

HAUTE ECOLE PROVINCIALE DE CHARLEROI
UNIVERSITE DU TRAVAIL
ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AGRICOLE

Rue de l'Académie 1
7810
Ath - Maffle



TRAVAIL DE FIN D'ETUDES
Présenté par Thomas Fripiat
En vue de l'obtention du grade
D'INGENIEUR INDUSTRIEL
EN AGRICULTURE
OPTION ENVIRONNEMENT

Professeur-conseil : Monsieur Christophe Bauffe
Année académique 2002 – 2003

*Restauration de lisières forestières
favorables à la biodiversité dans
l'Ardenne belge : mise en place d'une
bande refuge*

Remerciements

Je tiens ici à exprimer tous mes remerciements envers les personnes qui m'ont suivi et guidé dans la mise en œuvre de ce travail de fin d'études.

Je remercie Monsieur le Professeur Willy Delvingt de m'avoir permis de me joindre à l'Unité de Sylviculture de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.

Je suis particulièrement reconnaissant à Monsieur Jean-Yves Paquet, Docteur en sciences biologiques, qui m'a encadré et conseillé tout au long de ce travail.

Je remercie également de leur précieuse collaboration Monsieur Thierry Walot, Ingénieur Agronome, ainsi que Monsieur le Professeur Philippe Lebrun, du GIREA, sans qui ce projet n'aurait pu être mis en place.

J'exprime encore ma gratitude envers toutes les personnes qui m'ont suivi et aidé sur le terrain, je pense ici à Monsieur Xavier Vandevyvre, pour les relevés papillons, à Messieurs Serge Rouxhet, Frédéric Janssens ainsi que Martin Tanghe pour les relevés phytosociologiques. Je remercie aussi Monsieur Jean-Marc Couvreur pour son aide dans le traitement de mes relevés botaniques et Monsieur Xavier Ducarme pour son aide dans l'analyse des relevés carabes, oiseaux et botaniques.

Je remercie finalement mon promoteur Monsieur Christophe Bauffe, Ingénieur Agronome Forestier, Maître-assistant, ainsi que toutes les personnes ayant participé de près ou de loin au bon déroulement de ce travail de fin d'études.

Résumé

Les lisières forestières ardennaises semblent généralement présenter un faciès abrupt, non étagé et donc défavorable à une bonne qualité biologique de celles-ci.

Afin de remédier à cet état, une nouvelle mesure agri-environnementale pourrait être proposée. Cette mesure consisterait à offrir une prime à un agriculteur pour l'installation d'une bande refuge herbeuse le long des lisières forestières. Ce travail s'inscrit dans une évaluation à long terme de l'efficacité écologique de cette mesure.

Au cours de ce travail, un dispositif d'évaluation de la nouvelle mesure a été mis en place: il consiste en l'installation, le long de lisières sélectionnées, d'une bande refuge non fauchée. Cette mesure a été appliquée sur un dispositif de 7 lisières, 7 autres lisières de faciès semblable servant de témoin (pas de bande refuge) et 3 autres lisières de contrôle positif (lisières à structure complexe)

Pour évaluer l'impact de la mesure sur la biodiversité des lisières, nous avons choisi une série de bioindicateurs (plantes supérieures, oiseaux, papillons et carabes) pour lequel un suivi biologique a été mis en place, à la fois sur les lisières elles-mêmes et sur des sites voisins dans la prairie et en forêt.

Les données récoltées sur les bioindicateurs au cours de la saison 2003 ont permis de mettre en évidence l'effet de la lisière sur la répartition des espèces.

D'une manière générale, la richesse spécifique est plus importante dans les contrôles positifs que dans les lisières témoins ou avec bande refuge. Il n'y a pas encore de différences significatives de diversité spécifique entre les lisières témoins et les lisières avec la bande refuge.

Les résultats de nos analyses sur l'effet lisière révèlent une richesse spécifique globalement plus élevée en lisières forestières qu'en prairie ou qu'en forêt. Pour chacun de nos groupes indicateurs, il existe des espèces plus spécifiquement liées à la lisière qu'à la forêt ou la prairie voisine. Lorsqu'on compare les lisières "contrôles positifs" et les lisières témoins ou à bande refuge récente, on constate, au moins pour les groupes "papillons" et "carabes" que l'augmentation du nombre d'espèces présentes est principalement due à l'augmentation du nombre d'espèces dans la prairie. Ce résultat semble indiquer que la restauration d'une bande refuge dans les prairies en lisière augmentera la richesse spécifique globale de ces lisières. Plusieurs années de suivis seront cependant nécessaires pour en ressentir les effets.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	1
2. LES LISIERES FORESTIERES.....	3
2.1 DEFINITION	3
2.2 INTRODUCTION.....	3
2.2.1 <i>Point de vue économique des lisières.....</i>	3
2.3 STRUCTURE DES LISIERES	4
2.3.1 <i>Eléments de structure</i>	4
2.3.2 <i>Classement des lisières.....</i>	5
2.4 INFLUENCE SUR LA STRUCTURE DES LISIERES.....	7
2.5 COMPOSANTES DE LA DIVERSITE	8
2.6 ASPECT ECOLOGIQUE LIE AUX LISIERES.....	9
3. LA BIODIVERSITE.....	11
4. LES INDICATEURS DE BIODIVERSITE	12
4.1 INTRODUCTION.....	12
4.2 SITUATION ACTUELLE	12
4.3 CARACTERISATION DES LISIERES.....	12
4.4 GENERALITES	12
4.5 CHOIX DES BIOINDICATEURS	13
4.6 GROUPES BIOINDICATEURS.....	13
4.6.1 <i>Les plantes supérieures</i>	13
4.6.2 <i>Les papillons de jour.....</i>	14
4.6.2.1 Généralités.....	14
4.6.2.2 Situation actuelle	14
4.6.3 <i>Les oiseaux.....</i>	16
4.6.3.1 Généralités.....	16
4.6.3.2 Situation actuelle	16
4.6.4 <i>Les carabes.....</i>	18
4.6.4.1 Généralités.....	18
4.7 APPLICATION.....	18
5. PRESENTATION DE L'ARDENNE.....	19
5.1 LOCALISATION	19
5.2 LES CONDITIONS DE VEGETATION.....	20
5.2.1 <i>Température</i>	20
5.2.2 <i>Précipitations</i>	20
5.3 GEOLOGIE ET PEDOLOGIE	21
5.4 LES PEUPEMENTS.....	22
5.4.1 <i>Peuplements de la Haute Ardenne</i>	22
5.4.2 <i>Peuplements de la Moyenne Ardenne</i>	22
5.4.3 <i>Peuplements de la Basse Ardenne.....</i>	23
6. OBJECTIFS.....	24
6.1 OBJECTIFS GENERAUX	24
6.2 OBJECTIFS DU TRAVAIL	24

7.	MATERIEL ET METHODES.....	25
7.1	SITE D'ETUDE.....	25
7.1.1	<i>Choix des lisières</i>	25
7.1.2	<i>Description des lisières du dispositif 2003</i>	26
7.1.2.1	Valeur écologique	26
7.1.2.2	Description des paires de lisières et des contrôles positifs.....	27
7.1.2.2.1	Situation géographique et stationnelle des lisières.....	27
7.1.2.2.2	Situation historique des lisières.....	32
7.2	RELEVES BIOLOGIQUES : METHODE	34
7.2.1	<i>Mise en place</i>	34
7.2.1.1	Plantes supérieures :	34
7.2.1.2	Les papillons de jour et les oiseaux :	34
7.2.1.3	Les carabes :	34
7.2.2	<i>Utilisation</i>	35
7.2.2.1	Les plantes supérieures.....	35
7.2.2.1.1	Méthode Braun-Blanquet	37
7.2.2.1.2	Méthode des quadrats	38
7.2.2.2	Les papillons de jour	39
7.2.2.3	Les oiseaux	40
7.2.2.4	Les carabes	40
7.3	METHODES D'ANALYSE.....	42
7.3.1	<i>Analyse factorielle des correspondances</i>	42
7.3.2	<i>Méthode IndVal</i>	42
7.3.3	<i>Indice de Frochot</i>	43
7.3.4	<i>Comparaison des lisières sur base de la richesse spécifique</i>	44
8.	RESULTATS ET DISCUSSION	45
8.1	RELEVES BOTANIQUES	45
8.1.1	<i>Comparaison des deux méthodes</i> :	45
8.1.2	<i>Analyse factorielle des correspondances</i>	46
8.1.3	<i>Méthode IndVal</i>	48
8.1.4	<i>Indice de Frochot</i>	49
8.1.5	<i>Mesure de la richesse spécifique</i>	49
8.1.6	<i>Typologies rencontrées</i>	51
8.2	RELEVES DES OISEAUX NICHEURS	54
8.2.1	<i>Analyse factorielle des correspondances</i>	54
8.2.2	<i>Méthode IndVal</i>	55
8.2.3	<i>Indice de Frochot</i>	57
8.2.4	<i>Mesure de la richesse spécifique</i>	58
8.3	RESULTATS CARABES	60
8.3.1	<i>Analyse factorielle des correspondances</i>	60
8.3.2	<i>Méthode IndVal</i>	62
8.3.3	<i>Indice de Frochot</i>	63
8.3.4	<i>Mesure de la richesse spécifique</i>	64
8.4	RESULTATS PAILLONS.....	65
8.4.1	<i>Mesure de la richesse spécifique</i>	65
8.5	REMARQUE.....	67
9.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	68
10.	BIBLIOGRAPHIE	71

1. Introduction

Les lisières forestières forment une frange de transition entre la forêt et les milieux ouverts environnants [SNOECK *et al* , 2001].

Une lisière bien structurée est un élément utile pour la sylviculture, favorable à l'activité cynégétique, très intéressant pour la conservation et le maintien d'une faune et flore diversifiées, ce qui maintient une certaine biodiversité [BRANQUART *et al* , 2001].

Cependant, la plupart de nos lisières présentent un faciès brusque et net. Cette tendance proviendrait d'une course à la rentabilité, où chaque intervenant serait tenté de rentabiliser au maximum sa parcelle.

Bien qu'il semble exister une corrélation positive entre la complexité structurale des lisières et leur biodiversité, cette relation reste mal définie et on ne connaît pas avec précision quels sont les faciès les plus intéressants d'un point de vue biologique, ni les modalités de gestion permettant de les maintenir [BRANQUART *et al* , 2001].

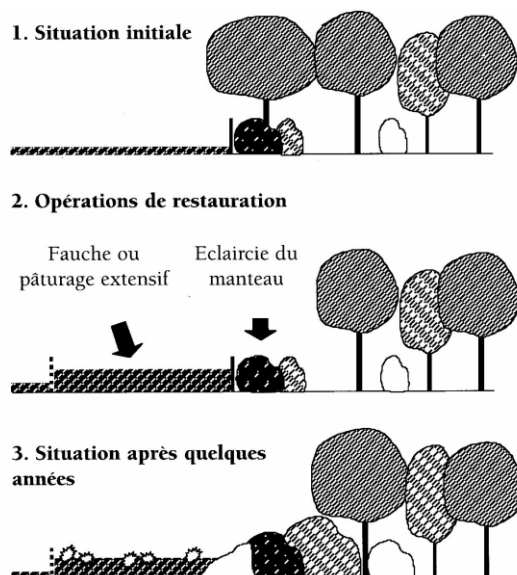
C'est ce que des études récentes ainsi que la présente tentent de déterminer.

Ce travail s'insère dans les recherches menées sur le thème de la « sylviculture adaptée au développement durable » conduites dans le cadre de la convention « *Accord cadre : Recherche forestière* ». Son objectif est de tester l'intérêt de la restauration d'un ourlet herbeux en lisière forestière pour la biodiversité.

Le dispositif se concentre sur le territoire ardennais. Ce territoire possède un grand nombre de lisières présentant des faciès peu structurés, ce qui lui confère une situation idéale pour démarrer ce projet de restauration.



Fig. 1 et 2 : Installation d'une bande refuge
(Source : personnel ; Branquart *et al*, 2001)



Ce dispositif a été mis en place au cours de ce travail : on peut donc s'attendre à ce que les changements de qualité biologique ne soient pas encore perceptibles. Le projet porte en réalité sur une période d'au moins cinq années, même si ce travail n'analyse que l'année « 0 ».

Nous comparons les lisières par paires ; l'une ayant subi un traitement (mise en place de la bande refuge) et l'autre n'ayant subi aucun traitement. Cette comparaison sert à tester la réalité du « bienfait » de la restauration des lisières par cette bande refuge.

Les résultats que nous devrions obtenir, corrélés avec les données trouvées dans la littérature, devraient cependant nous amener à la conclusion qu'il existe bel et bien une relation entre la structure des lisières et leur diversité biologique.

2. Les lisières forestières [JEANMART *et al*, 1998 ; BRANQUART *et al*, 2001]

2.1 Définition

Le concept de lisière se définit comme étant un point de contact entre deux milieux. La lisière est donc le lieu de la rupture, plus au moins brute, des conditions spécifiques de chacune de ces zones.

Les lisières forestières et les formations végétales qui leur sont associées sont des éléments importants du maillage écologique. Les éléments du maillage sont en général des biotopes linéaires qui peuvent, par leur densité et leur continuité, constituer des habitats refuges ou des « couloirs de liaison » entre zones centrales et/ou des zones de développement.

Outre leur intérêt en tant qu'écotone, les floraisons et fructifications y sont souvent nombreuses et constituent des haltes de nourrissage pour les organismes migrants (oiseaux frugivores, insectes migrants...). [MRW, 1995].

On parlera de lisières internes lorsque la zone ouverte est enclavée dans le massif forestier (clairière, mise à blanc, chablis...) et de lisières externes quand celles-ci concernent l'interface entre un massif boisé et un habitat ouvert non forestier.

2.2 Introduction

Il y a quelques années, des travaux de recherche sur le sujet ont été menés, notamment au Luxembourg et en Suisse. Actuellement, la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (FUSAGx) étudie la relation entre la structure et la diversité biologique des lisières forestières de Wallonie, afin de proposer des mesures de restauration écologique de celles-ci.

2.2.1 Point de vue économique des lisières

La lisière représente la ligne de démarcation entre le domaine du forestier et celui de l'agriculteur.

Cette transition constitue un interface entre divers intérêts. D'un côté, le forestier tout en gardant une approche écologique désire optimiser quantitativement et qualitativement la production ligneuse de sa forêt ; de l'autre, l'agriculteur recherche une exploitation la plus rentable possible de ses cultures ou de ses pâtures.

D'autres acteurs économiques, aux motivations différentes mais demeurant étroitement liées, viennent se joindre au forestier et à l'agriculteur (chasseurs, naturalistes, promeneurs...).

A priori peu compatibles, ces nombreux intérêts peuvent trouver leur compte dans des lisières bien pensées et bien gérées.

2.3 Structure des lisières

La structure de la lisière peut être évaluée par différents paramètres :

- La sinuosité,
- Le gradient vertical,
- La diversité arbustive,
- Son exposition,
- ...

Une structure complexe des lisières leur apporte un intérêt écologique plus élevé (diversité structurale plus importante).

