abordée dans ce programme à partir d'une réflexion pluridisciplinaire sur la définition des corridors. Généralement, les experts et

ingénieurs s'accordent sur une définition commune des corridors qui sont considérés comme des éléments paysagers linéaires entre deux taches d'habitats, au sein d'un environnement contrasté, la matrice. Toutefois, en fonction des objectifs définis et échelles considérées, les corridors sont constitués d'éléments de nature et de tailles différents. Ainsi, ils peuvent prendre en compte exclusivement des espaces boisés ou à l'inverse inclure des espaces mixtes constitués de surfaces en eaux, de zones humides, de zones prairiales et de bois. Ils peuvent être réduits à une haie à une échelle très locale ou correspondre à des continuums larges de végétation « naturelle ». Ainsi, ayant constaté que les corridors sont variés et que beaucoup d'éléments du paysage peuvent participer à la définition du corridor, nous avons mis en évidence qu'il est nécessaire de prendre en compte l'hétérogénéité et le contexte paysager pour les identifier. Ceci est particulièrement vrai dans des régions comme la Bretagne où la fragmentation des espaces naturels terrestres est très élevée, et où on ne peut réduire les corridors à des liaisons continues d'espaces naturels entre deux réservoirs.

D'une façon générale, la cartographie des corridors est effectuée en utilisant des données multi-sources, mêlant télédétection, observations réalisées sur le terrain et bases de données cartographiques diverses. La télédétection constitue une source de données largement utilisée pour identifier et caractériser des réseaux écologiques, que ce soit de façon directe à travers le traitement et l'analyse de photographies aériennes et d'images de satellites ou de façon indirecte *via* l'exploitation de bases de données constituées à partir de données de télédétection, telles que Corine Land Cover. A une échelle régionale, ce sont généralement les continuums boisés qui sont mis en évidence, ce qui minimise l'emprise spatiale réelle des corridors. A des échelles locales ou micro-locales, Ces cartographies sont pour la plupart réalisées à partir de l'inventaire des zones ayant un statut de protection (RNN, APPB, ...) et/ou pour lesquelles des inventaires faunistiques et floristiques détaillés ont été réalisés (ZNIEFF, sites NATURA 2000, ...), de l'utilisation de photographies aériennes et de travaux de terrain complémentaires permettant de définir la qualité des éléments paysagers repérés précédemment. A cette échelle, l'utilisation d'images satellitales pour l'identification des corridors est encore marginale.

Nous avons donc entrepris de cartographier les corridors par télédétection à deux niveaux scalaires différents, à l'échelle régionale et à une échelle plus locale sur les sites du PNR du Parc du Morbihan et sur la zone atelier de Pleine-Fougères.

La majeure partie du travail a été effectuée à l'échelle régionale dans le cadre de ce programme. Nous avons réalisé la cartographie des éléments constitutifs des corridors à l'échelle régionale à partir d'images de télédétection à moyenne et haute résolution, en partant de l'hypothèse que les corridors ne sont pas constitués exclusivement d'éléments boisés, mais d'éléments de paysages plus variés constituant localement des micro-mosaïques paysagères. Ainsi, la première étape a consisté à identifier huit classes d'occupation du sol à une échelle quasi-parcellaire à partir de cinq images de satellites de 2005 (quatre images Landsat Thematic Mapper et une image IRS-LISS) et des orthophotoplans de l'IGN (**Figure 1**). Les images ont été classées automatiquement avec une approche orientée objet, tandis que les orthophotoplans ont servi à compléter et corriger les classifications par photo-interprétation assistée par ordinateur (Stages de Pauline Dusseux, Thèse de Clémence Vannier). La deuxième étape, très longue à mettre en œuvre, correspond à la phase de validation et d'homogénéisation de ces couches d'information à l'échelle régionale. Elle a été réalisée avec

la collaboration de l'association « Bretagne Environnement » et du Conservatoire du Littoral. La troisième étape a consisté à compléter cette cartographie en identifiant d'une part les îlots de prairies permanentes jouxtant les éléments de paysage identifiés au cours de l'étape précédente à partir d'une série temporelle d'images de télédétection à moyenne résolution (393 images MODIS de 2000 à 2008 traitées par Rémi Lecerf), et d'autre part la totalité du réseau linéaire boisé –les haies bocagères- à partir de la couche Végétation de la BD TOPO de l'IGN. Cette étape a nécessité une réflexion d'ordre méthodologique sur la fusion d'informations acquises à deux échelles différentes par des capteurs ayant des résolutions spatiales contrastées (250 m² pour MODIS contre une trentaine de m² pour Landsat et IRS-LISS).

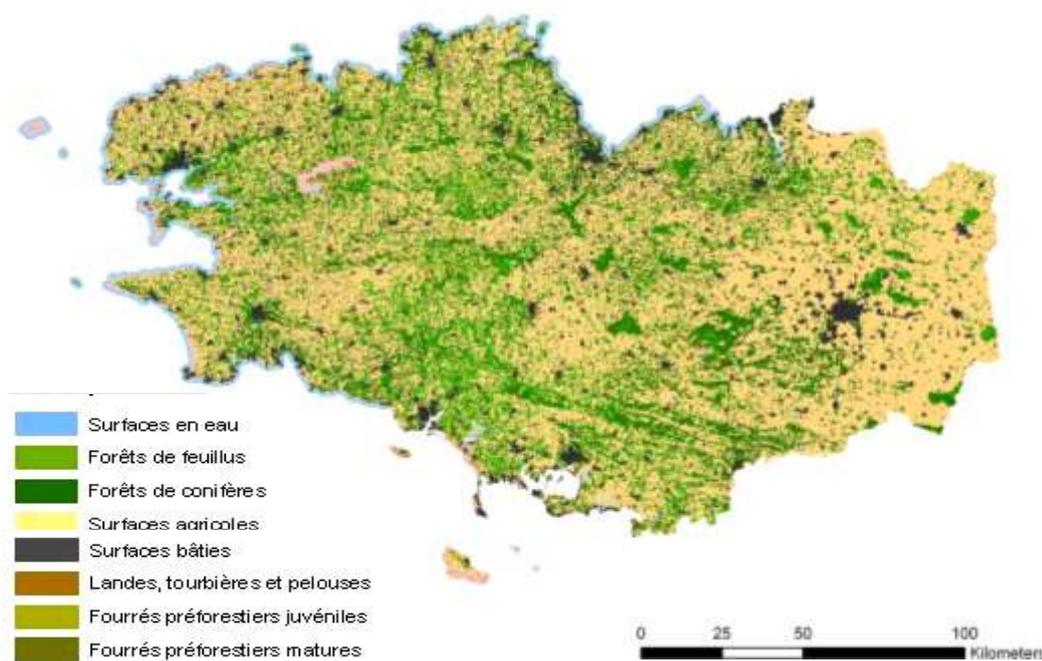


Figure 1- Occupation du sol en 2005 en Bretagne dérivée des images satellitaires de type Landsat

La base de données constituée de ces couches d'information a ensuite été complétée par les couches d'information comprenant les éléments considérés comme des ruptures de corridors (réseau routier et surfaces artificialisées) avant de procéder à l'analyse des continuités écologiques définies par les éléments constitutifs des corridors à travers une série d'indicateurs. L'analyse de ces indicateurs à l'échelle régionale permet de dégager des continuités structurelles majeures et *a contrario* d'identifier les secteurs dans lesquels la

fragmentation des éléments constitutifs des corridors est très forte (**Figure 2**).

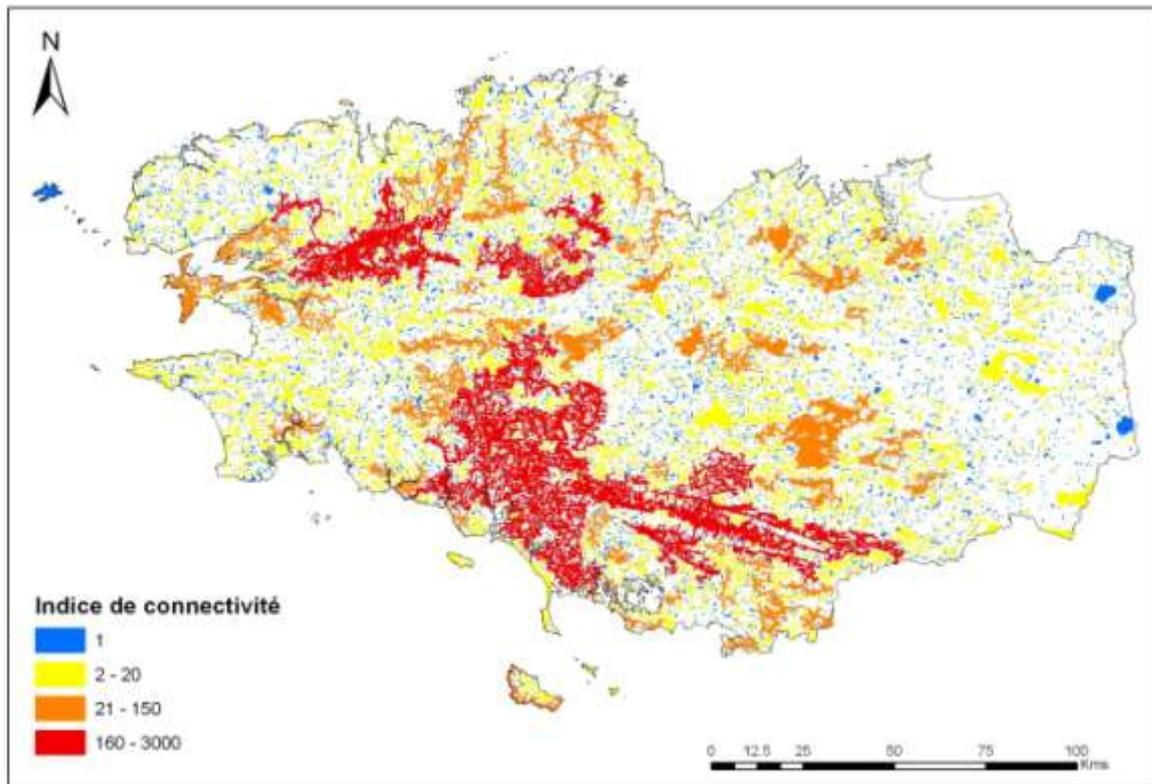
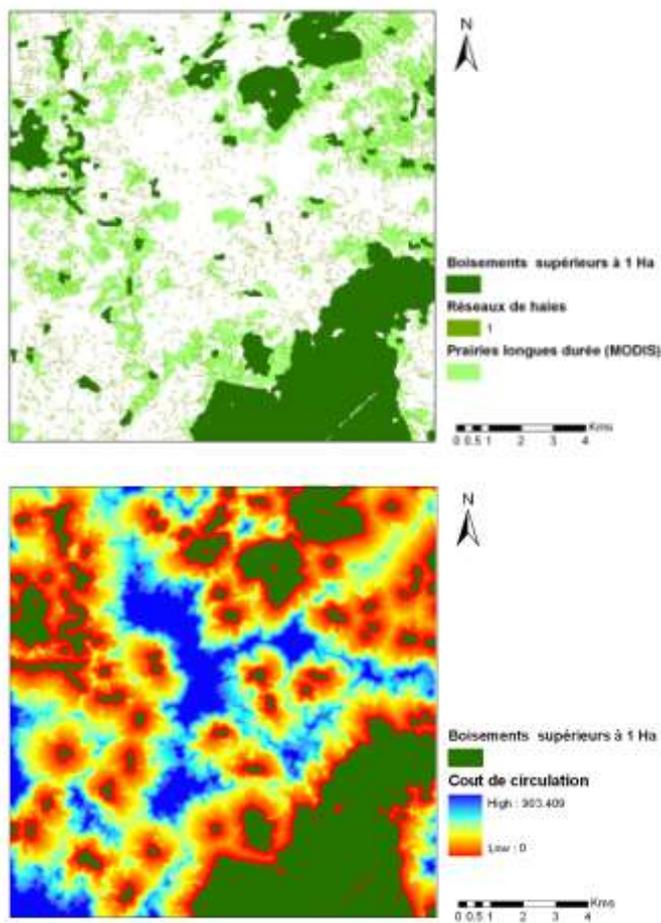