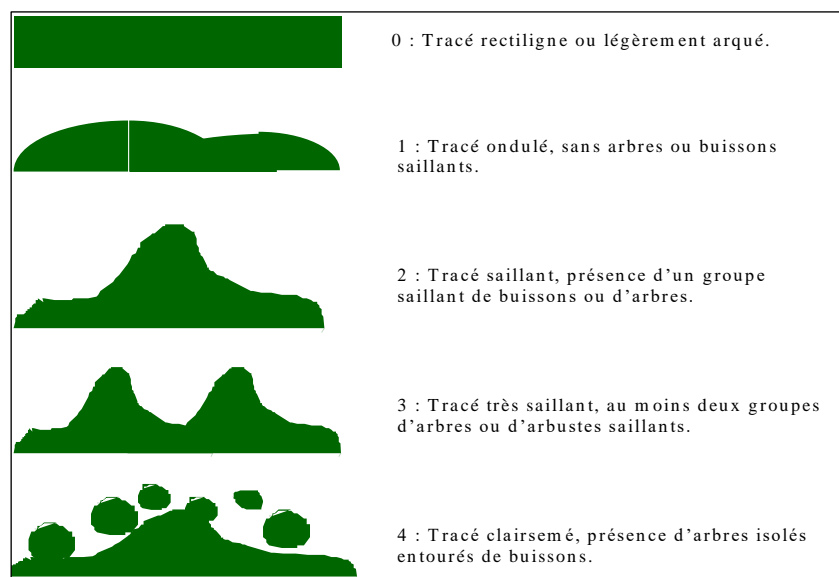


Fig. 3 : Exemples de tracés de lisières (Source : Unité de sylviculture)

2.3.1 *Eléments de structure*

La structure se compose de différentes zones où peuvent se développer diverses strates végétales. Une diversité élevée s'obtient d'autant plus facilement que ces zones, tronçons de lisière sont larges.

Sans intervention humaine, la lisière a une structure complexe et elle comprend, lorsqu'elle est bien développée, trois parties : le manteau forestier, le cordon de buissons et l'ourlet herbacé.

- Le *manteau forestier* est constitué d'arbres de bordure du peuplement. Ces arbres se distinguent du peuplement par la forme de leur houppier qui est généralement bas branchu, sphérique ou dissymétrique. Leur tronc est souvent mal conformé et fréquemment incliné. La largeur du manteau est considérée depuis la projection des branches des arbres formant la limite de boisement jusqu'à la projection la plus interne des cimes des arbres de bordure. Nous ne considérerons dans cette limite que les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine à 1,3 m (dhp) sont égaux ou supérieurs à 12 cm.

- Le *cordon buissonneux* se situe avant ou sous le manteau forestier. Il se compose d'arbres, d'arbustes et arbrisseaux de moins de 12 cm dhp. Sa largeur est mesurée depuis la limite de boisement jusqu'à la projection des branches des buissons les plus externes. Un chevauchement entre le manteau forestier et cordon de buisson est également possible.
- L'*ourlet herbeux* se compose de végétaux herbacés qui ne sont ni récoltés, ni pâturés de façon intensive et de quelques plantes ligneuses disséminées. Il se situe en avant du cordon de buissons. Les chaméphytes frutescents telle la myrtille (*Vaccinium myrtillus* L.) sont considérés comme appartenant à l'ourlet.

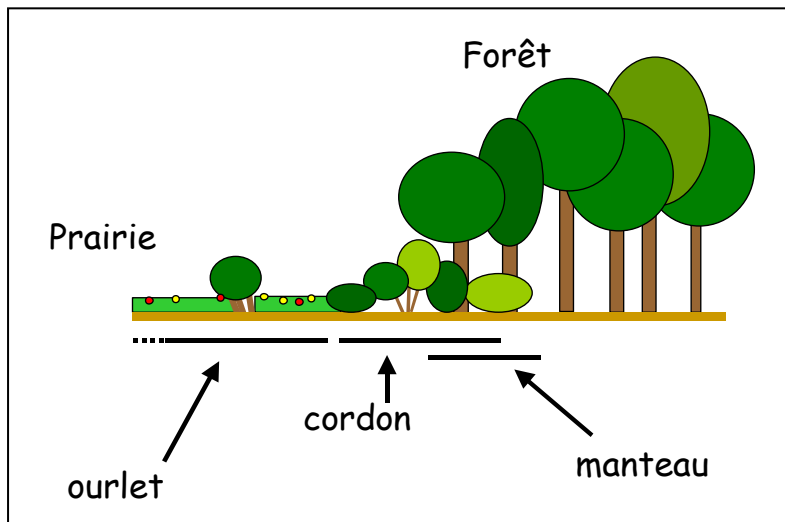


Fig.4 Eléments de la structure de la lisière (Source : Unité de sylviculture)

La structure d'une lisière est formée par la recolonisation de la prairie par le milieu forestier. C'est donc une dynamique en cours. Cette dynamique est « figée » par l'observateur lorsque des choix de gestion suivent un objectif principal (rentabilisation au maximum de la prairie...).

2.3.2 Classement des lisières

Un classement de divers faciès peut être réalisé sur base du développement des 3 éléments décrits précédemment.

Les faciès sont alors définis par l'absence ou présence de certains éléments de la structure. La largeur de ces éléments, ainsi que leur imbrication les uns par rapport aux autres, jouent également un rôle important lors de ce classement.

Selon BRANQUART *et al.* [2001], cinq types de faciès différents ont été mis en évidence. Ces faciès se distinguent les uns des autres par leur complexité structurale ainsi que la largeur du cordon et de l'ourlet herbacé.

- ❖ *Faciès 1* : absence de cordon arbustif.
- ❖ *Faciès 2* : cordon arbustif présent et possédant une largeur maximale de 5 m.
- ❖ *Faciès 3* : présence d'un cordon arbustif d'une largeur comprise entre 5 et 10 m.
- ❖ *Faciès 4* : possède un cordon arbustif large de plus de 10 m et qui tend à envahir par la formation de petits massifs ligneux, un ourlet déjà bien développé.

Ce faciès est caractéristique des lisières bordées de prairies pâturées de manière extensive.

- ❖ *Faciès 5* : il est une variante du faciès 4. La limite externe de la lisière est constituée d'un ourlet herbacé parsemé de jeunes arbustes isolés. Ce faciès présente donc une structure très diffuse. Il résulte généralement de la colonisation progressive d'une mise à blanc ou d'un chablis, par la végétation herbacée et ligneuse.

Ce sont les deux derniers faciès qui seront pris en considération lorsque nous parlerons de lisières complexes, possédant les 3 principaux éléments de structure, ou « *contrôles positifs* ».

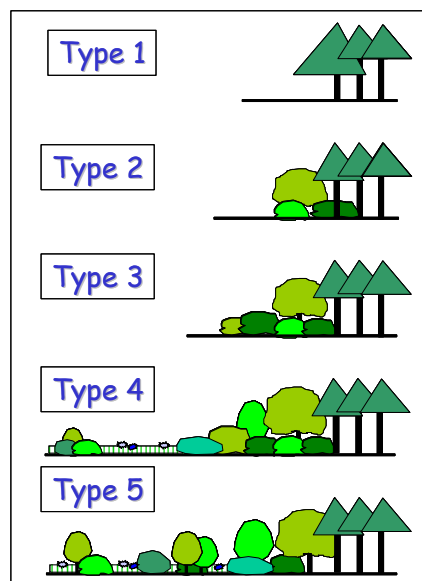


Fig. 5 Classement du faciès des lisières (Source : Unité de sylviculture)

2.4 Influence sur la structure des lisières [JEANMART & DOUCET, 1998]

De nombreux facteurs sont susceptibles d'influencer la structure des lisières. Seule une bonne compréhension de l'interaction entre ces facteurs pourra nous amener à concevoir des modes de gestion à la fois favorables à la biodiversité et réalistes d'un point de vue pratique.

➤ *Le territoire écologique*

La nature du territoire écologique affecte sensiblement la structure des lisières étudiées, notamment la largeur du manteau, du cordon et de l'ourlet. Il exerce également une influence sur la diversité botanique de la lisière. Des espèces telles que le cornouiller mâle (*Cornus mas* L.) et la viorne lantane (*Viburnum lantana* L.) vont se retrouver en Calestienne et non en Ardenne.

De même, ce sont vraisemblablement les conditions écologiques qui déterminent la dynamique de colonisation des milieux ouverts. Toutefois, la colonisation des milieux ouverts se produit naturellement, quel que soit le territoire écologique, mais elle est plus rapide en Calestienne qu'en Ardenne.

➤ *Le facteur anthropique*

De manière assez inattendue, c'est en Ardenne centro-orientale que la proportion la plus élevée de manteaux, de cordons et d'ourlets d'une largeur importante a été rencontrée. Ceci témoigne de l'influence prépondérante du facteur anthropique. En effet, c'est dans cette région que l'occupation des sols est la moins intensive.

➤ *Le peuplement forestier*

Les peuplements de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) sont très favorables au développement de lisières complexes (faciès 4 et 5). Leur couvert léger ainsi que leur localisation prédominante en Famenne (59 % des observations) peuvent expliquer la présence d'une strate arbustive riche en épineux (prunellier (*Prunus spinosa* L.), ronces (*Rubus* sp.), églantiers (*Rosa canina* L.)) qui s'étend au-delà de la limite de boisement. Celle-ci est souvent sinueuse car la mortalité touchant ces peuplements semble élevée (bois morts sur pied ou cassés). L'ourlet herbeux est souvent très étroit car la colonisation par les arbustes épineux est rapide.

Les peuplements de chênes (*Quercus* sp.) sont le plus souvent dotés d'une lisière caractérisée par la présence d'un cordon sous le manteau. Les chênes élevés en futaie ont tendance à développer de longues branches horizontales s'étendant au-dessus du milieu ouvert. Celles-ci produisent un ombrage néfaste à l'installation d'un cordon de buissons épineux mais plutôt favorable aux charmes (*Carpinus betulus* L.) et éventuellement aux noisetiers (*Coryllus avelana* L.).

La présence fréquente d'arbres jusqu'en bordure de champ amplifie davantage le phénomène. Les taillis sous futaies et les futaies claires constituent toutefois une exception, la faible densité d'arbres de gros diamètre s'accompagnant d'une prolifération d'arbustes.

Les peuplements d'épicéas (*Picea abies* (L.) Karst.) sont le plus souvent dotés d'un manteau étroit (< à 5 m), provenant du développement des branches basses des arbres du

peuplement, et éventuellement d'un cordon situé en avant du manteau. Les branches des épicéas ont moins tendance que celles des chênes à s'étendre horizontalement, ce qui permet l'installation d'un cordon pouvant être épineux (principalement prunelliers et aubépines (*Crataegus sp.*)). Ce cordon est très souvent étroit car sa largeur est déterminée par la distance entre le milieu ouvert et la première ligne de plantation. En avant de ce cordon se situe généralement l'ourlet herbeux. Il est composé de végétaux herbacés qui ne sont ni récoltés, ni pâturés de façon intensive et de quelques plantes ligneuses disséminées.

➤ *L'influence de l'orientation*

Les orientations sud à sud-ouest seraient les plus propices au développement d'un cordon de buissons important, cependant l'incidence de l'orientation de la lisière sur le développement du manteau et de l'ourlet n'est pas significative.

2.5 Composantes de la diversité [JEANMART & DOUCET, 1998]

➤ *La structure verticale*

La structure verticale exerce une influence sur la différenciation des niches écologiques, en offrant une hétérogénéité plus grande. Pour exemple, une forte corrélation a été observée entre le recouvrement des strates et la diversité de l'avifaune nicheuse.

➤ *La structure horizontale*

La structure horizontale de la lisière est importante dans le maintien de la stabilité du peuplement face aux fortes rafales de vent.

Afin d'optimiser la diversité biologique des lisières, von Büren *et al.* préconisent une largeur du manteau de 15 à 20 mètres et une largeur du cordon de buissons de 5 à 10 m. Par ailleurs, l'existence de buissons qui ne sont pas situés sous un couvert arborescent serait favorable à diverses espèces d'oiseaux entre autres.

➤ *La composition botanique*

La composition botanique du manteau et du cordon va fortement influencer leur diversité biologique.

Peck [1989] a étudié le comportement alimentaire de six espèces d'oiseaux et a montré que chacune d'elles préfère une certaine combinaison d'espèces d'arbre. Fetter et Keulen [1994] rappellent l'importance de la présence de certaines espèces ligneuses (notamment le peuplier tremble (*Populus tremula* L.), le saule marsault (*Salix capraea* L.), les chênes, les bouleaux (*Betula sp.*)...) pour diverses espèces de Lépidoptères rares.

Parmi les espèces à l'origine d'une forte diversité biologique figurent les chênes, les saules, les bouleaux, l'aubépine et le prunellier.

➤ *Les autres structures*

La présence de bois morts debout ou au sol, à divers degrés de décomposition, est favorable à de nombreuses espèces. Des arbres atteints de blessures offriront aussi des niches écologiques intéressantes pour une panoplie d'insectes.

La présence d'arbres atteignant des gros diamètres, des plantes grimpantes, des tas de pierres, de surfaces dépourvues de végétation, de zones humides sont autant d'autres facteurs favorables.

2.6 Aspect écologique lié aux lisières

Comme présenté en définition, la lisière intervient en tant qu'écotone se manifestant d'un point de vue fonctionnel comme un écosystème de transition entre deux milieux.

Cet écosystème permet d'accueillir de nombreuses espèces aussi bien végétales qu'animales. En effet, la présence d'une grande diversité de plantes en lisière de forêt est possible grâce à l'éclairage latéral et à l'existence des différentes strates selon un étagement graduel (herbacées, arbustes, arbres).

Une richesse végétale, de par des conditions particulières de lumière, d'humidité et de chaleur, permet à tout un nombre d'animaux de vivre, de se reproduire ou simplement servir de lieu de transition.

Dans nos régions, un élément important à ne pas négliger est « l'effet lisière ». En écologie, « l'effet-lisière » peut être défini comme l'ensemble des conséquences écologiques de la juxtaposition de deux écosystèmes. Ces conséquences rassemblent des effets abiotiques (pénétration latérale de lumière dans la forêt, ombrage sur le milieu ouvert, modification du microclimat) et des effets biotiques directs (augmentation de la biomasse végétale) ou indirects (augmentation de la pression de prédation...).

L'effet-lisière se traduit par des modifications de l'abondance des espèces, voire par l'apparition d'espèces nouvelles, absentes des deux milieux pris séparément.

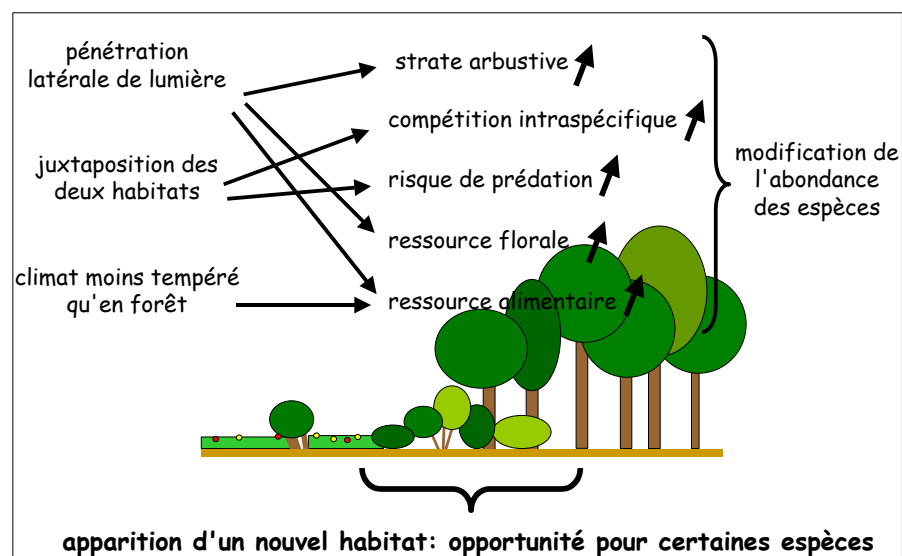


Fig.6 : Aperçu des différents aspects de l'effet-lisière sur une lisière forêt / prairie.
(Source : PAQUET *et al*, 2003)

Les actions d'aménagement ou de gestion au niveau des lisières forestières vont jouer sur cet effet-lisière, dont la modification est « mesurable » *in fine* grâce aux suivis de groupes indicateurs biologiques [PAQUET *et al*, 2003].

Comme présenté en figure 6, c'est un lieu dans lequel les ressources alimentaires sont plus élevées qu'ailleurs. Les différentes espèces vont y trouver l'essentiel de leur nourriture, à savoir fleurs et feuillages pour les insectes, baies pour les oiseaux et proies pour les prédateurs.

La richesse spécifique des lisières se traduit par la présence de plusieurs groupes d'animaux ou de végétaux :

- Des espèces relativement ubiquistes qui peuvent se déplacer entre deux écosystèmes.
- Des plantes et des animaux associés aux lisières où ils trouvent leur habitat optimal.
- Des espèces vivant dans l'écotone mais n'étant que des espèces secondaires des lisières. La majeure partie de leurs populations se trouve dans l'un des deux écosystèmes qui forme la lisière [JEANMART *et al*, 1998].

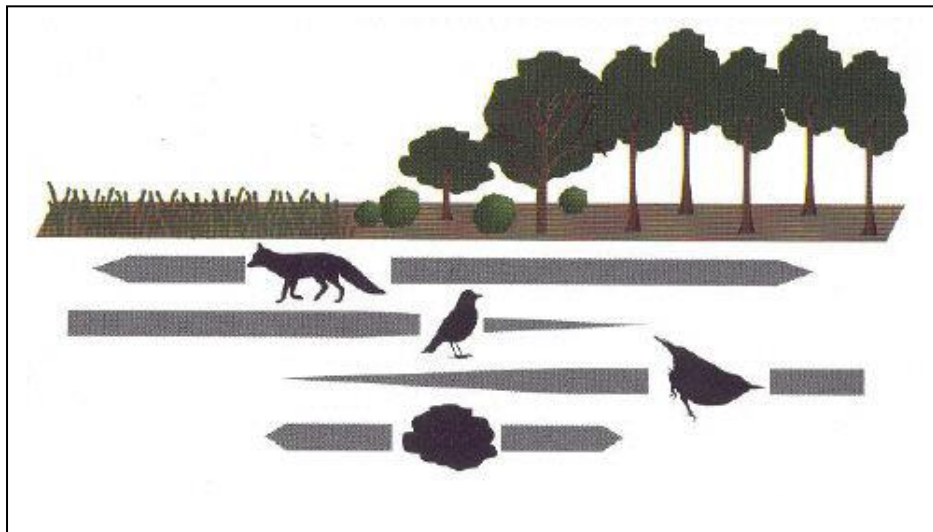


Fig. 7 : Utilisation de la lisière (Source : Forêt Wallonne, 2001)

3. La biodiversité

Hors des milieux spécialisés, il n'était prêté que peu d'attention à la diversité biologique avant la Conférence des Nations-Unies sur l'environnement et le développement de Rio en 1992 [HUFTY, 2001]. C'est à partir de ce moment que de très nombreux pays ont adhéré au programme environnemental «*Global Biodiversity Strategy* ». Depuis, les politiques nationales et internationales de conservation de la nature s'efforcent de promouvoir la biodiversité [RONDEUX, 2002].

Elle désigne la diversité et la variabilité des êtres vivants et des systèmes auxquels ils appartiennent, à trois niveaux d'organisation différents : à l'intérieur des espèces (*biodiversité génétique*), entre les espèces (*biodiversité spécifique*) et entre communautés (*biodiversité écosystémique et paysagère*) [BRANQUART *et al.*, s.d.].

- La *biodiversité génétique* désigne la variabilité des gènes et de leurs combinaisons au sein d'une même espèce. Elle est à la base des potentialités d'adaptation ou de résistance à des conditions changeantes. Elle a pour conséquence l'évolution d'une population qui acquiert des caractéristiques différentes de son état originel (survie) lorsqu'elle se retrouve isolée.
- La *diversité spécifique* désigne la diversité des espèces vivantes, végétales et animales [MRW, 1995].

Ramené à la forêt, le concept de biodiversité couvre non seulement la diversité génétique et spécifique des essences ligneuses qui la composent, mais aussi les cortèges d'organismes qui s'y développent. Ensemble, ils conditionnent la productivité et la stabilité de l'écosystème. Il apparaît qu'une forêt diversifiée résiste mieux à la pénétration d'espèces étrangères ou de maladies et se rétablit plus rapidement en cas de perturbation [BRANQUART *et al.*, s.d.].

La diversité (spécifique) des lisières forestières est mesurée à l'aide de groupes indicateurs choisis en fonction de caractéristiques particulières (connaissance de l'indicateur, utilisation aisée...). Ces indicateurs sont le reflet de la complexité ou variabilité du milieu dans lequel ils se trouvent.

4. Les indicateurs de biodiversité

4.1 Introduction

Jusqu'au 19^e siècle, les pratiques agropastorales ont modelé le paysage en mosaïques d'habitats. L'exploitation des ressources impliquait l'entretien d'une diversité de milieux, tels que tourbières, landes pâturages, friches, vergers... Les espèces liées et secondairement adaptées à ces milieux étaient ainsi favorisées par la multiplicité des modes d'exploitation.

Ces milieux modifiés par l'homme peuvent augmenter la biodiversité, on parlera de milieux-semi naturels [GOFFART, 2001].

4.2 Situation actuelle

De nos jours, avec l'abandon des nombreuses techniques agropastorales traditionnelles, une grande partie de ces milieux semi-naturels ont été reconvertis en prairies artificialisées ou en cultures. De plus, l'usage des pesticides et des engrais ainsi que le développement de la mécanisation ont engendré une banalisation de la flore et de la faune et ont fortement affecté les refuges de la vie sauvage.

Les paysages d'hier ont été totalement bouleversés et leur biodiversité a dramatiquement régressé [GOFFART *et al*, 2001].

Dans nos régions, les lisières présentent souvent une structure pauvre, caractérisée par une transition brusque et nette entre les deux milieux. Cela provient de l'intensification autant de l'exploitation forestière que de l'agriculture qui prévaut dans nos régions. L'homme ayant toujours essayé de rentabiliser au maximum toute la surface disponible, en plantant au plus près des limites.

4.3 Caractérisation des lisières

La « diagnose » des lisières est la première étape du processus visant à améliorer leur structure. Elle permettra de donner un aperçu global des lisières au niveau du cantonnement et d'envisager les mesures de gestion les plus adéquates [DNF, 1998].

4.4 Généralités

Par la diversité de leurs adaptations aux différentes conditions du milieu et par leur sensibilité aux variations de ces conditions, la flore et la faune sont des indicateurs très efficaces de l'état de santé des écosystèmes. A la différence des paramètres physiques ou chimiques de l'environnement, qui mesurent des variations de concentration ou d'états de paramètres environnementaux, la faune et de la flore permettent d'évaluer les conséquences biologiques de ces variations [HALLET, 1997]. Leur complexité et leur nombre étant élevés, seulement quelques groupes de bioindicateurs sont choisis pour la mesure de la qualité biologique.

4.5 Choix des bioindicateurs

Le choix des groupes est fonction de critères tels que leur sensibilité reconnue aux modifications de l'habitat, leur relative facilité d'observation, la présence d'un nombre d'espèces suffisant, observables sur une période suffisamment longue pour que l'établissement de listes annuelles significatives soit possible [HALLET, 1997].

4.6 Groupes bioindicateurs

Dans le cadre de ce travail, plusieurs groupes ont été choisis comme indicateurs de la biodiversité sur les lisières étudiées en Ardennes. Il s'agit des plantes supérieures, des papillons de jour (*Rhopalocera*), des oiseaux ainsi que des carabes.

4.6.1 Les plantes supérieures

La flore wallonne comporte un bon millier d'espèces de plantes dites « supérieures » *ptéridophytes* (lycopodes (*Lycopus sp.*), fougères (*Filicales*), prêles (*Equisetum sp.*)) et *spermatophytes* (conifères et « plantes à fleurs »). Ce très vaste ensemble biologique occupe évidemment de manière plus ou moins sélective des habitats diversifiés et bon nombre d'espèces sont d'excellents indicateurs biologiques de la qualité de l'environnement [SAINTENOY-SIMON, 1997].

Les plantes participent activement au fonctionnement de l'écosystème, et donc jouent un rôle important au niveau de la chaîne trophique en tant que substances nutritives de base pour d'autres vertébrés et invertébrés. C'est donc une des raisons pour laquelle les plantes supérieures serviront ici de bioindicateurs [SKELTON, 2001].



Fig. 8 : Belle-dame (*Vanessa cardui*) butinant sur trèfle des prés (*Trifolium pratense*)
(Source : personnel)

4.6.2 Les papillons de jour

Les papillons constituent un ordre important au sein de la classe des insectes (le second en nombre d'espèces après les coléoptères). Ce groupe est divisé en deux sous-ensembles, les *rhopalocères*, ou « papillons de jour » (environ 20.000 espèces), et les *hétérocères* ou « papillons de nuit » (environ 130.000 espèces). C'est le premier sous-ensemble qui sera repris dans le présent travail, les papillons de jour étant beaucoup mieux connus sur le plan de leur distribution et du point de vue écologique que ne le sont les nocturnes et leur identification est également plus aisée [GOFFART *et al*, 1997].

4.6.2.1 Généralités [GOFFART *et al*, 1997]

Les papillons de jour (116 espèces en Région wallonne) se nourrissent principalement de végétaux ou de productions végétales. Les chenilles ont un régime alimentaire plus ou moins spécialisé selon les espèces. Dans nos régions, la plupart d'entre elles ont un régime oligophage, c'est-à-dire ne comprenant qu'un petit nombre de plantes. Les adultes se nourrissent essentiellement de nectar prélevé sur un éventail de plantes généralement assez large.

Les plantes nectarifères les plus appréciées appartiennent aux familles des astéracées (composées), des dipsacacées, des lamiacées et des fabacées (papilionacées). Certains papillons se nourrissent à l'état adulte d'autres types de substances : miellat de pucerons, sève sur les troncs, fruits pourris, excréments, cadavres d'animaux...

4.6.2.2 Situation actuelle

Le maintien d'une espèce de papillon en un lieu donné n'est possible que si l'habitat satisfait aux exigences de tous les stades du développement.

La présence de la plante nourricière des chenilles est une condition indispensable, mais qui est loin d'être suffisante. Encore faut-il que cette plante soit assez abondante et surtout qu'elle soit située dans un contexte adéquat, particulièrement du point de vue microclimatique, ce qui explique l'importance du port de la plante et de la structure de la végétation environnante.

La disponibilité des ressources de nourriture pour les adultes est également un facteur important, de même que l'existence d'aires ensoleillées, chaudes et abritées des vents tels les buissons, les bosquets, les haies ou les lisières forestières...

Ces exigences, souvent très strictes, limitent fortement le choix de l'habitat chez beaucoup de papillons de jour et les rendent souvent très sensibles aux modifications, parfois peu apparentes, de leur environnement. Pour ces raisons, les papillons de jour sont considérés comme d'excellents indicateurs de la qualité des milieux, nombre de ces espèces habitant les milieux semi-naturels herbacés et buissonnants et les forêts claires.

La faune des papillons de jour de la Wallonie a subi un appauvrissement notable, tant par la diminution du nombre d'espèces que par la régression du nombre et de la taille des

populations. La banalisation de la faune wallonne des papillons de jour est incontestable. Bien que ces tendances soient continues au cours du siècle, le processus s'accroît actuellement. Ces tendances ne peuvent être assimilées à une dépression passagère : il s'agit d'une évolution continue affectant un grand nombre d'espèces et se poursuivant encore aujourd'hui.

Statut	Nombre d'espèces	Pourcentage
Éteint	16	15,5%
En danger critique	16	15,5%
En danger	9	9%
Vulnérable	24	23%
Menacé	3	3%
Faible risque	12	12%
À la limite d'être menacé	1	1%
Non menacé	22	21%

Tableau 1 : Statut des espèces d'après la liste rouge (Source : MRW)

Quatre facteurs principaux ont régulièrement été invoqués pour expliquer le déclin des papillons de jour dans les régions d'Europe de l'Ouest :

- ✓ **Les changements climatiques.**
- ✓ **Les récoltes abusives des collectionneurs :** les prélèvements peuvent menacer une population lorsque celles-ci sont déjà mises en péril par d'autres causes.
- ✓ **L'utilisation généralisée des insecticides :** les produits étant dispersés sur des surfaces cultivées peu fréquentées par les papillons, ils ne joueraient qu'un rôle mineur dans la disparition.
- ✓ **La disparition, la fragmentation et la modification des habitats :** ce sont les espèces spécialisées, liées à des habitats semi-naturels particuliers et en voie de disparition qui sont principalement touchées par le processus.

L'agriculture intensive est à l'origine d'une transformation radicale de nos campagnes et de la régression généralisée des milieux semi-naturels favorables aux papillons.

L'urbanisation et la sylviculture intensive sont les deux autres secteurs des activités humaines qui ont modifié l'aspect des paysages et ont de ce fait aussi contribué au déclin, en particulier le drainage des zones humides, l'augmentation du rendement agricole des prairies par apport d'engrais et utilisation d'herbicides, les plantations de résineux ou de peupliers dans les

fonds de vallées, le traitement des forêts en futaies équiennes denses et l'abandon du régime de taillis, la suppression des clairières et lisières naturelles en forêt, l'eutrophisation généralisée des eaux courantes et des milieux alluviaux attenants...

Cependant, quelques terrains autrefois exploités ont été abandonnés et sont aujourd'hui progressivement recolonisés par un couvert forestier. Ces espaces laissés pour compte, le plus souvent pour causes de difficulté d'exploitation, telles les pentes fortes ou les lieux humides, représentent une part importante des derniers refuges de la vie sauvage à l'heure actuelle [GOFFART *et al*, 2001].