Figure 2- Cartographie des continuités structurelles d'éléments constitutifs des corridors écologiques (bois, landes, prairies permanentes)

Nous avons montré que ces indicateurs sont exploitables à l'échelle paysagère : Une première utilisation de cette base a consisté à extraire les éléments boisés sur les sites du PNR du Golfe du Morbihan et de Pleine fougères pour tester l'influence de la connectivité de l'habitat boisé sur la présence et l'abondance de l'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*) afin de valider le fonctionnement biologique des corridors à une échelle régionale. Une première analyse de cette base sur le site de Pleine-Fougères met en évidence qu'elle peut servir de support à des modèles de circulation des espèces (**Figure 3**). Les informations dérivées de ces cartographies peuvent servir à tester l'efficacité fonctionnelle des corridors structurels et sont exploitables à l'échelles de documents de planification tels que le SCOT.



2-

Figure 3- Cartographie d'éléments constitutifs des corridors structurels (a) avec application d'un modèle de coût de circulation d'espèces

Aux échelles locales et micro-locales, nos travaux sont moins avancés au niveau de l'étude des corridors structurels dans leur globalité. Toutefois, des images de télédétection à très haute résolution spatiale (Image Kompsat, images ULM) ont été évaluées pour identifier et caractériser des petits éléments constitutifs des corridors écologiques et détectables à une échelle fine avec des capteurs à haute résolution spatiale (haies, bandes enherbées). En particulier, nous avons cherché à identifier les espèces végétales qui constituent les haies et à caractériser les pratiques agricoles qui modifient la physionomie des haies et leur fonctionnement (Thèse de Clémence Vannier, article en préparation).

Par ailleurs, à une échelle micro-locale, nous avons entrepris d'évaluer des données acquises par un laser aéroportées (LIDAR), afin de caractériser le réseau de haies en 3D à l'échelle de la haie (présence-absence de talus, configuration de la haie en terme de continuité) et à l'échelle de l'arbre (détermination des silhouettes des arbres afin d'identifier les espèces et pratiques d'émondage). La méthodologie développée montre des premiers résultats encourageants (**Figure 4**) qui seront développés plus extensivement.

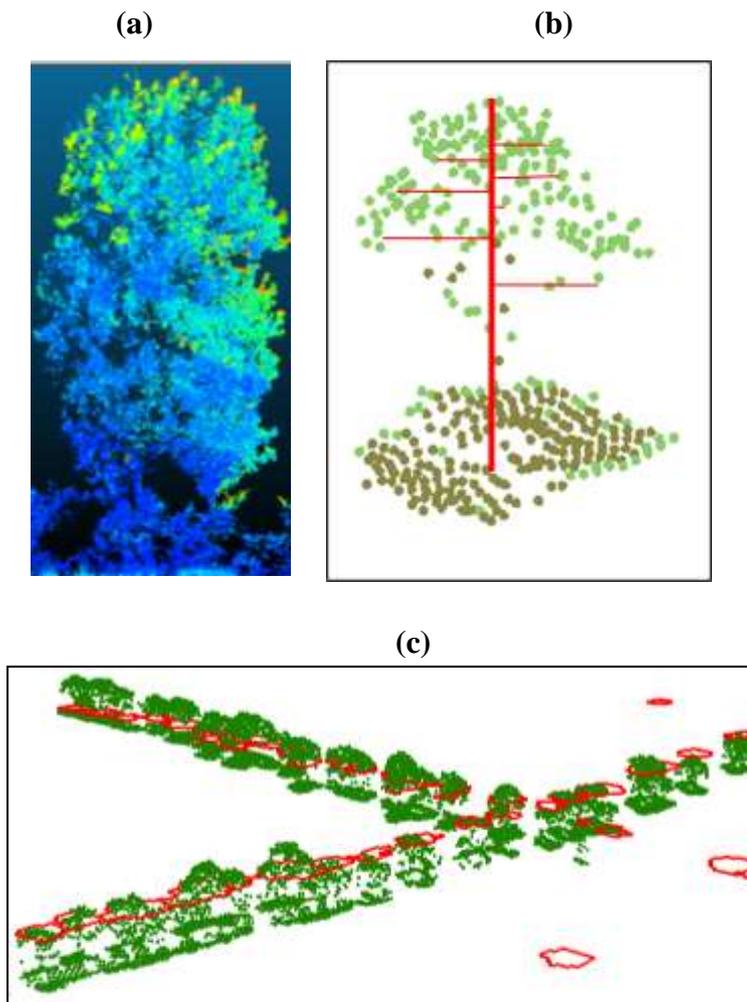


Figure 4- Cartographie fine d'éléments constitutifs des corridors structurels à partir de données LIDAR (a) - Exemple des haies boisées analysées à l'échelle de l'arbre (b) et de la haie (c)

Enfin, le travail effectué sur les corridors écologiques à ces différentes échelles nous a conduits à nous interroger sur la signification des cartographies des continuités structurelles, en l'occurrence des haies, dérivées de données de télédétection diverses (Vannier et al, soumis). Nous avons ainsi montré que des images a priori non adaptées à l'étude du réseau bocager comme des images IRS-LISS à moyenne-haute résolution spatiale permettent de fournir des informations sur ce réseau complémentaires aux informations dérivées d'images à très haute résolution spatiale.

En résumé, les travaux réalisés dans le cadre de ce programme nous ont permis, à partir de données diverses de télédétection, de définir, d'identifier et de caractériser des connectivités structurelles à l'échelle régionale. Ces travaux servent de support à la définition de la connectivité biologique, tant à une échelle régionale qu'à l'échelle du paysage. Nous envisageons à présent d'évaluer de façon plus approfondie l'apport des données à très haute résolution spatiale pour étudier les corridors structurels à l'échelle locale, en articulant

correctement les informations aux deux échelles. Ces informations aux deux niveaux scalaires permettront de tester la fonctionnalité des corridors en collaboration avec les écologues. Elles serviront aussi de support à la cartographies des trames vertes et bleues dans le cadre du Grenelle de l'Environnement.

2- L'EVALUATION ECOLOGIQUE DES CONTINUITES ECOLOGIQUES

Notre objectif dans cette partie a été d'évaluer l'effet des continuités écologiques à différentes échelles sur la biodiversité. La plupart des travaux ayant trait aux corridors écologiques se sont appuyés sur des modèles animaux, en fonction de leur capacité de dispersion et de leurs modalités de mouvement. Dans ce projet nous nous sommes attachés à évaluer l'effet de connectivités existantes sur des organismes végétaux et animaux. A une échelle micro-régionale, correspondant aux territoires de Parcs Naturels Régionaux nous avons testé l'effet des continuités écologiques sur l'écureuil roux, dans le cadre du projet de PNR du Golfe du Morbihan et sur la flore pour le PNR des Marais du Cotentin et du Bessin. A une échelle paysagère nous avons évalué le rôle du réseau de haies et des bandes enherbées sur les petits mammifères et une espèce de papillons le myrtil (*Maniola jurtina*)

2.1 Effet des continuités écologiques sur l'écureuil roux à l'échelle du projet de PNR du Golfe du Morbihan

Cette étude s'est intéressée à évaluer l'influence de la nature des boisements et de leur environnement sur les populations d'écureuils roux (*Sciurus vulgaris*) à une échelle micro-régionale (PNR du golfe du Morbihan). La présence et l'abondance de l'espèce a été évaluée dans 29 boisements de 2 à 35 ha. Neuf descripteurs environnementaux (tableau 1) ont été évalués dans des buffers de 1 à 5 km centrés sur ces boisements : Densité de boisements - Densité de feuillus - Densité de conifères - Densité du réseau de haies - Compacité conifères (a/p^2 , PARA de fragstats, moyenne par buffer du périmètre de chaque boisement divisé par son aire) - Hétérogénéité (somme $[P_{ij} * \ln(1/P_{ij})]$, P_{ij} = proportion de linéaire de contact entre la classe i et la classe j dans l'étendue considérée, mesure 1 : globale, mesure 2 : pour la classe conifères) - Connectivité (ENN et à l'AWN de fragstats, mesure 1 = moyenne pour chaque buffer de la distance moyenne du bois le plus proche pour chaque boisement, mesure 2 = moyenne pour chaque buffer de la distance moyenne entre chaque bois pondéré par la superficie des bois)

Nous avons observé un effet positif mais non significatif de la taille et du taux d'enrésinement des boisements sur la taille des populations d'écureuils. La relation avec les descripteurs environnementaux (tableau 1) montre qu'il n'y a pas d'effet significatif de la densité totale des bois ou de la densité bocagère dans l'environnement sur la taille des populations des boisements étudiés. En revanche, la connectivité de l'habitat boisé en général et la couverture en conifères dans l'environnement favorise la présence de l'espèce alors qu'on n'observe pas de relation avec les feuillus pris séparément. Nous avons enfin observé un effet positif significatif de l'hétérogénéité paysagère autour des boisements.