4.6.3 Les oiseaux

4.6.3.1 Généralités [JACOB, 1997]

Les oiseaux représentent une des composantes les plus visibles et facilement identifiables de l'environnement biologique. Ils sont présents dans tous les milieux, des plus artificialisés aux plus naturels : prédateurs ou végétariens, ils ont conquis la multitude de niches écologiques offertes par la végétation et le milieu physique.

La diversité de leurs spécialisations et de leurs exigences spatiales rend toutefois de nombreuses espèces sensibles aux variations, en superficie et en qualité, de leurs habitats de reproduction et de séjour, ce qui leur confère une évidente valeur bioindicatrice.

L'avifaune wallonne des deux derniers siècles compte quelque 350 espèces. Parmi elles, il en est 167 espèces dont la reproduction a été établie, qu'il s'agisse d'hôtes réguliers, occasionnels ou temporaires.

La composition de l'avifaune et l'abondance de ses espèces sont en perpétuelle évolution, mais aux phénomènes naturels dont les effets prédominaient jadis, l'action humaine s'est substituée comme principal agent du remodelage de l'environnement. L'altération des conditions écologiques, en Wallonie, mais aussi ailleurs dans les zones de passage et d'hivernage, constitue la cause essentielle de détérioration de la qualité et de l'originalité de l'avifaune.

4.6.3.2 Situation actuelle [JACOB, 1997]

A l'heure actuelle, les tendances observées sont différentes selon la spécialisation des espèces rencontrées :

- ✓ *Augmentation du nombre d'espèces nicheuses.*
- ✓ *Régression des espèces spécialistes et migratrices.*
- ✓ *Régression des espèces tributaires de populations présentes dans les régions voisines.*

Problèmes spécifiques à la Région Wallonne :

Il est évident que, les populations d'oiseaux sauvages ont toujours connu des variations d'abondance liées aux vicissitudes de la nature et de l'histoire humaine. Sans vouloir à tout prix maintenir chaque espèce à son maximum historique, il convient toutefois de s'inquiéter fortement de l'ampleur et de la rapidité des diminutions en cours, en général sous l'action de facteurs anthropiques dont la force et l'ampleur surpassent maintenant les capacités d'adaptation ou de simple survie de nombreuses espèces.

Ce sont principalement la réduction des habitats disponibles et la diminution de leurs potentialités d'accueil, et en particulier des ressources alimentaires, qui sont responsables des régressions observées.

✓ *Espèces des campagnes*

Les effets des transformations générales de l'agriculture ont été mis en évidence depuis de nombreuses années.

Les plus fortes dégradations récentes de l'avifaune concernent les milieux cultivés. Aucune espèce des cultures, des prairies et des éléments ligneux des campagnes ne parvient à maintenir son abondance antérieure.



Fig. 9 : Pie grièche écorcheur (*Lanius collurio*) sur une haie en milieu ouvert (Source : personnel)

✓ *Espèces des forêts*

L'avifaune des forêts feuillues est en général relativement stable.

Des évolutions positives en milieu forestier apparaissent, tel le retour de la cigogne noire (*Ciconia nigra*) après un siècle d'absence. Ceci résulte de l'action de plusieurs éléments positifs comme les mesures de protection de la faune, la reconstitution de blocs forestiers importants, la prise en compte des valeurs biologiques dans la gestion forestière domaniale, la maturation de certains blocs forestiers, le maintien de vallées forestières humides.

Malheureusement, ces aspects positifs sont de plus en plus contrebalancés par l'intensification de la sylviculture et la dissociation des fonctions de la forêt.

4.6.4 Les carabes

4.6.4.1 Généralités [DUFRENE *et al*, 1997 ; ISTACE, 2002]

Les carabidés sont des insectes coléoptères largement distribués dans le monde et très diversifiés (près de 60.000 espèces). Ce groupe comporte en Luxembourg plus de 380 espèces dont au moins 340 sont répertoriées en Wallonie.

Les carabidés occupent tous les habitats terrestres qu'il s'agisse de milieux naturels et semi-naturels (tourbières, landes, pelouses calcaires, forêts,...) ou de milieux déjà fortement modifiés par les activités humaines (cultures, prairies amendées, agglomérations ...).

Deux-tiers environ des carabidés sont des prédateurs, plus ou moins spécialisés selon les espèces. Ils dépendent donc de la richesse locale en proies, elle-même liée à la diversité et à la productivité végétales.

La proportion des individus capables de voler au sein des différentes espèces est corrélée à la stabilité de l'habitat et à la période écoulée depuis sa colonisation. Le choix de l'habitat est donc très spécifique et ce trait associé à leur détermination aisée, ont conduit à les utiliser comme bioindicateurs pour évaluer la pollution de l'environnement ou classifier certains sites.

Les causes de régression de nombreuses espèces de carabidés sont principalement anthropiques. Les techniques agricoles influencent la composition, l'abondance et la distribution de ces insectes par l'utilisation d'engrais chimiques, de pesticides et les changements dans la structure de l'habitat (labours profond, gel...).

4.7 Application

Ces différents bioindicateurs ont été testés sur des lisières forestières du massif ardennais. Le territoire ardennais est caractérisé par une abondance de lisières à faciès abrupts. Ces lisières peu développées seront donc un excellent point de départ pour une étude de comparaison de paires de lisières par des bioindicateurs, et ce sur une période échelonnée dans le temps.

5. Présentation de l'Ardenne

[ANDRE *et al*, 1993 ; BARY-LENGER *et al*, 1999]

5.1 Localisation

L'Ardenne se situe entre les régions schisto-calcaire et jurassique. Sa superficie atteint environ 420.000 ha.

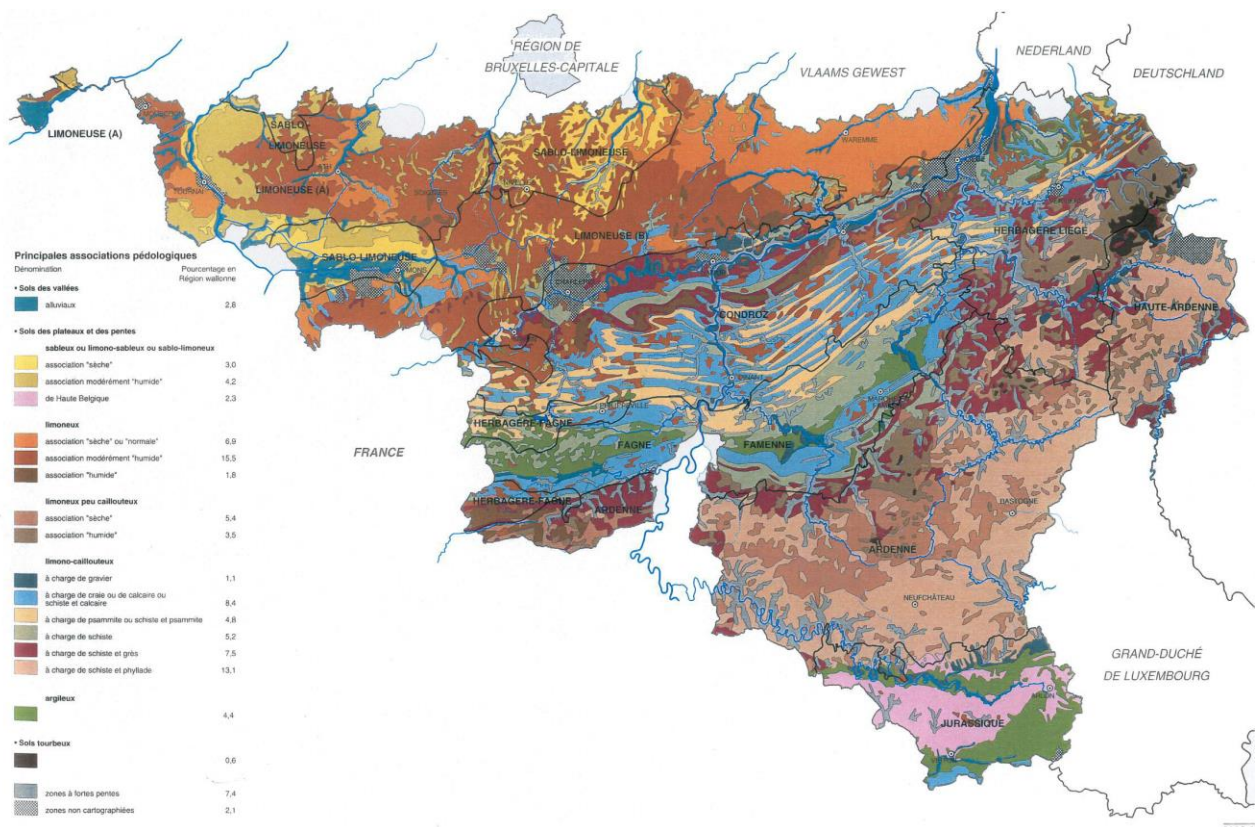


Fig. 10 : Situation de l'Ardenne et pédologie (Source : MRW)

La limite nord et nord-est passe au sud de Chimay, Couvin, Beauraing, Wellin, sud-est de Rochefort, nord-ouest de Nassogne, sud-est de Marche, ouest d'Erezée, est de Ferrière, Louveigné, Tilff, Pépinster, sud de Verviers pour atteindre Eupen.

A l'est, elle est limitée par le Luxembourg et le Grand-Duché de Luxembourg, à l'ouest par la France.

Elle est séparée au sud de la région jurassique par une ligne passant par Munio, sainte Cécile, Florenville, Marbehan, Habay-la-Neuve, Attert et le Grand-Duché de Luxembourg.

C'est la région la plus accidentée du pays. Elle est constituée de plateaux plus ou moins vastes, en gradins, entrecoupés de vallées de direction générale sud-est/nord-est.

Son altitude varie de 200 m (vallée de l'Ourthe) à 694 m (Signal de Botrange). La moyenne étant d'environ 400 m.

On divise classiquement cette partie la plus boisée du pays en

- *Basse Ardenne*, comprise entre 200 à 350 m, englobant les plateaux peu élevés : sud de la province de Namur, Thiérache et les vallées.
- *Moyenne Ardenne*, comprise entre 350 à 450 m ; elle comprend des plateaux généralement très étendus aux environs de Gedinne, Paliseul, Neufchâteau, Nassogne, Herbeumont, Anlier, Houffalise, Saint-Vith.
- *Haute Ardenne*, au-dessus de 450 m, elle comprend les plateaux les plus élevés tels la Baraque Michel, les crêtes de l'Eifel...

5.2 Les conditions de végétation

5.2.1 Température

Le climat est rigoureux, on retrouve un hiver froid et prolongé, et un été modéré car les températures moyennes mensuelles de juillet oscillent, selon les altitudes entre 14 et 16°C.

Les hauts plateaux sont très froids, leur température moyenne annuelle est voisine de 6 à 7°C.

Les plateaux peu élevés, entre 200 et 350 m, et les versants des vallées ont un climat moins rigoureux que celui de l'ensemble de la région. Les températures moyennes annuelles atteignant 8°C.

Le nombre de jours de gelées varie de 90 à 160.

5.2.2 Précipitations

Au niveau des précipitations, l'Ardenne reçoit 900 à 1400 mm d'eau selon l'altitude, les hauts plateaux ardennais étant les plus pluvieux.

Les précipitations sont les plus abondantes en hiver (novembre – décembre) dans la partie occidentale tandis que dans le nord-est le maximum se situe en été. Le printemps est la saison la plus sèche. Le nombre de jours de précipitations varie de 175 à 190.

Les neiges sont abondantes, souvent humides et collantes. Elles apparaissent tôt (octobre) et disparaissent tard (mai).

5.3 Géologie et pédologie

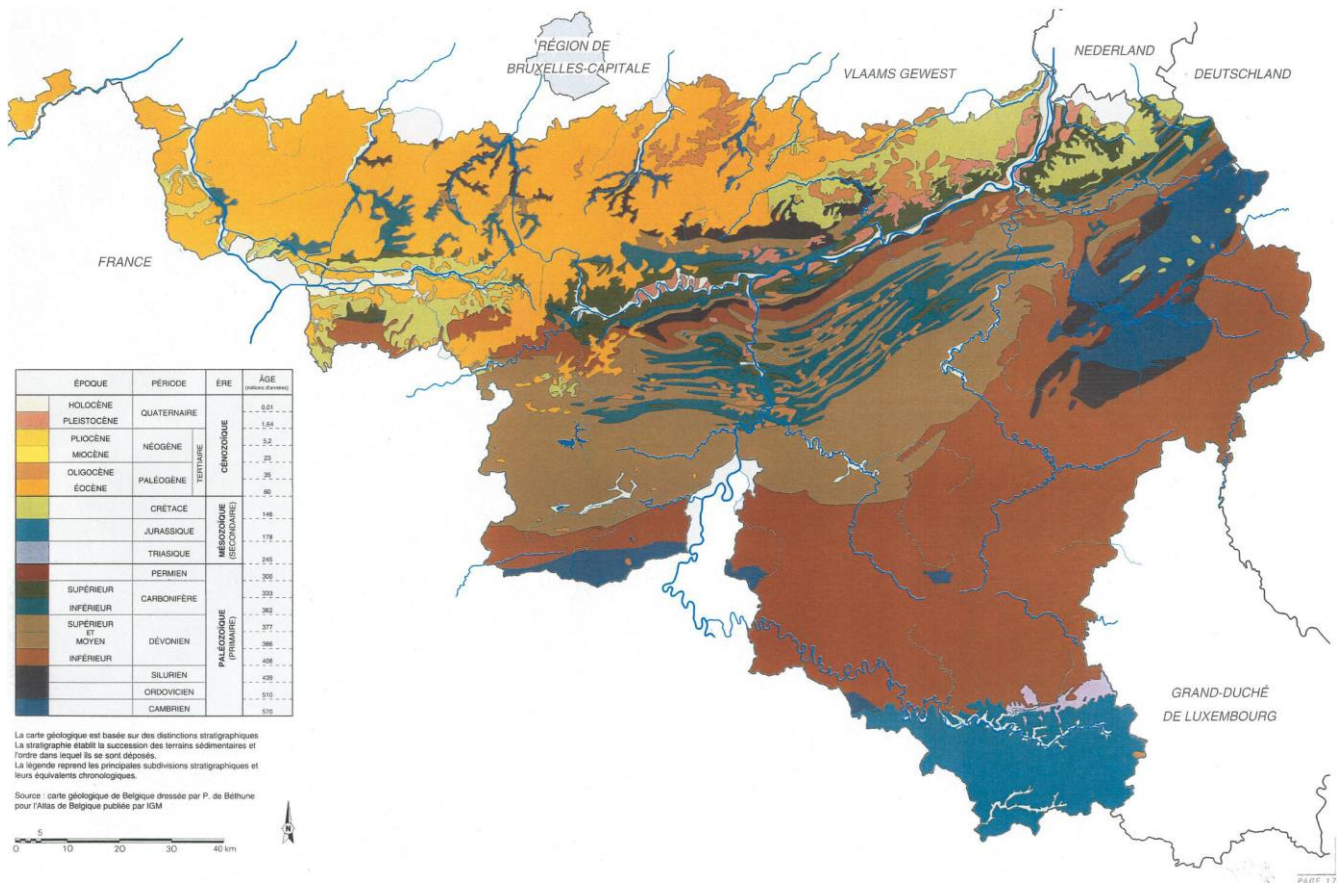


Fig. 11 : Pédologie (Source : MRW)

Schématiquement, l'Ardenne est le sommet du dôme primaire dont les assises, les plus anciennes du pays, sont le Cambrien et le Dévonien Inférieur.

L'Ardenne est la région la plus boisée du pays. On y rencontre principalement des futaies naturelles à base de hêtres (*Fagus sylvatica* L.) et des plantations artificielles surtout d'épicéas, mais le taillis sous futaie de chênes est bien représenté aux altitudes inférieures.

Dans l'ensemble, les sols sont plus pauvres et les forêts sont moins luxuriantes qu'en Gaume.

Le sol, à base d'argiles (schistes et phyllades), de silice (grès et quartzites) et de ces deux éléments réunis (psammites) se rencontre soit sous forme d'alluvions des vallées, assez peu abondantes et surtout livrées à l'agriculture, soit sous forme de sols rocheux, argileux, gréseux, schisteux et enfin limoneux et sablo-argileux.

La valeur du sol ardennais dépend du substrat géologique, de la topographie, de la formation pédologique, de son économie en eau. Ce sol présente généralement un horizon compact, induré, situé à des profondeurs variant de 0,50 m à 1,20 m.

Le sol ardennais s'apparente en général à un sol brun lessivé dont les propriétés physiques et chimiques varient selon la nature de la roche-mère, de la topographie, le couvert, l'antécédent culturel.

Normalement pourvus en azote et en potasse, ces sols peuvent être carencés en calcium, en phosphore et en magnésium.

5.4 Les peuplements

5.4.1 *Peuplements de la Haute Ardenne*

- ✓ Les *forêts feuillues* n'y couvrent qu'une faible étendue ; ce sont surtout les taillis sous futaie car le taillis est pratiquement inexistant. On retrouve quelques hêtraies (*Luzulo-Fagetum*) de qualité médiocre (forêts climaciques). Ce sont des peuplements dégradés et envahis par la myrtille, fainées rares, régénération naturelle très difficile.

Toutefois, à la limite inférieure de la Haute Ardenne, où le climat et le sol (gréso-schisteux) sont plus favorables, se rencontrent d'excellentes hêtraies (Saint-Michel , Freyr, Saint-Hubert...) avec, en mélange, le chêne rouvre (*Quercus petraea* (Mattus) Liebl.), l'érable (*Acer sp.*), l'épicéa, le sapin (*Abies sp.*) et le douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco).

- ✓ Les *forêts résineuses* , de loin les plus importantes, comprennent essentiellement des pessières.

La futaie d'épicéa, habituellement équienne et monospécifique, peut parfois se présenter associée à d'autres espèces : douglas, épicéa de Sitka (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.), sapins de Vancouver (*Abies grandis* (D.Don) Lindl.), pectiné (*Abies alba* Mill.), hêtre.

A côté de ces pessières, il existe aux environs de 450/500 m d'altitude quelques pineraies. Le pin sylvestre a également été employé comme essence transitoire pour installer l'épicéa, le douglas, le hêtre, le sapin.

5.4.2 *Peuplements de la Moyenne Ardenne*

- ✓ Parmi les nombreux peuplements de *feuillus*, les hêtraies couvrent une étendue très importante (Gedinne...). Le hêtre, essence largement dominante, est mélangé à une proportion relativement faible de chêne rouvre surtout et, accessoirement, de frêne (*Fraxinus excelsior* L.) et d'érables sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.) et plane (*Acer platanoides* L.).

Le taillis sous futaie est encore assez bien représenté en Moyenne Ardenne, spécialement dans sa moitié inférieure. Les chênes, le hêtre, le bouleau, le frêne, l'érable constituent la réserve où la proportion de chêne et de hêtre peut être très variable, ce dernier représentant souvent la moitié du mélange.

Dans le taillis, on retrouve charme, coudrier, chêne, peuplier tremble, érable, aulne (*Alnus sp.*), bourdaine (*Frangula alnus* Mill.).

- ✓ Les peuplements *résineux* couvrent une superficie importante et y jouent un rôle économique indéniable. On retrouve les pessières ainsi que des pineraies.

5.4.3 Peuplements de la Basse Ardenne

- ✓ Cette région qui fut le domaine du taillis sous futaie et du taillis simple est couverte actuellement de futaies feuillues et résineuses obtenues par des conversions diverses.
- ✓ Si la surface des peuplements résineux est moindre qu'en Moyenne Ardenne, la culture de l'épicéa a pris une grande extension par suite du boisement de terrains abandonnés par l'agriculture. Cette extension est le fait de la forêt privée. Cependant, cette espèce y souffre de la sécheresse, de la pourriture rouge et des gelées tardives.

Les futaies de pin sylvestre y sont bien représentées et ont une très bonne croissance, supérieure même à celle de la Moyenne Ardenne.

6. Objectifs

6.1 Objectifs généraux

L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'impact d'une nouvelle mesure agri-environnementale sur la biodiversité des lisières forestières. Cette nouvelle mesure vise à restaurer un ourlet herbacé afin de voir s'il est favorable à cette biodiversité dans le but de proposer en final, des mesures de gestion judicieuses.

En effet il existe une relation directe entre la structure d'une lisière forestière et sa diversité biologique. Une lisière bien structurée, c'est-à-dire comprenant un cordon de buissons ainsi qu'un ourlet herbacé bien développés, possède une diversité biologique plus importante qu'une lisière présentant une structure pauvre, caractérisée par une transition brusque entre le milieu ouvert et le milieu fermé.

Une série de lisières forestières à « faciès pauvres » ont donc été sélectionnées sur le territoire ardennais dans le but de leur appliquer cette mesure expérimentale. Une lisière proche et identique où n'est pas appliquée la mesure est utilisée à des fins de comparaison. Les contrôles positifs, c'est-à-dire les lisières de faciès 4 ou 5, quant à eux servent de modèle à atteindre pour l'avenir.

Il s'agit bien entendu d'une étude à long terme: ce travail de fin d'études ne comprend donc que la mise en place du dispositif d'étude et la première année de relevé. Il faut s'attendre à ce que ces bioindicateurs reflètent plutôt une situation initiale du dispositif, plutôt que de montrer une évolution qui ne pourra être réellement décelée qu'à plus long terme. Nous nous sommes donc attachés à étudier "l'effet lisière", dans cette situation initiale, pour nos groupes bioindicateurs.

6.2 Objectifs du travail

Les objectifs tout au long de cette étude étaient la mise en place du dispositif. Celui-ci consistait en la recherche de sites pour l'installation de la mesure. Un travail de prospection a donc eu lieu afin de trouver les 17 lisières sur lesquelles nous pourrions tester le bienfait de cette bande refuge.

Une fois les sites d'étude déterminés, il a fallu créer le système de suivi par des bioindicateurs.

Finalement, les suivis ont été réalisés pour la saison de départ (relevés et analyses).

7. Matériel et méthodes

7.1 Site d'étude

Les lisières forestières constituent la base principale de cette étude.

7.1.1 Choix des lisières

Depuis le mois de juillet/août 2002, une recherche de terrain a permis la sélection de 17 lisières forestières réparties sur le territoire ardennais (200301 → 200317) et comprenant 7 paires de lisières et 3 contrôles positifs. Chaque paire est caractérisée par une lisière sur laquelle est installée une bande refuge (lisière dite « *bande extensive* ») comparée à une lisière ne possédant pas cette bande refuge, on parlera de « *témoin* ». Ces tronçons devaient respecter certaines conditions quant à l'exposition, leur longueur, leur structure...

Bien que les orientations sud à sud-ouest soient les plus propices au développement d'un cordon de buissons important [JEANMART *et al*, 1998], pour des raisons de difficulté de choix, nous avons également inclus dans cette étude, des lisières exposées nord, nord-est, est, sud-est et ouest en plus du sud, sud-sud-ouest et sud-est.

Conditions :

- Longueur idéalement de 200 m
- Situées en bordure de prairie
- Situées en Ardenne occidentale
- Faciès de type 1 ou 2 (absence de cordon et d'ourlet important)

En outre, les deux lisières d'une même paire doivent présenter :

- Une structure (faciès) identique
- Un territoire écologique identique
- Une altitude identique
- Un même type de peuplement (composition / structure).
- Un même type de prairie

Ces lisières sont reprises dans un gradient compris entre 180 et 405 m d'altitude.

Les contrôles positifs sont des lisières de faciès 4. Elles présentent une dynamique bien avancée de la recolonisation d'une prairie abandonnée ou d'une coupe à blanc en lisière, par la forêt, ce qui leur confère une structure complexe (faciès 4 et 5).

7.1.2 Description des lisières du dispositif 2003

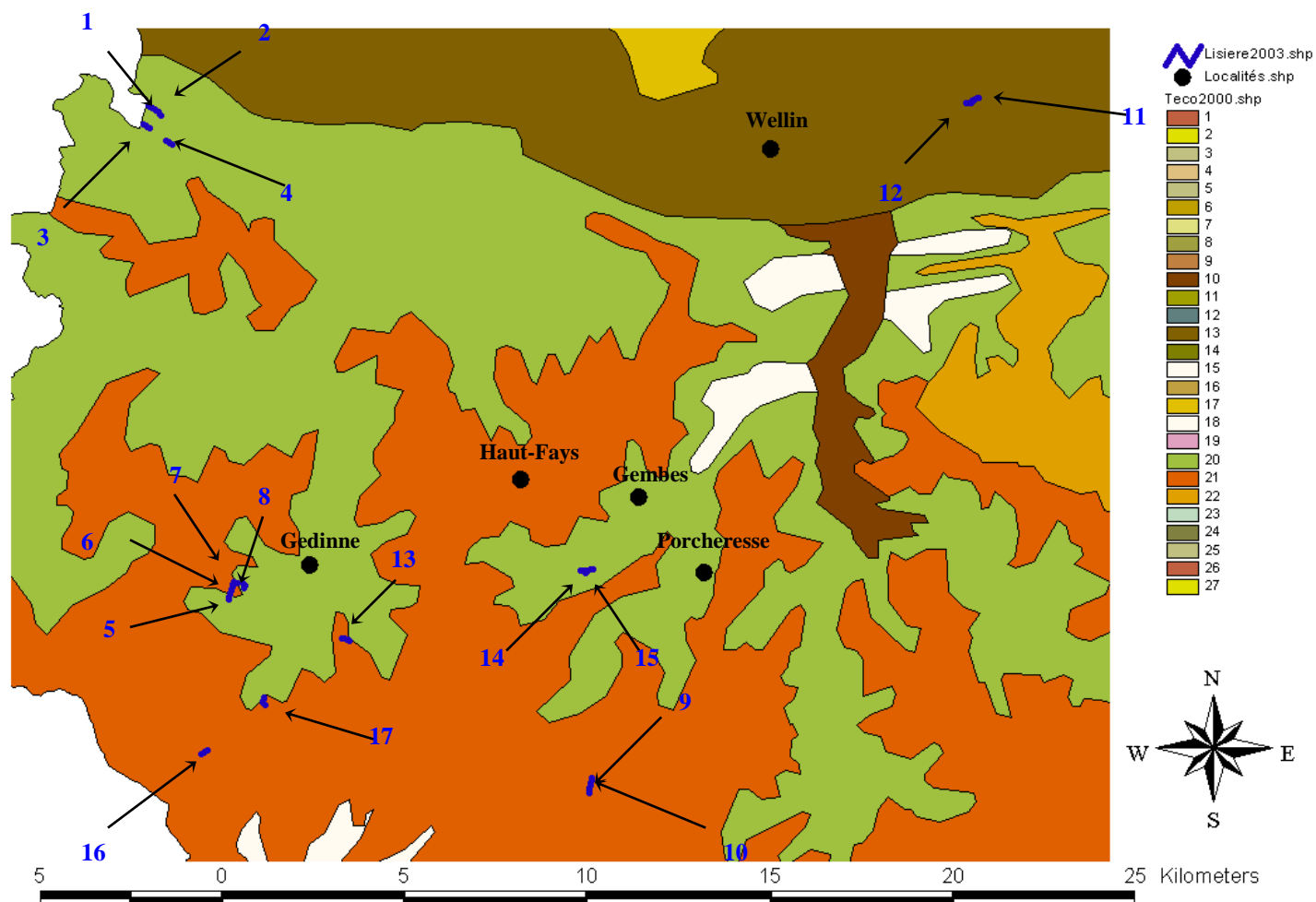


Fig. 12 : Répartition du dispositif lisière 2003 (Source : Unité de sylviculture, modifié).

7.1.2.1 Valeur écologique

Nous avons appliqué à nos 17 lisières un calcul de la « valeur écologique ». Celui-ci consiste en un diagnostic rapide de la lisière [JEANMART *et al*, 1998].

Les paramètres utilisés pour l'application de la méthode de caractérisation de la lisière sont repris dans un « *formulaire préconisé pour la caractérisation des lisières* » (*Annexe 1*).

Ces paramètres sont regroupés en sept catégories :

- les paramètres stationnels
- les paramètres du milieu ouvert
- les paramètres du milieu forestier
- les paramètres de propriété et limite
- la codification des influences perturbatrices
- les paramètres de diversité structurale des lisières
- les paramètres de diversité biologique de la lisière

Afin d'estimer la valeur écologique de la lisière, il suffit de sommer les différentes cotations attribués à la diversité structurale (sauf le faciès) et à la diversité biologique [JEANMART *et al*, 1998].

- ✓ Supérieur à 25 : valeur écologique de la lisière **élevée**
- ✓ Comprise entre 15 et 25 : valeur écologique **moyenne**
- ✓ Inférieur à 15 : valeur écologique **médiocre**

C'est ainsi que chacune des lisières du dispositif possède sa propre valeur de référence, sur laquelle nous pourrions nous baser à l'avenir pour mettre ou non en évidence une amélioration de la structure.

7.1.2.2 Description des paires de lisières et des contrôles positifs

7.1.2.2.1 Situation géographique et stationnelle des lisières

Dans cette partie de chapitre, nous décrirons sous forme de tableau ci-après, la situation géographique, les paramètres stationnels, la composition, ainsi que la valeur écologique calculée de chacune des lisières.