Tableau 1 : relations entre la taille des populations d'écureuils de 29 boisements et leurs descripteurs environnementaux évalués à différentes échelles spatiales.

	Densité bois	Densité feuillus	Densité conifères	Densité haies	Compacité Conifères a/p ²	Hétérogénéité (Shannon)	Hétérogénéité conifères	Connectivité 1	Connectivité 2
1km	NS	NS	Positif p<0,05	NS	NS	Positif NS	NS	Négatif p<0,05	Négatif NS
2km	NS	NS	NS	NS	NS	Positif NS	NS	Négatif p<0,05	Négatif p<0,05
3km	NS	NS	Positif NS	NS	Positif NS	Positif NS	NS	Négatif p<0,05	Négatif p<0,05
4 km	NS	NS	Positif NS	NS	NS	Positif p<0,05	NS	Négatif p<0,05	Négatif p<0,05
5 km	Positif NS	NS	Positif p<0,05	NS	Négatif NS	Positif p<0,05	NS	Négatif p<0,05	Négatif p<0,05

↓ Effet positif de la couverture en conifères	↓ Effet positif de l'hétérogénéité environnementale	↓ Effet négatif de l'isolement spatial des boisements = Effet positif de la connectivité
---	---	--

Les boisements de conifères constituent l'habitat de prédilection de cette espèce mais les boisements mixtes peuvent accueillir des populations. Pour la conservation de cette espèce à l'échelle régionale, il semble important de maintenir une mosaïque de boisements mixtes d'une taille minimale de 5 à 10 ha et de limiter l'isolement spatial de ces boisements en favorisant une trame boisée de préférence mixte et une matrice agricole hétérogène.

2.2- effet des continuités écologiques sur la flore des Marais du Cotentin et du Bessin

Le PNR des marais du Cotentin et du Bessin est centré sur un vaste complexe de 30 000 ha de zones humides, principalement gérées en prairie, occupant le fond de larges vallées (la Douve, la Taute, la Vire, l'Aure, l'Ay et la Sinope) débouchant sur la baie des Veys, avec laquelle elles communiquent grâce à des portes à flot. La création du Pnr en 1991 a permis la préservation de ces corridors de prairies hygrophiles à tourbeuses. Par contre, en périphérie du parc, des prairies de même nature sont désormais isolées au sein d'une matrice paysagère autre sous l'impulsion de deux dynamiques antagonistes d'utilisation des terres : déprise agricole et dynamique naturelle vers des fourrés préforestiers hygrophiles ou intensification et dynamique vers des prairies mésophiles, voire des cultures après drainage. L'objectif de cette étude est de définir si la flore de ces prairies hygrophiles isolées est différente de celles encore connectées les unes aux autres, autrement dit de définir si la rupture des contiguités spatiales est source à court ou moyen terme d'un changement de la composition floristique. Si la réponse de différents groupes animaux (insectes, micromammifères, oiseaux) à la connectivité des paysages est bien documentée, le rôle des corridors biologiques sur la circulation des espèces végétales et la diversité des écosystèmes herbacés terrestres est à ce jour méconnu. C'est pourtant l'un des enjeux de la définition des trames vertes et bleues. En analysant le poids de la connectivité *versus* isolement des prairies sur leur composition floristique puis en

comparant ce poids à celui de leur mode de gestion, cette étude apporte des pistes de réflexion.

Les prairies hygrophiles, soumises à un pâturage bovin, de deux secteurs périphériques du Pnr des marais du Cotentin et du Bessin, respectivement Nord Cotentin et Bessin Ouest, ont été considérées comme modèle. L'échantillonnage a été réalisé en croisant la carte des zones humides de Basse-Normandie (DREAL Basse-Normandie) et celle des surfaces en prairies obtenues par photo-interprétation de la zone d'étude. Une pré-étude de terrain a permis de la sélection définitive des prairies en écartant les prairies pâturées par des équins ou ovins, les parcelles récemment abandonnées, les parcelles surpâturées (notamment zones de stabulation) ou drainées. Au total, 70 parcelles ont été retenues pour l'étude, pour la moitié situées au sein de corridors prairiaux, pour l'autre moitié isolées. Chaque parcelle a fait l'objet d'un relevé phytosociologique complet au sein de chaque communauté végétale la composant (relevés sigmatistes) ; son implantation dans le paysage a été parallèlement décrite : degré d'isolement (parcelle en corridor, parcelle en îlot isolé, isolement < 500 m, isolement > 500 m), proximité de cours d'eau (cours d'eau au sein de la parcelle, en limite de parcelle, absence de cours d'eau). Dans une deuxième phase, leurs exploitants ont été soumis à un questionnaire agronomique permettant de préciser les pratiques de fertilisation azotée et phospho-potassique, le calendrier pâturage (et celui de fauche dans le cas de gestion par fauche puis pâturage des regains), le chargement, la gestion de l'herbe (sursemis ?, traitements phytosanitaires, ...), la gestion des niveaux d'eau, la distance au siège d'exploitation. Les données sont confrontées par deux Analyses Canoniques des Correspondances, la première permettant d'apprécier le pourcentage d'inertie du tableau des relevés floristique expliqué par les données paysagères, la deuxième celui expliqué par les données de gestion.

La gestion agronomique des parcelles est relativement proche dans les deux secteurs d'étude, bien que dans le Bessin Ouest, les parcelles sont significativement plus nombreuses à recevoir un engrais azoté (inférieur à 60 unités), à être fauchées avant pâturage et sont généralement pâturées avec un chargement supérieur. Il n'y a pas de différences significatives de gestion (fertilisation moyenne, chargement moyen, durée de pâturage, ...) entre parcelles isolées et parcelles en corridor. Les prairies échantillonnées se caractérisent par une mosaïque diversifiée de communautés végétales, rattachées à 11 associations ou groupements distincts (cf. annexe). 139 espèces ont été recensées³. En cela, ces prairies répondent aux objectifs de qualité et diversité des paysages donnés à la trame. Les paramètres de paysage et de flore n'expliquent respectivement que 4 et 12,7% de la variabilité de la flore. Certaines espèces, comme *Dactylorhiza praetermissa*, *Equisetum telmateia* et *Festuca pratensis* sont néanmoins

³ groupements végétaux indentifiés

- *Heracleo sphondylii-Brometum mollis* De Foucault 1989

- *Lolio perennis-Cynosuretum cristati Lolietosum uliginosi* Tx. 1937

- *Junco acutiflori-Cynosuretum cristati* Sz 1957 avec 3 variantes dont celle à *Festuca pratensis*

- *Senecio aquaticae-Oenanthetum mediae* occidentale Bournerias et al. 1978 *juncetosum acutiflori* De Foucault 1984

- *Oenanthe fistulosae-Agrostietum caninae* De Foucault 1984

- Groupement à *Ranunculus repens* De Foucault 1984.

- *Eleocharo palustris-Oenanthetum fistulosae Juncetosum acutiflori* De Foucault 1984

- *Junco acutiflori-Filipenduletum ulmariae typicum* De Foucault 1980

très sensibles à l'intensité de la gestion, une augmentation de celle-ci défavorisant les premières et favorisant la dernière. L' *Heracleo sphondylii-Brometum mollis* De Foucault 1989 est inféodé aux parcelles les plus fertilisées, le *Junco acutiflori-Filipenduletum ulmariae* De Foucault 1980 ne se rencontre que dans les systèmes les plus extensifs, tandis que le *Junco acutiflori-Cynosuretum cristati* Sz 1957 (variante à *Festuca pratensis*) correspond exclusivement à des pâturage long et à des chargements importants.

La faible contribution des pratiques de gestion au déterminisme de la flore s'explique essentiellement par le faible gradient d'intensification des prairies hygrophiles du Pnr et de ces confins, secteur de développement des premières MAE herbagères (article 19) il y a plus de 20 ans. Les facteurs prépondérants de discrimination de la flore et des groupements végétaux demeurent la nature du substrat et l'intensité de la contrainte d'hydromorphie. Différentes hypothèses peuvent être émises pour expliquer le faible effet de la connectivité sur la flore. Les faibles proportions d'espèces zoochores ou hydrochores diminuent les disséminations "orientées" entre prairies hygrophiles. D'autre part, dans un secteur de marais principalement voués au pâturage et à la production herbagère, une parcelle de prairie hygrophile est rarement isolée de plus de 500 m de sa voisine la plus proche, ce qui ne permet sans doute pas de créer un véritable enclavement. Toutes les prairies hygrophiles échantillonnées pourraient constituer des isolats ou des îlots de plusieurs parcelles constituant les unités d'une vaste trame en pas japonais parfaitement fonctionnelle.