Tableau descriptif des lisières du dispositif 2003 et situation

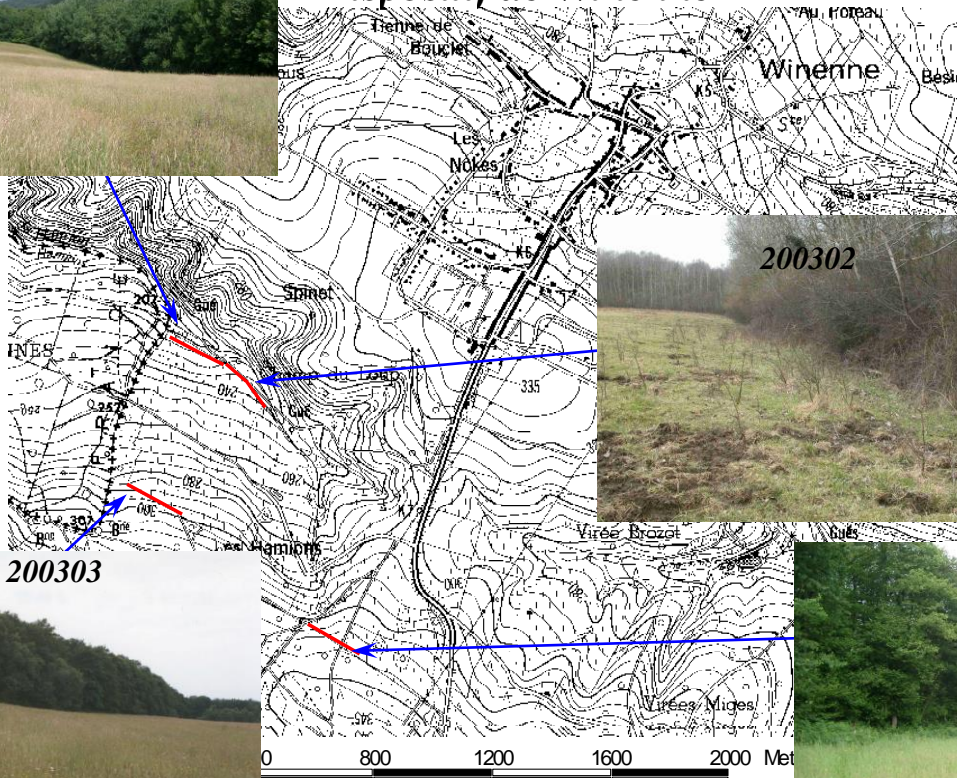
Identifiant	Type	Localité	Alt. (m)	Terr. écol.	Exp.	forêt	cordon	ourlet	prairie	Faciès	Valeur écol.
200301	bande extensive	Winenne	225	20	SO	Chênaie	2 à 5 m	1 à 2 m	fauche très tardive	2	18
200302	témoin 200301	Winenne	240	20	SO	Chênaie	2 à 5 m	1 à 2 m	fauche très tardive	2	22
200303	bande extensive	Winenne	300	20	NE	Chênaie	2 à 5 m	1 m	fauche très tardive	2	17
200304	témoin 200303	Winenne	335	20	NE	Chênaie	2 à 5 m	2 m	fauche très tardive	2	17
200305	bande extensive	Gedinne	360	20	E	Chênaie/pessière	aucun	1 m	prairie pâturée	1	9
200306	témoin 200305	Gedinne	360	21	E	Chênaie/mise à blanc	aucun	1 m	prairie pâturée	1	11
200307	bande extensive	Gedinne	340	21	SE	Pessière/mise à blanc	aucun	aucun	prairie pâturée	1	7
200308	témoin 200307	Gedinne	340	20	O	Pessière/mise à blanc	aucun	aucun	prairie pâturée	1	6
200309	bande extensive	Graide	390	21	O	Mélèzes/mixtes	aucun	2 m	fauche tardive	2	9
200310	témoin 200309	Graide	390	21	O	Mélèzes/mixtes	aucun	2 m	fauche tardive	2	9
200311	bande extensive	Resteigne	180	10	NE	Hêtraie/pessière/divers	2 à 5 m	aucun	fauche tardive	1	11
200312	témoin 200311	Resteigne	180	10	NE	Hêtraie/pessière/divers	2 à 5 m	aucun	fauche tardive	1	13
200313	contrôle positif	Louette St-Denis	355	21	SSO	Chênaie/pessière	13 m	35 m	prairie abandonnée	4	26
200314	contrôle positif	Gembes	340	20	S	Boulaie/pessière	10 m	60 m	prairie abandonnée	4	25
200315	contrôle positif	Gembes	340	20	S	Pessière	aucun	125 m	mise à blanc	5	17
200316	bande extensive	Louette St-Pierre	405	20	SE	Pessière	aucun	aucun	prairie pâturée	1	9
200317	témoin 200316	Louette St-Pierre	380	20	E	Douglasaie	aucun	aucun	prairie pâturée	1	6