2.3- rôle du réseau de haies sur l'abondance et la stabilité des populations de petits mammifères

Cette étude a porté sur l'influence de la connectivité des réseaux de haies sur les populations de deux espèces de petits rongeurs : le Campagnol roussâtre (*Myodes glareolus*) et le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*). Il s'agissait d'évaluer l'abondance et la stabilité des populations de ces deux espèces dans des réseaux de haies de deux paysages contrastés et de mettre en relation ces variations d'abondance et de stabilité avec diverses mesures de connectivité des haies échantillonnées.

Les données ont été collectées au sein de la Zone Atelier de Pleine Fougères. 35 haies ont été échantillonnées : 16 dans un réseau de haies plus ou moins dense d'une zone bocagère et 19 dans un secteur d'agriculture intensive où le réseau de haies est très fragmenté. Deux mesures de « **connectivité paysagère** » ont été réalisées pour les haies échantillonnées dans les deux secteurs d'étude au sein de buffers de taille croissante (200, 500 et 800 mètres) centrés sur les haies étudiées. La première mesure considère le linéaire totale de haies entièrement contenues dans les différents buffers (mesures H2, H5, H8) ; la seconde prend en compte le linéaire de haies totalement et partiellement contenues dans ces mêmes buffers (mesures HT2, HT5, HT8). Trois mesures de « **connectivité locale** » ont été réalisées en zone bocagère : Mesure M1 = linéaire de haies directement connectées à la haie échantillonnée ; Mesure M2 = linéaire de haies continues directement connectées à la haie échantillonnée ; Mesure M3 = linéaire de haies directement connectées ou à moins de 10 mètres de la haie échantillonnée.

Tableau 2 : Corrélations entre l'abondance et la stabilité des populations de deux espèces de petits rongeurs et diverses mesures de connectivité du réseau de haies dans deux paysages contrastés.

	Connectivité	Myodes glareolus			Apodemus sylvaticus			
		Abondance		CV (Stabilité)	Abondance		CV (Stabilité)	
Bocage	M1	NS		NS	0.02653	**	0.03667	**
	M2	NS		NS	0.00905	***	0.04917	**
	M3	NS		NS	0.06384	NS	0.00595	***
	H2	NS		NS	NS		NS	
	HT2	NS		NS	NS		NS	
	H5	NS		NS	NS		NS	
	HT5	NS		NS	NS		NS	
	H8	NS		NS	NS		NS	
	HT8	NS		NS	NS		NS	
Polders	H2	0.04816	**	0.0377	**	NS		NS
	HT2	0.04055	**	0.02843	**	NS		NS
	H5	0.00554	***	0.021	**	NS		NS
	HT5	0.00908	***	0.02286	**	NS		NS
	H8	0.00678	***	0.00348	***	NS		NS
	HT8	0.01952	**	0.00024	***	NS		NS

Les résultats (tableau 2) montrent que la connectivité des réseaux de haies peut influencer la taille et la stabilité des populations de ces deux espèces de rongeurs. Les effets de la fragmentation n'agissent cependant pas aux mêmes échelles en fonction des capacités de dispersion et du degré d'inféodation aux haies de ces deux espèces.

Le Campagnol roussâtre (*Myodes glareolus*) montre une réponse négative (déclin d'abondance et plus grande instabilité temporelle) au fort isolement spatial des haies au sein du paysage d'agriculture intensive (polders). Pour cette espèce, au petit domaine vital et dont l'essentiel du cycle de vie se fait au sein du réseau de haies, la taille locale des patches d'habitat a peu d'effet alors que la distance entre ces patches s'avère néfaste pour la stabilité et la taille des populations.

Inversement pour le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), présentant un plus grand domaine vital et capable de se disperser au sein de la matrice agricole, la taille des patches d'habitat (connectivité locale) agit directement sur la taille et la stabilité des populations alors que l'isolement spatial des haies par la distance joue un rôle négligeable sur les populations.

Ces résultats montrent que la gestion de la connectivité aux différentes échelles s'avère importante pour le maintien de ces deux espèces de petits mammifères.

2.4- rôle des bandes enherbées dans la dispersion du myrtil (*Maniola jurtina*)

Cette étude porte sur l'impact potentiel des bandes enherbées sur la connectivité fonctionnelle des habitats prairiaux dans les paysages agricoles. Nous avons testé cette hypothèse en observant l'effet des bandes enherbées sur les mouvements individuels du Myrtil (*Maniola jurtina*), un papillon emblématique des habitats prairiaux Européens. Trois approches ont été successivement utilisées :

- Modélisation individu-centrée : outil d'aide à la décision permettant de prédire l'efficacité de différents scénarios de paysage pour favoriser la connectivité fonctionnelle.
- Suivi direct des individus se déplaçant dans les bandes enherbées et analyse de leurs

trajectoires et comportements.

- Analyse des données cartographiques des bandes enherbées recensées sur une zone bocagère de 13000Ha.

Résultats :

- *Modélisation individu-centrée :*

Les bandes enherbées favorisent les flux d'individus entre taches d'habitat prairial. Le modèle prédit que le nombre de bandes enherbées ajoutées dans le paysage ainsi que leur largeur ont un fort impact positif sur les flux d'individus. Cet effet de la largeur est particulièrement sensible entre 5m et 10m, il serait donc indiqué d'élever le seuil minimal de largeur des bandes à 10m.

- *Suivis individuels directs :*

- les mouvements des individus se déplaçant dans les bandes sont conduits et dirigés par la forme des bandes : ils sont donc bien orientés vers les taches d'habitat

- ces mouvements sont du même type que ceux observés dans les taches d'habitat (i.e. mouvements très sinueux adaptés à la recherche de ressources). Les individus se déplaçant dans les bandes les perçoivent donc comme un habitat favorable et dispersent "sans s'en rendre compte". La qualité des corridors (en moyenne inférieure à celle des prairies) n'est donc pas un frein à la fonction de corridor.

- L'hypothèse alternative, c'est à dire la dispersion via la matrice agricole environnante au moyen de stratégies de mouvements adaptés à la dispersion est moins favorable : bien que plus "efficaces" en termes de déplacement, ces mouvements sont aussi beaucoup plus rares que les mouvements observés au sein des bandes enherbées.

- *Cartographie des bandes enherbées :*

Le fonctionnement du mécanisme interne d'un corridor potentiel ne suffit pas : il faut également que sa configuration spatiale soit adéquate. Nous avons vérifié ce fait en analysant les données cartographiques disponibles sur la Zone Atelier de Pleine-Fougères (soit une zone agricole de 13000Ha environ) où environ 74 bandes sont localisées. Parmi elles, environ 22% étaient effectivement connectées à deux prairies à chacune de leurs extrémités (permettant donc l'effet corridor au sens strict). Environ 25% étaient connectées à une prairie à l'une de leurs extrémités (permettant l'effet corridor au sens de la "drift fence hypothesis", qui prédit que les corridors peuvent "capturer" les individus dérivant dans la matrice pour les rediriger vers l'habitat connecté). Enfin, le reste des bandes inventoriées n'apportaient aucun bénéfice en termes de connectivité, étant soit isolées au sein de la matrice, soit accolées à des prairies existantes.

2.5- discussion

Ces travaux à l'échelle du paysage et à une échelle micro-régionale montrent que des indicateurs de connectivité écologiques peuvent être élaborés à diverses échelles spatiales et montrer des relations significatives ou non avec la taille et/ou la stabilité des populations animales et végétales. La disjonction entre connectivité structurelle et connectivité écologique est mise en évidence dans le cas des prairies permanentes, où la connectivité entre taches de prairies n'influe pas sur la composition des communautés. On constate aussi que le choix de ces indicateurs et les échelles auxquelles ils sont mesurés sont très importants

pour observer un effet significatif. En effet, la connectivité écologique pour une espèce donnée est totalement dépendante de sa liaison aux habitats (spécialiste vs généraliste) et de ses capacités de dispersion (taille des domaines vitaux par ex.). On peut, à l'issue de ces travaux, faire des recommandations sur ce qui, à l'échelle d'un bocage ou d'une trame boisée microrégionale, peut favoriser telle ou telle espèce de petits mammifères. Mais favoriser l'enrésinement d'un territoire à des fins de conservation de l'écureuil roux n'est pas forcément bénéfique à la biodiversité en général.

3- LE ROLE DE L'ACTIVITE AGRICOLE DANS LA GESTION ET LA QUALITE DES CORRIDORS ECOLOGIQUES

Les objectifs étaient de produire des méthodes d'analyse et des connaissances sur les interactions entre agriculture et corridors de deux points de vue : i) la contribution des activités agricoles à la trame verte, et ii) la place de la trame verte vis-à-vis des activités agricoles. Un enjeu particulier était d'aborder les changements d'échelles de l'exploitation agricole, au paysage, puis à la région administrative, et de rendre compte des spécificités des patrons observés à chaque échelle ; pour cela trois études ont été menées en Bretagne, à chaque échelle. L'objectif a porté sur la conception d'indicateurs de la qualité écologique des corridors en lien avec les caractéristiques des systèmes agricoles. La finalité de ces travaux est d'identifier des leviers d'action ou au contraire points de blocage au regard d'une durabilité agro-écologique des corridors.