Tableau 2 : Description des lisières du dispositif



200301

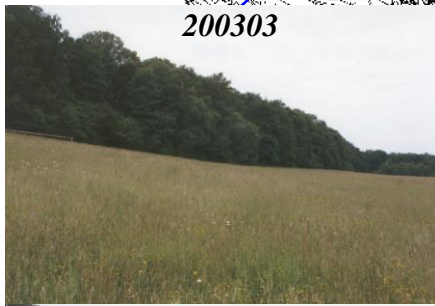
Dispositif de Winenne



Lisières



200302



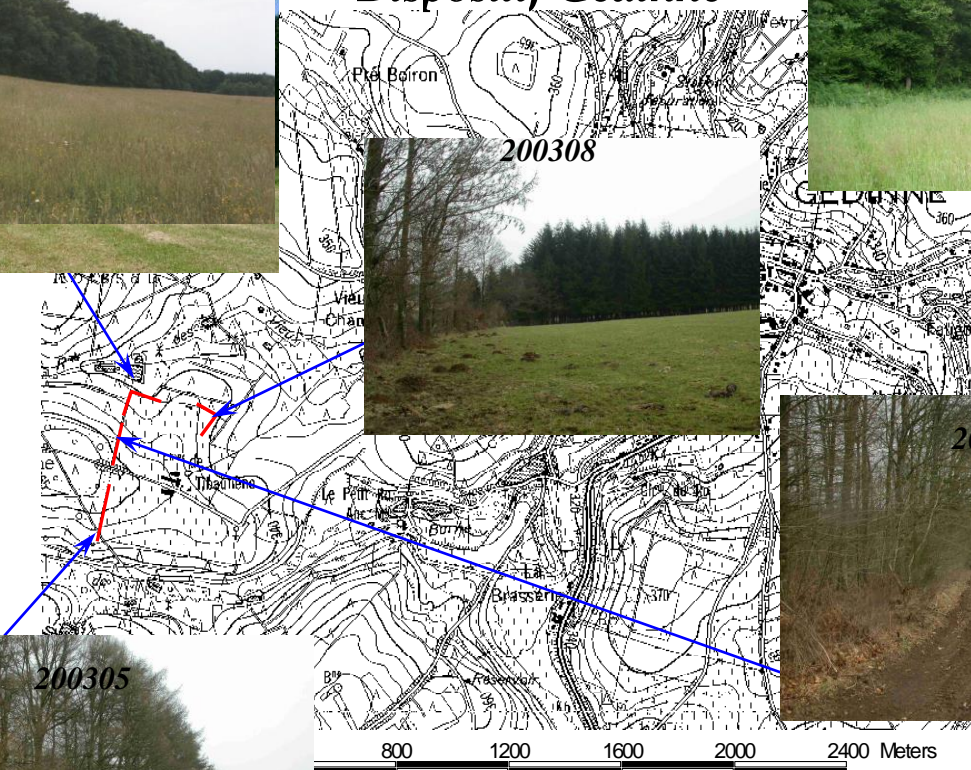
200303



200304



Dispositif Gedinne



Lisières



200308

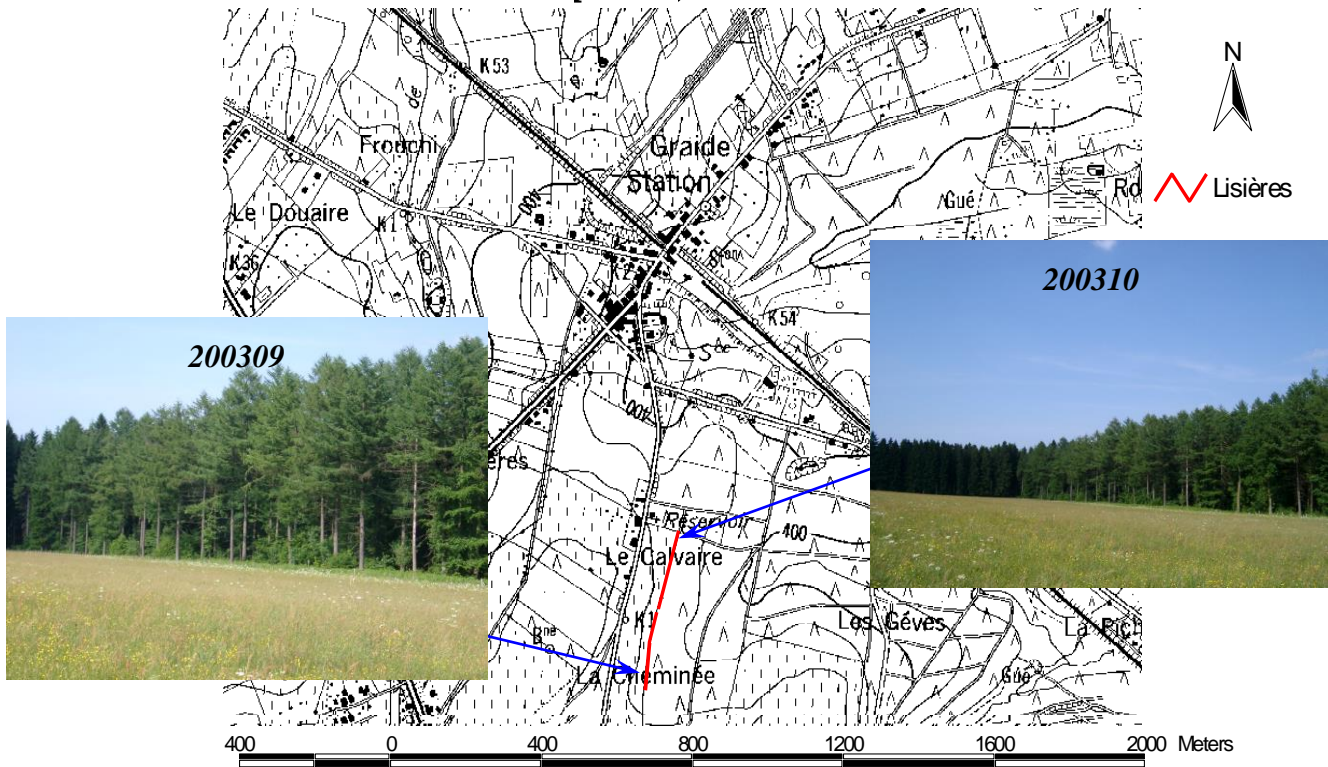


200306

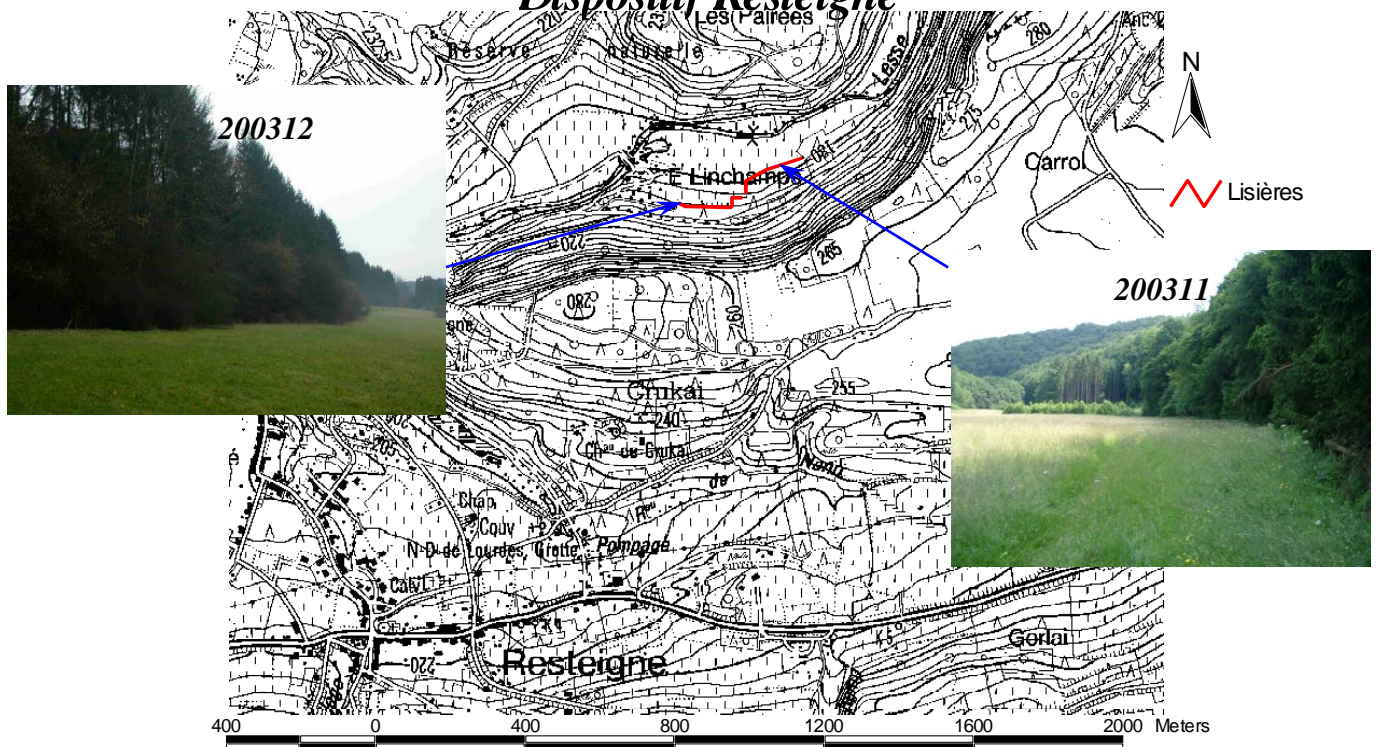


200305

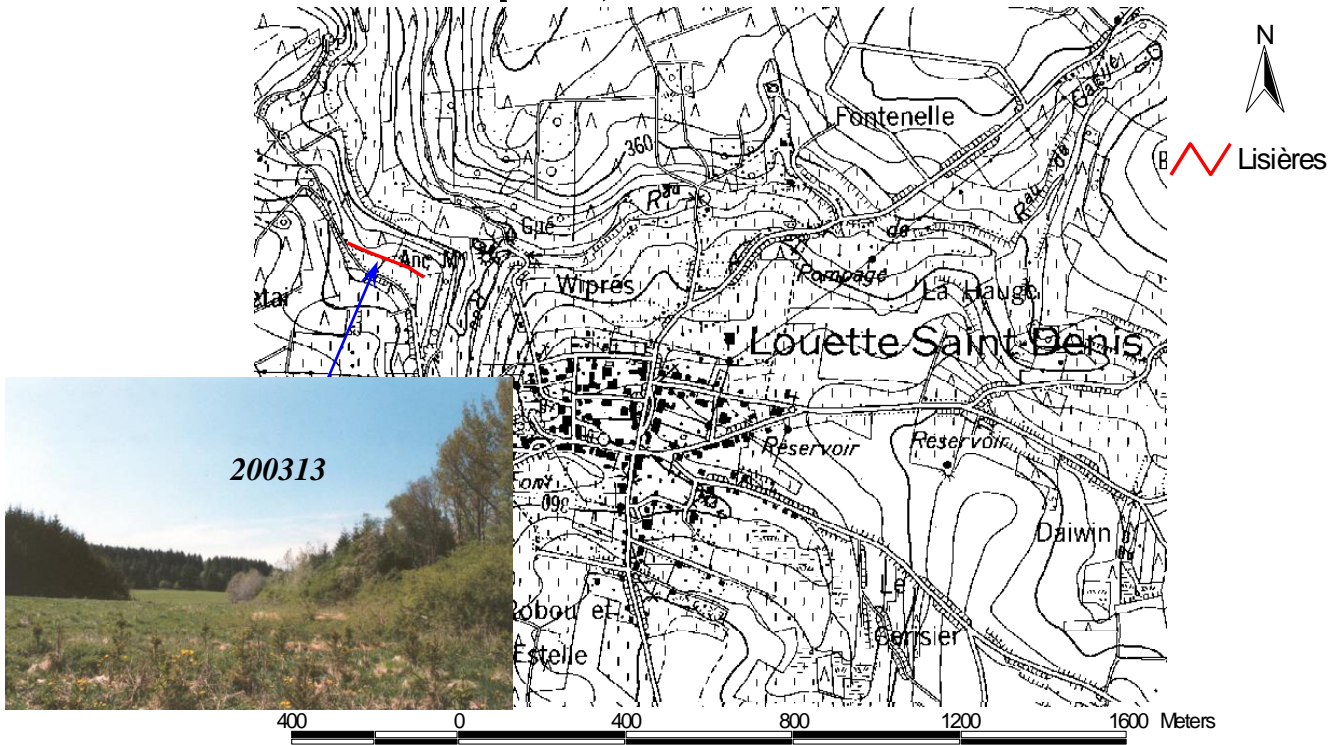
Dispositif Graide



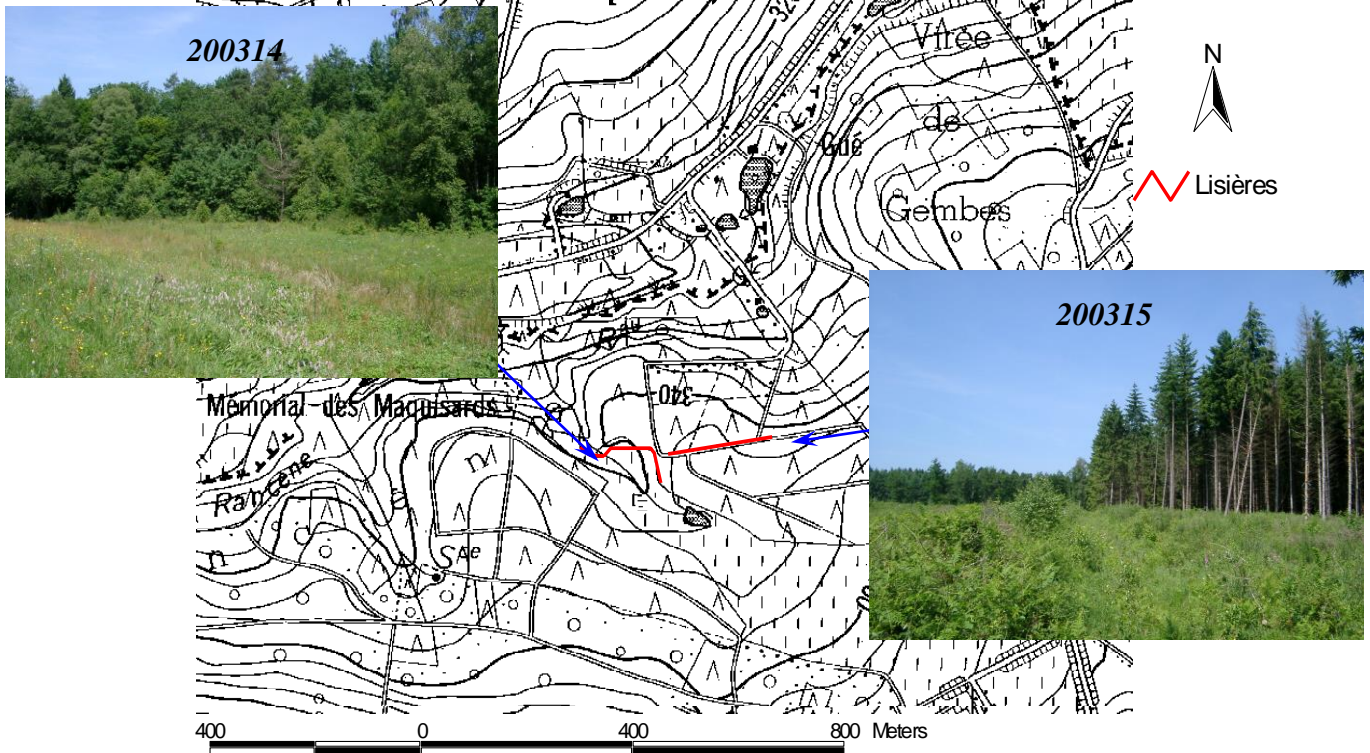
Dispositif Resteigne

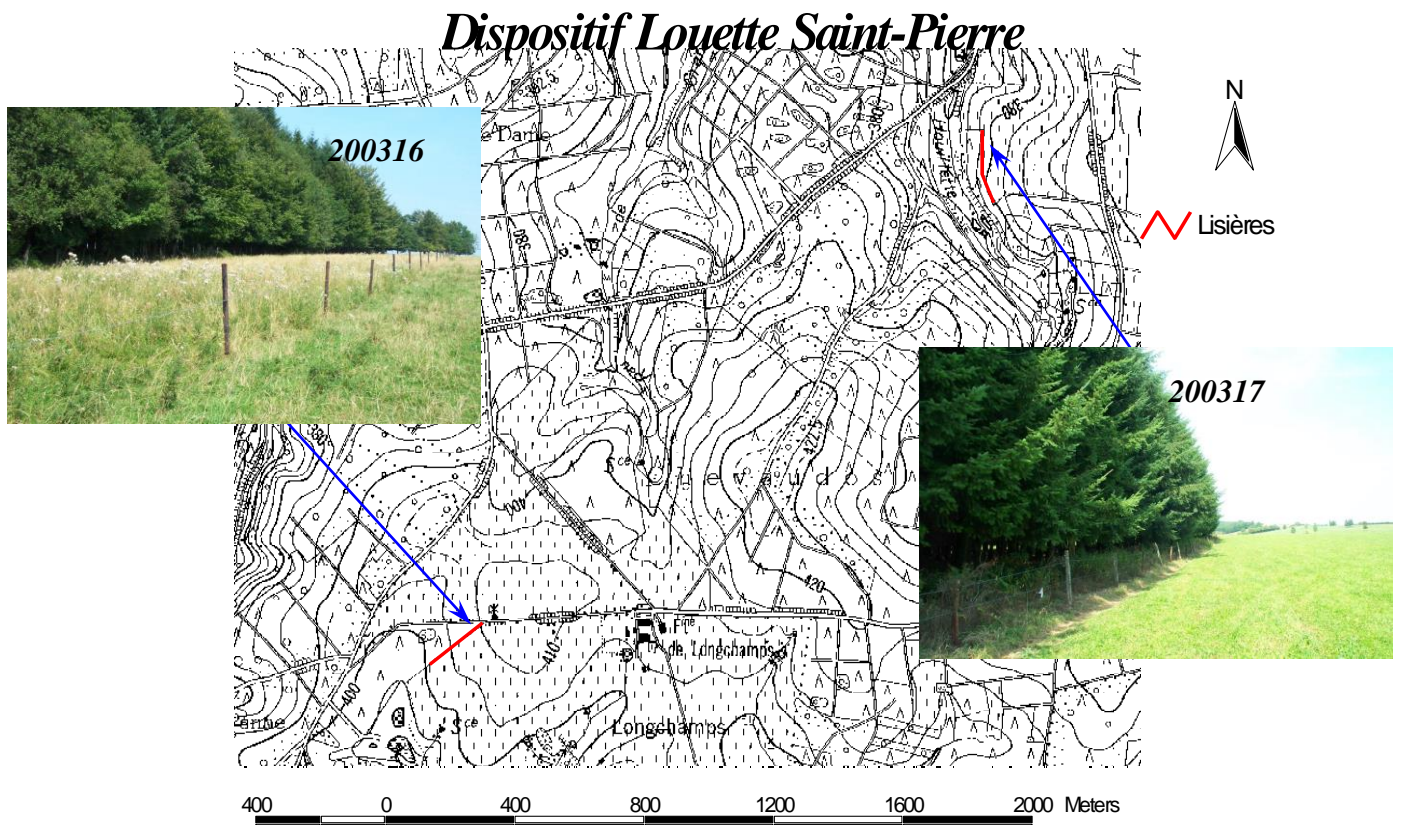


Dispositif Louette Saint-Denis



Dispositif Gembes





7.1.2.2 Situation historique des lisières

Dans cette partie, nous mettrons en évidence l'aspect historique des prairies jouxtant les lisières. Cet historique a été obtenu à partir d'un questionnaire (*Annexe 2*). Il est important de connaître les antécédents de la prairie (prairie de fauche, pâture ou culture, degré d'amendement du sol...), tous ces éléments pouvant influencer à long terme la flore et faune de la lisière.

Nous traiterons ici uniquement des points principaux pouvant avoir eu une influence directe sur milieu, un tableau plus précis étant repris en annexe (*Annexe 3*).

- Les lisières **200301** à **200304** situées à Winenne n'ont pas reçu d'apports d'engrais de ferme ni d'apports d'engrais minéraux quels qu'ils soient depuis très longtemps. Ces prairies sont utilisées uniquement en tant que prairies de fauche. Une première fauche a lieu après la mi-juillet, les prairies étant sous mesures agri-environnementales en fauche très tardive. Une deuxième fauche a généralement lieu vers la fin de saison en septembre-octobre. Aucun produit contre les rémanents n'est utilisé, cependant, la majorité des haies ont été gyrobroyées ce printemps 2003.

- La lisière **200305** de Gedinne reçoit une année sur deux du compost de ferme à raison d'un apport de 30T/ha (dernier dépôt en 2002). Elle a également subi une série de traitements au NPK. On recense ces traitements au moins depuis 1997 jusqu'à 2001. Les années 2002 ainsi que 2003 n'ont reçu quant à elles qu'un ou plusieurs traitements en nitrates. Cette prairie alterne également entre pâture et fauche. Une seule fauche étant réalisée. Chaque année, un traitement localisé contre les chardons et rumex a lieu (MCPB). Cependant, en 2003, ce traitement s'est réalisé en plein.

- Les lisières **200306** et **07** également situées à Gedinne ont un historique un peu différent. En effet, de 1997 à 2000, les prairies servaient à la culture du grain (épeautre, froment, escourgeon et finalement avoine). Pour ces cultures, un apport de compost ainsi que des apports en NPK (+ traitements nitrates) ont eu lieu. Toute une série de traitements herbicides, de raccourcisseurs... ont été appliqués durant toute la durée des cultures. A partir de 2001 jusqu'en 2002 aucun épandage de compost ou lisier n'a été appliqué. Ce n'est qu'en 2003 que 30T/ha de compost a été déversé. De 2001 à 2003, des traitements NPK ou nitrates seuls ont eu lieu. La première fauche après les cultures a été réalisée en 2003, cette fauche étant suivie d'un pâturage.

- Finalement la dernière lisière de Gedinne, la **200308** se situe le long d'un chemin de pâture, elle ne subit donc pas de fauche. Un traitement localisé contre les orties est cependant effectué chaque année (MCPB).

- Les lisières **200309** et **10** à Graide sont des prairies de fauche suivi d'un pâturage. Elles reçoivent en général uniquement un traitement au compost (potasse en 1999). Sur les 40ha de prairie, 4ha sont en fauche très tardive et 15 ha sont en fauche tardive, dont la prairie de 8 ha sur laquelle a été installée la bande refuge (200309). Il y a également eu une élimination chimique des rejets d'arbres en 2003 en bordure de lisière.

- Les lisières **200311** et **12** à Resteigne reçoivent depuis de nombreuses années du lisier à raison de 16000L/5ha. Avant 1998, les prairies étaient fauchées fin mai et en septembre, ensuite les vaches y pâturaient jusqu'en novembre. Depuis 1998, une première fauche a lieu en juillet et est suivie d'une seconde en septembre ; aucune vache n'y pâture plus. Ces prairies n'ont jamais subi de traitements herbicides.

- La lisière **200313** de Louette Saint-Denis était à l'abandon, elle ne subissait aucun traitement ni fauche. Elle représentait l'exemple typique d'une lisière dynamique, en train de recoloniser la prairie abandonnée. Cependant, en juin 2003, un gyrobroyage des haies et de la lisière a malheureusement été réalisé dans le but de la transformer en prairie à chevaux.

- A Gembes, nous disposons de 2 lisières, la **200314** et **15**. La 14 est une prairie laissée sans aucun traitement ni fauche depuis de nombreuses années, Cependant, un passage de tracteur est réalisé sur une ligne afin d'écraser les cirses (*Cirsium sp.*) L'habitat prairie de la numéro 15 est une mise à blanc, récemment replantée avec des Douglas, caractérisée par une actuelle grande diversité de la strate herbacée entre les lignes.

• Finalement, les lisières **200316** et **17** de Longchamps sont des prairies pâturées; aucune fauche, si ce n'est une fauche de nettoyage en 2002, n'est effectuée. Ces prairies reçoivent un mélange fumier-compost en janvier et un apport de compost fin juillet. De 1996 à 1998, un apport de nitrate d'ammoniaque a eu lieu, depuis plus aucun engrais minéral n'a été appliqué.
Un traitement localisé des rumex au MCPB a également été réalisé entre 1996 et 1999.

7.2 Relevés biologiques : Méthode

7.2.1 Mise en place

7.2.1.1 Plantes supérieures :

Durant le mois de juin 2003, j'ai personnellement réalisé les relevés botaniques nécessaires à ce travail.

Parmi les 17 lisières, dix tronçons d'environ 200 m de longueur ont été sélectionnés sur le territoire écologique de l'Ardenne atlantique et bassin ardennais (n°20), six tronçons en Ardenne occidentale (n°21) et deux tronçons en vallées inférieures et moyennes du bassin mosan (n°10). Mon choix de lisière s'est porté sur les prés de fauche, principalement pour une facilité de reconnaissance des plantes dans leur globalité.

7.2.1.2 Les papillons de jour et les oiseaux :

Les relevés papillons et oiseaux se sont déroulés sur l'entièreté du dispositif et ont été réalisés par l'Unité sylviculture à la FUSAGx.