3.1- Etude aux échelles de l'exploitation agricole et de son interface au paysage

Nous avons étudié : i) la gestion des différents éléments qui pourraient être des composantes de corridors, et ii) la production de « micro-mosaïques » en exploitation agricole, pouvant contribuer à des connectivités biologiques potentielles. Huit exploitations agricoles ont été étudiées (ZA de Pleine-Fougères et PNR en projet Golfe du Morbihan). Elles sont de systèmes de production et fourrager proches (élevage laitier dominant, sur une base maïs ensilage/prairies). Elles diffèrent en terme de structure de leurs parcellaires, et de paysages et territoires environnant (très rural et de gradient bocager dans le premier cas ; sur un gradient rural-périurbain dans le second cas). Les éléments étudiés, pouvant contribuer à des corridors, ont été les prairies, les bois, et les bordures de champ et les bandes enherbées. L'analyse des logiques de gestion montrent :

- 1) un rôle important des prairies (30 à 75% des SAU), généralement semées, et des bois peu exploités résultant plutôt de processus d'abandon de parcelles ;
- 2) une diversité de pratiques de gestion des prairies (durée de mise en place, intensité / intrants, coupes et pâture), et de gestion des bordures de champ (types, *e.g.*, débroussaillage, élagage ; temps de travail annuel, outils/équipements) ; les bois font l'objet de peu de gestion ; les bandes enherbées sont gérées selon cahiers des charges.
- 3) une configuration des modes d'utilisation des terres diversement favorable à la mise en connexion d'éléments de corridors dans les exploitations. Une analyse des parcelles pouvant contribuer à des corridors pour *Maniola jurtina* (prairies partiellement, ou non entourées de haies) a été réalisée : nous avons calculé un indice qui prend en compte les surfaces et proximités des parcelles favorables dans chaque exploitation agricole. On retrouve logiquement les deux exploitations les

plus herbagères (75% de la SAU en herbe) en position favorable au regard de cet indice. En revanche, les 5 exploitations présentant entre 40 et 50% d'herbe sont en position diversement favorable, en fonction de la part d'herbe dans la SAU, mais également (éventuellement de façon antagoniste) de la configuration des parcelles, qui, elle-même joue sur les choix d'allocation des modes d'utilisation des terres. Etude aux échelles locales du paysage et de sa composition en types d'exploitations.

Une autre analyse a porté sur les corridors à *Abax parallepipedus*, un carabique forestier utilisant les haies à condition que celles-ci soient dans un contexte de prairies de longue durée. Un modèle statistique, construit à partir des observations faites sur la zone atelier, a permis de faire trois catégories de haies : favorables, peu favorables et défavorables. Nous avons utilisé le registre parcellaire Graphique (RPG, issu des déclarations PAC des agriculteurs) pour construire une typologie de l'ensemble des exploitations agricoles de la zone, basée sur leur superficie et leur assolement. La cartographie de cette typologie a permis de construire son intersection avec les différents types de haies. Il n'existe aucune relation significative. De façon cohérente avec ce qui a été vu avec *Maniola* en partant des exploitations, nous observons que les ensembles de haies qui font corridor peuvent se trouver dans des exploitations adjacentes de type différent et qu'à l'intérieur d'un même type, on retrouve toutes les catégories de haies. Ces haies favorables sont associées aux prairies permanentes des zones de bas-fond dont nous avons montré que la présence est indépendante du type de système de production⁴.

3.2- Etude aux échelles régionales de l'occupation du sol agricole des communes⁵

Nous avons utilisé l'assolement communal (part de différentes cultures et prairies) pour décrire la diversité agricole de la Région Bretagne. L'hypothèse est qu'un tel descripteur peut à la fois donner un reflet de l'organisation des systèmes de production sous-jacents aux échelles de la Région, et un reflet de la contribution de ces systèmes à des corridors inter-communaux de cultures ou prairies. Seule la qualité de représentation agricole a été testée : nous avons montré que les assolements communaux i) reflètent les types d'exploitations agricoles en termes d'orientation des productions et ii) sont corrélés à des facteurs que l'on sait structurant de l'agriculture (Petites Régions Agricoles, bassins agro-alimentaires, bassins de vie, populations communales). Nous avons examiné un deuxième type de descripteur : la configuration de mosaïques agricoles de l'occupation du sol, déterminés au niveau communal, sur l'étendue de la Bretagne. L'étude repose sur des données de télédétection MODIS de l'occupation agricole du sol sur la Bretagne (laboratoire Costel). Deux descripteurs des mosaïques de chaque type d'occupation du sol au niveau communal ont été construits à partir de métriques fournies par le logiciel Fragstat, l'un décrivant la compacité de l'ensemble des taches, l'autre la fragmentation des taches de mêmes occupation du sol. Nous avons considéré que la fragmentation des prairies décroît la qualité écologique, tandis que la fragmentation des cultures annuelles l'accroît. Pour un même assolement communal, il existe une diversité de configurations des mosaïques plus ou moins favorables d'un point de vue écologique, ce qui

⁴ Baudry & Thenail, 2004

⁵ Cette étude a été menée conjointement dans le cadre du projet ANR SPADD « Système d'élevage et Développement Durable »

suggère des marges de manœuvre pour « améliorer les mosaïques agricoles » à ces échelles à partir d'un même assolement, à conditions de prendre en compte également les effets liés aux occupations du sol non agricoles. Ces travaux montrent l'intérêt de développer des gammes de descripteurs complémentaires pour indiquer la contribution de l'agriculture aux trames vertes à ces échelles.

3.3- Discussion, conclusion

Lorsque l'on passe des échelles de la région aux échelles de l'exploitation agricole, les facteurs agricoles de contribution à la trame verte changent dans leur priorité : les systèmes de production et les assolements des exploitations agricoles marquent le paysage aux échelles de la région, tandis que la diversité des systèmes fourragers et les pratiques de gestion territoriale des exploitations sont importantes aux échelles plus fines.

4- LES OUTILS JURIDIQUES POUR LA MISE EN PLACE DES CORRIDORS ECOLOGIQUES (ET DE LA TRAME VERTE ET BLEUE).

Un des objectifs du programme DIVA Corridors visait à analyser le cadre juridique de la mise en place des corridors à l'échelle régionale et à extraire de nouvelles pistes d'évolution. L'équipe souhaitait dépasser le stade de l'inventaire des dispositifs existants et apprécier la potentialité de trois instruments (bail rural, charte PNR, label) vis à vis des objectifs de protection, de mise en valeur et de restauration des corridors. La réflexion et le travail d'analyse se sont déroulés au rythme du Grenelle de l'environnement et des deux lois adoptées en 2009 et 2010. Un tel processus a nécessairement influé et orienté les analyses juridiques. La constitution des trames vertes et bleues a très tôt constitué le « cœur » du volet biodiversité de ces réformes législatives en interaction avec l'objectif de croissance des aires protégées. Ces modifications françaises notables ont ainsi focalisé l'attention sur les dispositifs du droit de l'urbanisme au détriment de l'instrument de labellisation initialement retenu dans le projet Diva corridors. Nonobstant ces contraintes extérieures et conformément au programme fixé, l'équipe a réalisé un inventaire et une analyse des dispositifs juridiques, en l'espèce sur le site de la ZA de Pleine Fougères (1). Deux instruments ont fait l'objet d'études approfondies : la charte des PNR (2) et le bail rural (3). Sur le fondement de ces appréciations, l'équipe a porté sa réflexion sur la définition de nouveaux outils plus adaptés à la problématique corridors (4).

4.1- Inventaire et analyse des dispositifs juridiques : une étude terrain sur la zone atelier « Pleine fougère » (ZA PF) ; une étude disciplinaire sur « les trames vertes, les servitudes et le droit de l'urbanisme »

L'inventaire complet de ces dispositifs sur la ZA PF constituait une première étape indispensable à leur analyse. Cette opération s'est avérée complexe en raison de la difficulté d'accéder à l'intégralité des instruments juridiques et de rencontrer l'ensemble des nombreux acteurs, en particulier du secteur agricole. L'organisation d'un dispositif de rencontre et d'échange avec les agriculteurs de la ZA PL a donc été considérée comme un objectif prioritaire à atteindre pour surmonter ces contraintes.

Lors de la première année du programme Diva (2008) et donc un an avant l'adoption de la première loi Grenelle, deux membres de l'équipe ont réalisé un inventaire des instruments aptes à permettre une protection directe et/ou indirecte des corridors à l'échelle de la ZA. L'intégralité des rapports rédigés par les étudiantes en Master et des dispositifs identifiés ont été mis en ligne sur le site web de la ZA offrant ainsi aux membres du programme une cartographie des textes existants et les différents contacts pris en 2008. Cet inventaire et son analyse ont fait ressortir la diversité des acceptions de la notion de corridors (et de celles de « TVB », « connexions », « réseaux biologiques », « continuums ») dans des dispositifs juridiques récents (du local à l'international) inventoriés s'appliquant sur le territoire de la ZA. Toutefois, cette intégration progressive présente un caractère disparate selon les branches juridiques (droit de l'environnement, droit de l'urbanisme, droit rural... etc.), les échelles territoriales et les acteurs impliqués. En l'espèce, il est apparu une certaine prédilection en faveur du recours à des dispositifs d'urbanisme (Scot du pays de Saint Malo, PLU récents de quelques communes de la ZA PF ; ce qui n'est pas étranger à la définition de TVB dans les lois Grenelle I et II et surtout à des outils de nature volontaire (agenda, atlas, charte, stratégie régionale...etc.). A l'issue de ce travail d'inventaire en 2008, l'équipe s'est interrogée sur le caractère opérationnel de la prise en compte des corridors dans certains dispositifs juridiques de nature non contraignante qui comportent des références expresses à la notion de corridor.

En 2009, un travail complémentaire a été engagé. Il a été réalisé sur la base d'un travail de stage réalisé par Maëlle Martin, étudiante en Master 2 à la faculté de droit de Rennes 1, placé sous la direction de Luc Bodiguel (CNRS) de la Faculté de droit de Nantes et d'Alexandra Langlais (CNRS) de la faculté de droit de Rennes 1. Il portait sur l'analyse du dispositif trame verte issue des lois Grenelle 1 et 2 et sur son articulation d'une part avec les documents d'urbanisme, d'autre part avec les servitudes environnementales.

Cette recherche montre en premier lieu que la notion de corridor apparaît comme un élément des trames vertes et bleues, lesquelles comprennent les réservoirs de biodiversité et les liens entre ces réservoirs ou corridors écologiques.

En second lieu, elle montre que, la mise en œuvre des trames vertes découle d'un dispositif juridique propre qui s'articule autour de trois échelles d'action : au niveau national, l'Etat détermine les orientations pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques ; au niveau régional, conformément aux principes désormais classiques de gouvernance, un schéma régional de cohérence écologique est élaboré afin d'identifier les enjeux régionaux en matière de continuités écologiques ; au niveau intercommunal et communal, il revient de mettre concrètement en œuvre les corridors écologiques à l'aide des documents d'urbanisme. L'ensemble est orchestré par un jeu d'opposabilité entre ces documents. Le cœur de la recherche a donc porté sur l'examen de la valeur juridique de chaque document (niveau d'opposabilité : obligation de prise en compte, de compatibilité, de conformité, de respect), ce qui a permis de développer une analyse critique de la pertinence des documents d'urbanisme pour la mise en œuvre effective des corridors écologiques. Ainsi, non seulement le niveau d'opposabilité est en deçà de ce qu'il était possible d'attendre pour une réelle considération des continuités écologiques, mais en outre le choix des documents d'urbanisme pose de grandes difficultés. La première est structurelle : l'ensemble du territoire français n'est pas nécessairement couvert par un document d'urbanisme, ce qui laisse des

espaces exclus du dispositif « trame verte ». La seconde -et non des moindres - est que les documents d'urbanisme visent à assurer l'aménagement du territoire - à ce titre, ils peuvent intégrer des préoccupations environnementales, telles que celles liées aux corridors écologiques-, mais en revanche ils n'ont pas vocation à assurer la gestion environnementale de ces espaces. L'utilisation des servitudes environnementales s'imposent alors comme un complément indispensable aux documents d'urbanisme, même si leur champ d'application est limité, ce qui ne permet pas d'assurer une cohérence écologique (les périmètres de protection environnementale existants ne s'accordent pas nécessairement avec les périmètres à protéger au titre des corridors écologiques). Il faut donc aussi envisager comment les dispositifs contractuels peuvent venir compléter la panoplie des outils juridiques (cf Infra sur les chartes des parcs naturels régionaux et sur les baux ruraux).

4.2- Les corridors dans les chartes des parcs naturels régionaux (PNR)

Pour analyser la prise en compte des corridors écologiques dans les Chartes de PNR, 41 chartes ont été analysées. Dans toutes les chartes étudiées, la notion de corridors apparaît, mais souvent les termes utilisés varient. Les termes corridors, continuité, continuum, connectivité, connexité, couloir, liaison et trame sont les plus souvent utilisés par les rédacteurs des chartes.

Sur l'ensemble des chartes étudiées, on note une évolution de l'utilisation des termes. Alors que dans les chartes élaborées entre 1998 et 2007, les termes précités sont utilisés indistinctement de manière disparate, à partir de 2007 le terme de corridors apparaît plus nettement, en particulier « corridor écologique ». Puis à compter de 2009, le terme de trame apparaît. Ces deux termes font, depuis, l'objet d'une utilisation constante et croissante.

Appliquer au concept de corridor les méthodes de définition du droit revient à envisager la définition matérielle et formelle des corridors écologiques. La définition matérielle d'un acte a trait au contenu de l'acte, à son objet alors que la définition formelle a trait à la forme d'un acte, aux conditions et aux modes de son élaboration. La définition matérielle des corridors diffère selon les PNR. Elle est souvent « identificatrice » comme pour le PNR de Camargue dont la charte indique que « les ripisylves constituent un maillage favorisant les connexions biologiques ». D'autres parcs identifient les corridors sans utiliser les termes, comme le PNR Haute-Vallée de Chevreuse pour lequel « la trame verte est représentée par les sous-trames herbacées et arborées et la trame bleue par la sous trame aquatique et la sous trame zone humide ». D'autres encore ont choisi d'utiliser les fonctionnalités des corridors pour les intégrer dans la charte du PNR. Ainsi la charte du parc naturel régional de la Brière indique que « pour les espèces animales, il est primordial d'identifier au sein même des habitats les secteurs clés. Ces secteurs peuvent être définis comme étant des territoires refuges, des couloirs de transfert des populations ».

Pour rendre effectifs ces objectifs fixés par les chartes, les PNR mettent en place des stratégies et des plans d'action qui préconisent l'utilisation d'une multitude d'outils juridiques. Les SDAGE en font partie en particulier dans les territoires à fort potentiel hydrographique comme dans les PNR d'Armorique, ou de l'Avesnois et de celui, en projet du Golfe du Morbihan. Peu de chartes de PNR ne contiennent pas de dispositions relatives aux corridors. En outre, la multitude d'outils juridiques mentionnés explicitement dans les Chartes de Parcs pour l'intégration des corridors montre surtout que les chartes des PNR bien avant le

Grenelle de l'environnement, avaient pris l'initiative d'encadrer juridiquement la connectivité écologique.

4.3- Les corridors et les baux ruraux

Vu l'importance des terres faisant l'objet d'une exploitation agricole, vu que les 2/3 des terres agricoles sont exploitées en faire-valoir indirect (bail), et que ces espaces agricoles sont susceptibles de porter en tout ou partie des corridors écologiques, le bail rural ne pouvait être exclu de nos recherches.

Le verdissement de ce bail à l'issue de la loi d'orientation agricole de 2006 offre de nouvelles perspectives en ce sens. Selon l'article L. 411-27 du code rural, le bail rural à clauses environnementales est envisagé pour certains bailleurs (une personne morale de droit public ou une association de protection de l'environnement) ou bien pour certains espaces expressément mentionnés. Sous certaines conditions, il s'agit d'espaces touchant la protection de l'eau, des espaces naturels ou encore de la biodiversité. Parmi les clauses environnementales listées, certaines ont un intérêt évident dans le cadre de la protection des corridors écologiques. Il s'agit par exemple de « la création, le maintien et les modalités de gestion des surfaces en herbe » ou bien encore de « la création, le maintien et les modalités d'entretien de haies, talus, bosquets, arbres isolés, mares, fossés, terrasses, murets ». L'intérêt de ce dispositif se heurte toutefois à un certain nombre d'obstacles. Le premier est générique : comme tout instrument contractuel, il est soumis à la volonté des parties (bailleur et preneur), ce qui ne facilite pas toujours la mise en œuvre des politiques publiques. Le second problème relève du champ d'application limité du dispositif de l'article L. 411-27 du code rural, ce qui nous a conduit à envisager la possibilité d'insérer des clauses environnementales au-delà de ce que la loi prévoit. Or, à l'analyse, les trames vertes se heurtent rapidement à la liberté instituée en faveur du preneur bénéficiaire d'un bail rural soumis au statut du fermage. Enfin, une troisième série de difficultés doivent être envisagées : elles concernent l'avenir de ces clauses dans l'hypothèse d'une cession, sous-location, mise à disposition ou de fin de bail.

Les réflexions ont également été menées dans l'hypothèse où le bailleur est une personne publique, à savoir l'Etat ou une collectivité territoriale. Si ce cas de figure permet de se libérer en partie des contraintes spatiales prévues lorsque le bailleur est une personne privée, le recours au bail rural environnemental pour protéger et gérer les corridors écologiques n'apparaît pas plus aisé. Si le bailleur public dispose d'une certaine marge de liberté dès lors qu'il peut contracter sur l'ensemble du territoire et n'est donc pas limité par la possibilité de contractualiser sur certains espaces prédéfinis, il est également confronté à la logique contractuelle à savoir le consentement des deux parties contractantes. De la même manière, les terres, qu'il a en sa possession et qu'il pourrait soumettre à un bail rural environnemental, ne coïncident pas nécessairement avec le territoire identifié comme pertinent pour les corridors écologiques. Si le bailleur public dispose de la possibilité d'étendre sa propriété en acquérant des espaces agricoles et ainsi les faire correspondre à des espaces de corridors écologiques, ces éventualités s'annoncent infimes dès lors qu'elles impliquent le retour des contraintes spatiales (en particulier via le droit de préemption des espaces naturels et agricoles périurbains) ou qu'elles s'avèrent incompatibles avec la logique du bail rural (la constitution de réserves foncières). L'opportunité d'acquérir des espaces agricoles (recours aux SAFER

notamment) en dehors des périmètres des corridors écologiques a été abordée mais dans la mesure où elle déborde du cadre de recherche, elle ne sera pas traitée ici.

4.4- Discussion vers la définition de nouveaux outils juridiques

La connectivité écologique a été assimilée à la conservation des espaces naturels puisqu'elle a d'abord été envisagée dans l'objectif de relier des zones naturelles protégées. Partant, sa traduction juridique est restée liée à la nécessité d'un territoire ce qui a impliqué des transformations du concept écologique lors de son passage dans le droit.

La loi Grenelle II, en créant un outil spécifique dédié à la préservation des corridors dans le code de l'environnement, a consolidé le lien tenu entre connectivité et territoire. En imposant la réalisation d'un schéma de cohérence écologique, elle prévoit de préserver la connectivité sur la base de territoires identifiés, reliés entre eux et cartographiés.

D'autres méthodes pourraient être envisagées pour protéger juridiquement le processus de connectivité écologique. Il est possible de s'attacher à un objet précis tel qu'une ou plusieurs espèces à l'image du système de protection des espèces migratrices qui existe à l'échelle internationale. Une autre solution est de considérer au contraire que la connectivité écologique est le principe signifiant, que son maintien est de droit, ce qui implique que ce n'est pas la connectivité qu'il faut réglementer mais les activités et processus qui nuisent à la connectivité. Cette approche exige de remodeler le schéma juridique des études d'impacts et d'améliorer la procédure de ces évaluations environnementales pour y intégrer la prise en compte de la connectivité écologique de manière plus généralisée et obligatoire. Suivant cette logique, il est possible d'envisager des méthodes innovantes afin de limiter les processus nuisibles à la connectivité écologique : les baux ruraux environnementaux peuvent s'annoncer comme une esquisse de cette approche ; de même, certaines procédures issues de la loi de 2006 sur les parcs nationaux permettent par le biais de l'avis conforme aux autorités responsables d'une aire protégée de protéger celle-ci des processus négatifs qui pourraient résulter d'activités y compris en dehors du territoire de l'aire protégée.

5- LA PARTICIPATION DES COLLECTIVITES EN CHARGE DE LA MISE EN PLACE DES CORRIDORS ECOLOGIQUES ET TRAMES VERTES ET BLEUES.

La région Bretagne, la fédération des Parcs naturels Régionaux de France (FPNRF), le PNR des marais du Cotentin et du Bessin, et le projet de PNR du Golfe du Morbihan ont été partenaires de notre projet. Leur investissement a été variable, en fonction de l'avancement des réflexions sur les trames vertes et les corridors écologiques en leur sein. La collaboration au cours de ce projet, ayant correspondu avec la réflexion sur la mise en place de la trame verte et bleue (travaux du COMOP TVB), l'attente des partenaires a été forte. En région Bretagne nos travaux vont participer à la réalisation du schéma régional de cohérence écologique prévu par la Loi Grenelle 2 après avoir contribué à la réalisation d'une première ébauche des continuités écologiques à la demande du CSRPN (conseil scientifique régional du patrimoine naturel).

Le projet de Parc Naturel Régional du Golfe du Morbihan est un des partenaires de DIVA-

CORRIDOR, en tant qu'acteur d'un territoire. La réflexion sur les continuités écologiques ayant été intégré dans le projet de Charte du PNR, il leur est apparu intéressant de participer à un tel projet, puisque ils avaient de nombreux questionnements sur ce sujet.

C'est au travers de la mise en place de protocole d'inventaire, en lien avec les acteurs de la recherche, que le projet de PNR a participé concrètement à DIVA. A titre d'exemple, les échanges entre le PNR et l'université ont permis des adaptations du protocole Ecureuil.

Les échanges réguliers entre PNR et chercheurs DIVA ont permis un enrichissement continu du projet de charte du Parc (charte et plan de Parc).

La réflexion sur la mise en place de la trame verte et bleue ayant pris de l'importance suite au grenelle II, elle devient incontournable pour les collectivités territoriales. En tant que structure conseil pour les communes et les intercommunalités, il est important de pouvoir s'appuyer sur un argumentaire scientifique solide et étayé. Il s'agit d'apporter des réponses concrètes et argumentées par rapport à des contraintes souvent considérées comme des principes magistraux imposés par les instances nationales.

La participation au projet DIVA a permis à la structure de mieux appréhender et mesurer les enjeux de préservation des continuités naturelles, d'avoir des exemples d'études et des cas concrets d'actions déjà mises en place. Et ainsi d'étayer la connaissance scientifique sur ce sujet. La structure a gagné en crédibilité vis à vis de l'ensemble des partenaires du territoire.

Le PNR des Marais du Cotentin et du Bessin a été impliqué sur l'étude sur les prairies des marais.

L'apport de la Fédération des PNR de France au programme s'est fait à trois niveaux :

- communication sur le projet de recherche : diffusion large (colloques, congrès, séminaires, formations...) d'un dépliant « Le réseau des PNR et la TVB » mentionnant le programme, présentation du programme dans les brèves de la newsletter <http://www.parc-naturels-regionaux.fr/lettretrameverteetbleu/>, article à venir dans la revue Parcs sur les résultats du programme... ;
- transmission d'informations provenant des travaux du COMOP TVB aux équipes DIVA ;
- organisation de temps d'échange entre chercheurs et autres acteurs. La FPNRF anime depuis 2005 un groupe national d'échange comprenant environ 150 membres (services de l'Etat, collectivités territoriales, PNR, associations, établissements publics, chercheurs...). Plusieurs chercheurs de l'équipe DIVA-CORRIDOR font partie de ce groupe et se sont notamment impliqués lors d'une journée « TVB et agriculture » : cadrage de la thématique "Définition et spécificités de la trame verte en milieu agricole", réflexions sur les questions d'échelles et zoom sur l'échelle de l'exploitation, questionnements soumis au débat...

6- CONCLUSION ET TRANSFERT.

Les travaux menés au cours de ce projet nous ont permis d'avancer sur plusieurs points :

- La mise au point d'une méthode de cartographie de l'occupation du sol à l'échelle régionale avec une précision suffisante pour identifier des continuités écologiques à l'échelle de la région mais aussi celle des PNR. Cette cartographie, beaucoup plus précise que Corine Land Cover habituellement utilisée, prend en compte la diversité

des éléments semi-naturels du paysage qui vont contribuer en grande partie à la définition des trames vertes. A partir de ce document des analyses permettent d'identifier les continuités structurelles sur une gamme d'échelles allant de la région aux petites régions, et de tester l'efficacité fonctionnelle de certains éléments comme les réseaux de bois par exemple.

- L'identification de continuités fonctionnelles pouvant participer à la trame verte pour plusieurs espèces animales. Nous avons montré que les corridors existant tels que les haies, les bandes enherbées et les réseaux de bosquet fonctionnent en tant que corridor écologique. Ces résultats sont cohérents avec de nombreuses recherches au niveau international qui soulignent l'intérêt des corridors naturels par rapport aux corridors créés, pour favoriser les mouvements individuels dans les paysages fragmentés (Gilbert-Norton et al., 2010). Cependant il est important de dépasser l'approche espèce pour évaluer le rôle fonctionnel d'un corridor pour la biodiversité. Y a-t-il des espèces déterminantes (parapluie) pour lesquelles l'amélioration de la connectivité écologique peut se répercuter sur d'autres composantes de la biodiversité reste une question à approfondir.
- L'analyse du lien entre activités agricoles et corridors écologiques à trois échelles, du local au régional, montre deux types de décalage entre les systèmes agricoles, et les corridors biologiques (tels que proposés dans les hypothèses en écologie et les schémas de trame verte). Le premier type de décalage concerne la place relative des éléments de types bois et prairies. Les surfaces boisées sont très peu intégrées dans le fonctionnement des exploitations, car elles sont hors des exploitations ou résultent d'un abandon de zones difficiles dans les exploitations et dans ce cas très peu gérées / exploitées. Les prairies sont au contraire des éléments forts du fonctionnement des exploitations, mais elles comprennent très peu de prairies permanentes mises en exergue pour la trame verte. Le second type de décalage est dans le lien entre types d'exploitation agricole et mise en connexion des éléments d'intérêt écologique, du fait de la configuration des territoires d'exploitation agricole : la gestion du paysage par l'agriculture relève actuellement fortement d'une agrégation d'activités individuelles, et les exploitations agricoles sont diversement concernées spatialement, par les trames vertes. Ces résultats justifient et permettent de préciser un cadre d'évaluation interdisciplinaire de la durabilité agro-écologique de la trame verte, qui teste explicitement différentes configurations de ségrégation ou au contraire d'intégration spatiale et fonctionnelle des activités agricoles et de différentes formes de corridors.
- L'identification des réglementations permettant la mise en place des corridors écologiques. Nos travaux ont montré la grande diversité des outils réglementaires relatifs au droit de l'environnement, droit de l'urbanisme, droit rural... etc, et opérant à différentes échelles administratives, ainsi que la variabilité sémantique avec des termes tels que « *TVB* », « *connexions* », « *réseaux biologiques* », « *continuums* ». L'analyse des chartes des PNR

Pour conclure nous proposons pour mettre en place les corridors dans le cadre de la trame verte et bleue

- 1- **Une approche territoriale** basée sur la télédétection pour identifier des unités paysagères, ayant une cohérence écologique, et donc pouvoir contextualiser l'analyse de la connectivité. Ces différentes unités paysagères ne nécessitent pas forcément d'être interconnectées. . L'approche habitat ou structurelle semble donc pertinente à l'échelle régionale pour définir le « caractère » ou la structure interne des entités paysagères
 - 2- **Une identification de la connectivité et des corridors** au sein de chaque unité en utilisant une approche espèce ou communauté basée ou non sur les listes d'espèces régionales établies par le ministère et en croisant avec les sous-trames définies dans les Schémas régionaux de cohérence écologique (sous-trame forestière, de zones humides,...). La gestion des corridors à mettre en place doit se faire par un collectif rassemblant tous les acteurs du territoire. Certains corridors entre des habitats prioritaires pourront être identifiés de façon très précise. La modélisation est mobilisable pour identifier quel corridor serait favorable à quel type d'espèces. Même si les connaissances sur l'utilisation de l'espace par les différentes espèces restent fragmentaires un état de l'art systématique peut apporter des réponses qui aideront à la conception des corridors
 - 3- **La gestion se fera de manière adaptative** en privilégiant les contrats de longue durée, sans oublier d'autres mesures possibles, ciblées (mesures réglementaires, acquisition foncière,...)
Au niveau local les corridors peuvent être plus facilement identifiés avec une approche espèces ou une validation biodiversité sur la base des cartes de connectivité contextualisées.
- Pour la gestion de ces corridors il faudrait des mesures pérennes et s'appuyer sur les financements existants (ex MAE), en ayant le souci de la continuité des actions. La gestion adaptative, qui permet de faire évoluer la teneur du contrat en fonction des premières évaluations est une bonne piste, mais il faut pour cela de l'innovation dans les outils. Il serait intéressant d'avoir des collectifs en charge de ces actions.

ANNEXE :

LISTE DES PARTICIPANTS AU PROJET

Géographie

Laurence Hubert-Moy, Jean Nabucet, Johan Oszwald, Pauline Dusseux, Clémence Vannier, Bernard Clément, Rémi Lecerf

Ecologie

Alain Butet, Yann Rantier, Jean Nabucet, David Ledan,., Pierre Beaudoin, Thiago Andrade,.,Thomas Delattre, Chloé Dumesnil, Antoine Humeau, Jérôme Dorey , Ying Xiao Yann Fournis, Sylvain Diquélou, Olivier jambon, Françoise Burel

Agronomie

Claude Thenail, Noémie Leruyet, Jacques Baudry, Simon Bernard

Droit

Marie Bonnin (IRD), Luc Bodiguel (CNRS), Alexandra Langlais (CNRS), Nathalie Hervé-Fournereau (CNRS), Laure Toubiana, Céline Laval, Maëlle Martin et Agathe Le Gallic

Gestionnaires

Thierry Mougey, Claire Hamon (FNPNR), Annaëlle Méac, David Ledan (PNR Golfe du Morbihan), François Siorat (GIS Bretagne Environnement)

PUBLICATIONS

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PARUES

Articles-

Bonnin M. (2008), Prospective juridique sur la connectivité écologique, *Revue juridique de l'environnement*, n° spécial, Strasbourg, p. 167-178.

Delattre T., Pichancourt J-B., Burel F., Kindlmann P. (2010) « Grassy field margins as potential corridors for butterflies in agricultural landscapes: a simulation study » « *Ecological Modelling* »; ,221: 370-377.

Fahrig, L., J. Baudry, et al. (in press). "Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes " *ecology Letters*.

Chapitres d'ouvrages

Bonnin M., RODARY E. (2008), Gouvernance et connectivité écologique, Vers une responsabilité partagée de la conservation de la nature in Eberhard C. (ed), *Traduire nos responsabilités planétaires. Recomposer nos paysages juridiques*, Bruylant, Bruxelles Belgique, p. 567-582.

Bonnin M. (2008), Les aires protégées dans la mise en place des réseaux écologiques : gestion globale de la nature ou gestion des institutions de conservation ? in Aubertin C. et Rodary E. (éd.), *Aires protégées, espaces durables ?*, Paris, Éditions de l'IRD, 260 pages, p. 113-133.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES A PARAITRE

⁶Burel, F., Baudry, J., Bonnin, M., Butet, A., Mouget, T., Moy, L., Oszwvald, J. and Vimal, R. Les corridors écologiques : des connaissances scientifiques à la mise en œuvre des politiques de conservation de la biodiversité. (en révision à Natures Sciences Sociétés)

Delattre, T., P. Vernon, et al. (en révision). "An Agri-environmental scheme enhances butterfly dispersal in European agricultural landscapes" Agriculture Ecosystem and Environment

Vannier C., Vasseur C., Hubert-Moy L., Baudry J., Do hedgerow networks maps from different remote sensing images contain different ecological information? (Soumis à Landscape Ecology)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES PRÉVUES

Hubert-Moy L., Nabucet J., Baudry J., Burel F. Mapping of ecological corridors at regional and landscape scales using multi-scale remote sensing. (En préparation pour Remote sensing of Environment)

Butet, A., Andrade, T., Michel, N. Burel, F. Differential response of small mammal species to hedgerows connectivity

Bodiguel, L. A. Langlais: la réglementation sur les corridors écologiques: approche privée, approché publique

Baudry, J., Bernard, S., Burel, F. Landforms rather than farming system diversity drives hedgerow network connectivity

COMMUNICATIONS

Bonnin Marie. Connectivités et droit de l'environnement. Séminaire La loi Grenelle II et la connectivité écologique, Université Jean Moulin, Lyon 3, 18 nov 2010 et Séminaire La biodiversité : Controverses, projets et action, FRB , Lille, 25 novembre 2010.

Bonnin Marie. Interrogations juridiques sur les trames vertes et bleues, Séminaire Les communautés et les trames vertes et bleue, Centre universitaire Condorcet, Le Creusot, 26 mai 2010.

Bonnin Marie. Prospective juridique sur la connectivité écologique. Journées Diversité biologique de la Société Française de Droit de l'Environnement, Palais du Luxembourg, Paris, mai 2008

Burel, F. & Baudry, J. (2009) Agricultural landscapes and biodiversity : how to deal with heterogeneity of farming practices? Workshop - Effect of landscape heterogeneity on farmland biodiversity CEFÉ Montpellier 23-26 March 2009.

Baudry, Jacques ; Burel, Françoise & Deshayes, Michel (2008) The French «Trames Vertes» (green network): a quest to restoring landscapes with buffers and corridors; Ecological Networks: From Spatial Strategy to Implementation; 1-2 October 2008; Oisterwijk (The Netherlands) séminaire préparatoire à la conférence "Agriculture et Biodiversité" de la présidence française de l'UE.

⁶ Publication jointe à ce document

Hubert-Moy L., Corgne S., 2010. Cartographie des corridors *rivulaires*, Séminaire ORFEO/Pléiades, CNES, Paris, 26-28 janv. 2010.

Hubert-Moy L., 2010. Cartographie des Trames vertes à l'échelle régionale : éléments de réflexion à partir de l'exemple de la Bretagne, Réunion « Charte graphique pour la cartographie des SRCE » au MEEDN, Paris, 8 févr. 2010.

Hubert-Moy L., Corgne S., Nabucet J., Aguejdad R., Dusseux P., Vitter M., Corpetti T., Lefebvre A., Dufour S., 2010. From mapping to monitoring for decision making with two relevant policy cases. GEOLAND FORUM 6, Toulouse 24-25 march 2010.

Hubert-Moy L., 2010. Applications terrestres, pour une gestion durable du territoire ; Exemples sur la Bretagne. Conférence technologies spatiales, Brest 16 juin 2010.

Thomas A., Hubert-Moy L., 2010. Territoires, écologie spatiale et processus fonctionnels pour les disciplines des Sciences Humaines et Sociales, Séminaire CNRS-INRA Ecologie spatiale, Chizé, 22-24 sept. 2010.

Vasseur, C.; Joannon, A.; Burel, F. ; Goffi, C. ; Meynard, J-M. & Baudry, J. (2008) The mosaic of cropping systems: a hidden part of agricultural landscapes heterogeneity IALE UK: Landscape Ecology and Conservation; New Hall, University of Cambridge

Delattre T., Pichancourt J-B., Burel F., Kindlmann P. (2007) Présentation au Colloque francophone de L'International Association for Landscape Ecology (IALE), Toulouse, France. « Quel rôle des Bandes Enherbées pour la biodiversité? Une étude à partir de simulations de mouvements de papillons. »

SEMINAIRE D'ENSEIGNEMENTS

Séminaire de 10 h sur les corridors écologiques en droit de l'environnement, M2, Master de la Chaire Unesco du développement durable, du Museum National d'Histoire Naturelle en 2008 et 2010

CONFERENCES A USAGE DES GESTIONNAIRES

Burel, F. 2008 : les corridors écologiques, journées des scientifiques des Parcs nationaux de France, Montpellier

Burel F. 2008 : les corridors écologiques région Pays de Loire et PNR, Nantes

Burel F. 2009 le projet diva-corridor, colloque corridor , Naturparif, Paris

Burel 2010 les corridors écologiques forum des gestionnaires, Paris

Bodiguel, L. et Langlais A. cadre juridique de la TVB, journées d'échange TVB, PNR, Paris

Thenail, C. 2010 agriculture et corridors écologiques, journées d'échange TVB, Paris

ARTICLE DE TRANSFERT POUR LES GESTIONNAIRES

Burel, F. 2011. diva-corridor : une approche pluridisciplinaire de la mise en place des corridors de l'échelle locale à l'échelle régionale. *Espaces naturels*

.MEMOIRES D'ETUDIANTS

2008

Goffi, C. (2008) Influence de la structure du bocage et des pratiques agricoles sur trois espèces de carabes, à diverses échelles spatiales et temporelles, Mémoire de fin d'études, INHP Angers (encadrement, J. Baudry et C. Vasseur)

Pauline Dusseux, (2008) : classifications par photo-interprétation assistée par ordinateur encadrement Laurence Hubert-Moy

: Antoine Humeau (L2) et Yann Fournis (L3) : 2008 « Evaluation du rôle de corridor des bandes enherbées pour le Myrtil (*Maniola jurtina*) par la méthode de Capture-Marquage-Recapture ». encadrement Thomas Delattre

Rémi Lecerf, 2008 : traitement images MODIS de 2000 à 2008 encadrement Laurence Hubert-Moy

Céline Laval, 2008. Les corridors écologiques en droit, exemple de la zone atelier de Pleine Fougères. Master 2 « Droit de l'environnement et des risques » de l'Université de Strasbourg encadrement N. Hervé-Fournereau, M. Bonnin

Laure Toubiana, 2008. Approche fonctionnelle de la notion de corridor. Master 1 « Environnement et Droit » de l'Université de Rennes 1, encadrement N. Hervé-Fournereau, M. Bonnin

2009

Pierre Beaudoin, 2009. Echantillonnage des populations d'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*) au sein de boisements de petite taille dans le golfe du Morbihan (stage réalisé au sein de PNR du golfe du Morbihan)

Chloé Dumesnil, 2009. Influence des corridors et de la gestion agricole sur la diversité floristique des prairies humides permanentes du Parc des Marais du Cotentin et du Bessin. Mémoire de fin d'études EBSAIA Nancy, encadrement S. Diquélou

Antoine Humeau, Claire-Marine Goriaux-Pérais et Elise Mazé (L3) (2009) : « Etude du comportement de dispersion du Myrtil (*Maniola jurtina*) afin d'évaluer le rôle de corridor des bandes enherbées ». encadrement Thomas Delattre

Ewen Georgelin, 2009. Recherche sur la présence et l'abondance de l'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*) et échantillonnage des communautés de passereaux au sein de petits boisements en milieu bocager (site atelier de pleine-fougères). encadrement A. Butet

2010

Thiago Andrade 2010 : Influence de la connectivité des réseaux de haies sur la diversité spécifique et les fluctuations d'abondance des populations de petits mammifères stage M2. Encadrement A. Butet et F. Burel

Jérôme Dorey 2010 Etude de la structure du paysage dans l'établissement des connectivités écologiques Usage de données de prélèvement Exemple du chevreuil à l'échelon communal sur l'étendue géographique de la Bretagne. Encadrement A. Butet et F. Burel

Agathe Legallie 2010 : réflexions juridiques sur la notion de corridor écologique illustration au projet de parc naturel régional du Golfe du Morbihan

Noémie Leruyet 2010. Quelles conditions dans les exploitations agricoles pour soutenir leur contribution aux corridors écologiques ? stage M2, encadrement Claudine Thenail

Maëlle Martin 2010 :

Ying Xiao 2010 : le rôle des bandes enherbées sur les communautés de coléoptères carabiques. Stage M2. Encadrement F. Burel et O. Jambon.