7.2.1.3 Les carabes :

Les carabes sont étudiés sur 3 paires de lisières et sur 3 contrôles positifs. Le tri et la détermination des carabes ont été effectués par le GIREA à l'Unité d'écologie de l'UCL.

Tableau récapitulatif applications des indicateurs

Identifiant	Type	Localité	Bioindicateurs			
			<i>plantes sup.</i>	<i>carabes</i>	<i>oiseaux</i>	<i>papillons</i>
200301	bande extensive	Winenne				
200302	témoin 200301	Winenne				
200303	bande extensive	Winenne				
200304	témoin 200303	Winenne				
200305	bande extensive	Gedinne				
200306	témoin 200305	Gedinne				
200307	bande extensive	Gedinne				
200308	témoin 200307	Gedinne				
200309	bande extensive	Graide				
200310	témoin 200309	Graide				
200311	bande extensive	Resteigne				
200312	témoin 200311	Resteigne				
200313	contrôle positif	Louette St-Denis				
200314	contrôle positif	Gembes				
200315	contrôle positif	Gembes				
200316	bande extensive	Louette St-Pierre				
200317	témoin 200316	Louette St-Pierre				

Tableau 3 : Application des bioindicateurs

7.2.2 Utilisation

7.2.2.1 Les plantes supérieures

Dans cette étude, deux méthodes de relevés phytosociologiques ont été mises en œuvre.

La première méthode est une méthode d'*abondance - dominance* de Braun-Blanquet où chaque espèce est caractérisée par un indice. L'abondance représente le nombre de pieds et la dominance représente la surface de sol couverte. Cette méthode est assez rapide à mettre en oeuvre, mais le résultat est fort dépendant de l'interprétation du botaniste.

Elle a été appliquée sur 4 paires de lisières (bande extensive et son témoin) : 200301 – 200302, 200303 – 200304, 200309 – 200310, 200311 – 200312, ainsi que sur 2 contrôles positifs : 200314, 200315.

La seconde méthode dite « des quadrats » est basée sur la fréquence et l'estimation de l'abondance est en principe beaucoup plus objective. Il y a présence ou non de l'espèce dans

une certaine proportion des quadrats examinés. Cependant, sa mise en place et son application sont beaucoup plus fastidieuses. C'est pourquoi cette méthode n'a été mise en place que pour la paire 200301 – 200302.

Pour chacune des lisières extensives, les relevés furent réalisés sur la lisière, la bande refuge, la bande extensive ainsi qu'en prairie.

Les relevés portant sur les lisières témoins se sont déroulés sur la lisière, en bande extensive ainsi qu'en prairie.

Le choix de l'emplacement des relevés étant sélectionnés aléatoirement par l'observateur, il est fort probable que nous passions à côté d'espèces pouvant être intéressantes.

Pour exemple, lors des relevés sur le contrôle positif 200314, l'observateur a noté la présence d'orchidées (*Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb.) en dehors du carré de relevés.

Il s'avère donc intéressant de relever, en dehors des quadrats d'inventaires, les autres espèces plus rares également présentes.



Fig. 13 : *Platanthera chlorantha* (Source : personnel)

En ce qui concerne le milieu forestier, une description générale du faciès et de sa composition botanique a été réalisée pour chacune des lisières (relevés phytosociologiques non exhaustifs)(voir exemple en **Annexe 4**).

La période durant laquelle les relevés botaniques ont eu lieu s'étale du 10 juin au 26 juin 2003.

7.2.2.1.1 Méthode Braun-Blanquet

Cette première est basée sur le principe des coefficients d'abondance - dominance de Braun-Blanquet.

Dans le but de respecter une surface minimale de 10 à 20 m² pour les prairies (aire minimale des relevés) [PARFONRY, 2001], tous les inventaires ont été exécutés dans un carré de 16 m². Sur la lisière elle-même, le carré a été modifié en rectangle de 1 m sur 16 m sur la longueur de la limite de la forêt.

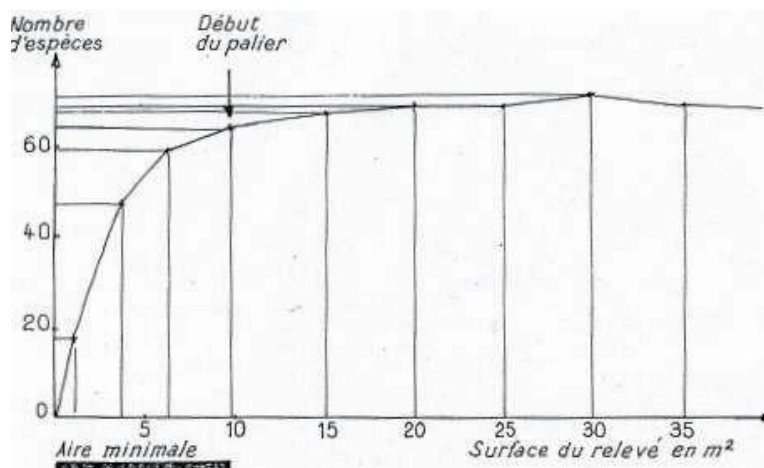


Fig. 14 : Graphique de l'aire minimale (Source : Parfonry, 2001)

Dans cette placette, toutes les espèces observées ont reçu un coefficient d'abondance - dominance

- + : nombre d'individus et degré de recouvrement très faibles (1 ou 2 pieds) ;
- 1 : espèce peu ou assez abondante mais à degré de couverture faible ;
- 2 : espèce à nombre d'individus abondant, couvrant environ 1/20 du relevé ;
- 3 : nombre quelconque d'individus, couvrant entre 1/4 et 1/2 de la surface ;
- 4 : nombre quelconque d'individus, couvrant entre 1/2 et 3/4 de la surface ;
- 5 : espèce numériquement prédominante recouvrant plus des 3/4 de la surface.

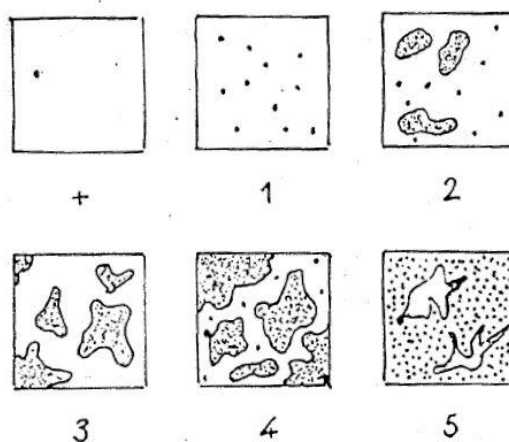


Fig. 15 : Indices d'abondance - dominance (Source : Parfonry, 2001)

Toutes les plantes ont été inscrites sur une fiche de terrain type (*Annexe 5*).

Pour chaque habitat (lisière, bande refuge, bande extensive, prairie), une répétition a eu lieu.



Fig. 16 : Cadre de relevés de 16 m² (Source : personnel)

7.2.2.1.2 Méthode des quadrats

Pour cette méthode, le principe se base sur le calcul de la **fréquence**. La mise en place du processus consiste à tendre une ficelle sur la longueur de l'habitat à analyser. A l'aide d'un pentamètre, la ficelle tendue sera graduée tous les 2 m. A chaque graduation, toutes les espèces étant à l'intérieur d'un carré de 25 cm de côtés seront prises en compte. On obtiendra donc un pourcentage de fréquence pour toutes les espèces rencontrées.

$$F = (n / N) * 100$$

- n : nombre de relevés où l'on retrouve l'espèce x ;
- N : nombre de relevés effectués.



Fig. 17 et 18 : Dispositif des relevés quadrats (Source personnel)

Idéalement, pour que la présence d'une espèce par carré représente 1%, (voir fiche de terrain) il faudra réaliser 100 relevés par longueur de structure. Pour des raisons de facilité et de temps, lors de cette étude, seulement 50 relevés ont été réalisés par longueur de structure (*voir fiche de terrain en Annexe 6*).

Le principal intérêt de cette méthode est que nous travaillons sur des carrés permanents destinés à suivre avec précision l'évolution de la fréquence des espèces dans le temps.

7.2.2.2 Les papillons de jour

La détermination des papillons de jour est réalisée directement sur le terrain à la vue ou après capture temporaire au filet si nécessaire.

Une liste des espèces de papillons (voir résultats et discussion) fréquentant chaque lisière est dressée par le biais des dénombrements réalisés environ tous les quinze jours entre la mi-avril et la mi-septembre (dans ce travail, seuls les relevés compris entre la mi-avril et la fin juillet seront pris en compte).

Ces dénombrements sont effectués à partir de fiches standards à remplir sur le terrain (n° lisière, transect, météo, date, heure...).

Les passages doivent idéalement avoir lieu aux heures les plus chaudes de la journée et en l'absence de vent.

Au départ, les relevés avaient lieu en prairie et en forêt, à une cinquantaine de mètres de la lisière, et en bordure de lisières forestières. Cependant, les relevés forestiers ont été abandonnés car très peu de papillons étaient relevés en forêt.

L'observateur doit avancer à allure lente le long de son transect (prairie ou lisière) et indiquer sur sa fiche, tous les papillons de jour qu'il dépassera, ceci afin de ne pas noter plusieurs fois le même papillon.

Pour chaque espèce, il précisera l'activité de l'insecte (vol direct, repos, butine, ponte, interaction, patrouille) ; dans le cas où un support est utilisé par le papillon, il sera décrit sur la fiche (plante, sol).



Fig. 19 : Citron (*Gonepteryx rhamni*) sur *Lychnis fleur de coucou* (*Lychnis flos-cuculi*) (Source : personnel)

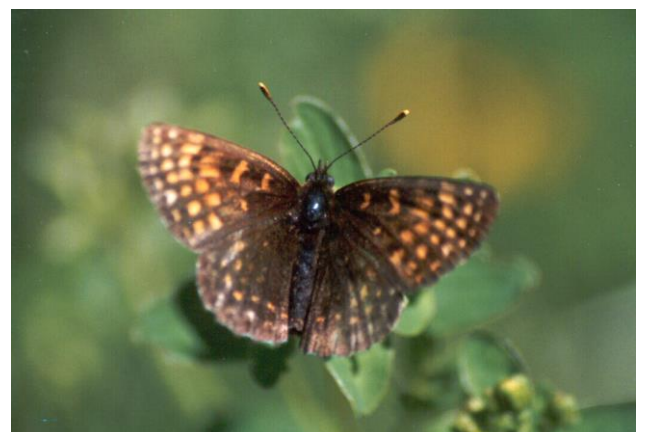


Fig. 20: Damier noir (*Melitaea diamina*) sur millepertuis (*Hypericum sp.*) (Source : personnel)

7.2.2.3 Les oiseaux [PAQUET *et al.*, 2002]

Les inventaires avifaunistiques ont été réalisés par une méthode de points d'écoute (indices ponctuels d'abondance).

Dans la méthode utilisée ici, l'observateur se rend sur le point déterminé au préalable (A : forêt, B : lisière, C : prairie) et effectue une observation visuelle et auditive d'exactly 10 minutes, pendant laquelle il note toute observation d'oiseaux, en précisant le type de contact (oiseau territorial, simple contact, preuve de reproduction...), à l'exception des oiseaux observés clairement en vol de déplacement sur longue distance ou clairement en halte de migration.

Chaque contact « territorial » (oiseaux chanteurs, couples...) équivaut à 1, chaque simple contact vaut 0,5.

Les conditions météorologiques doivent être propices, c'est-à-dire sans vent ni pluie excessive. Toutes les observations sont réalisées à partir d'une demi-heure après le lever du soleil, jusqu'à environ 11 heures du matin, de manière à éviter à la fois le pic principal d'activité au lever du soleil et les moments de plus faible activité de l'après-midi. Deux passages sont à effectuer sur l'ensemble des points du dispositif (fin mars/avril et fin mai/juin). Pour chaque espèce, c'est le maximum de contacts sur les deux visites qui est pris en compte comme valeur d'abondance sur un point.

7.2.2.4 Les carabes [ISTACE, 2002]

Les carabes ont été collectés par la méthode des pièges à fosse (« *pit-fall traps* »). Des récipients d'un diamètre de 11,5 cm et de 12 cm de profondeur sont enfouis dans le sol, à ras de celui-ci. Le fonds des pièges est rempli d'une solution de formol.



Fig. 21 : Pot à carabes (Source : personnel)

Chaque dispositif comprend 15 pièges, répartis par 5, en forêt (habitat A), en lisière (habitat B) et en prairie (habitat C). Les pièges disposés en prairie et en forêt sont éloignés de 50 m de la lisière.

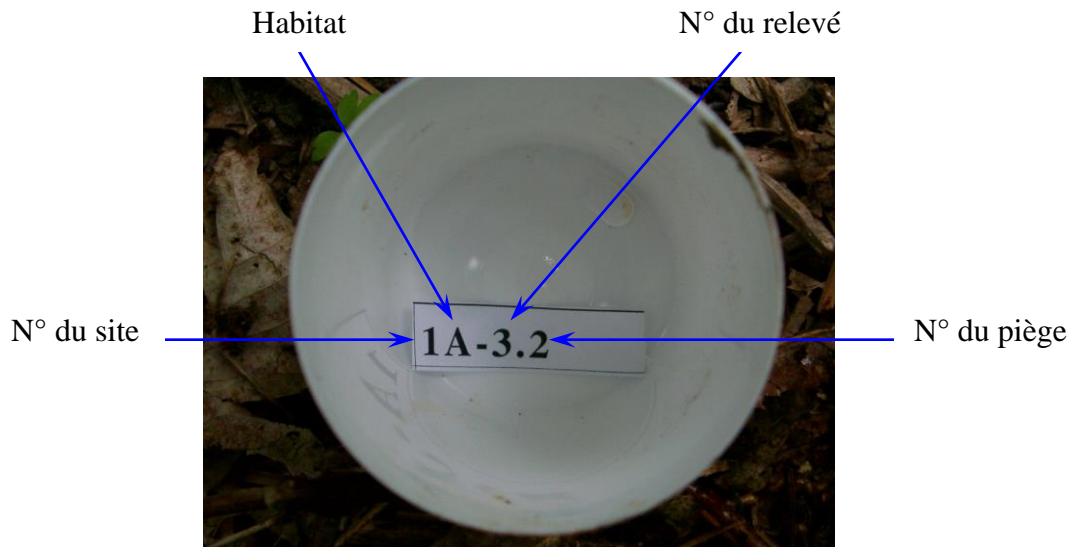


Fig.22 : Etiquette type de pièges à carabes (Source : personnel)

Les insectes courant au niveau du sol et tombant dans les pots seront dès lors piégés. Le formol les conservera jusqu'au prochain relevé, ceux-ci étant effectués chaque mois.

Afin de faciliter l'échantillonnage des relevés, chaque contenu des pots sera récolté et placé dans des boîtes individuelles avec un conservateur (mélange éthanol à 97% et éther à 3%) et une étiquette d'identification.

Dans le cadre de cette étude, 9 dispositifs ont été mis en place, chaque dispositif correspondant à un site. Ces dispositifs sont répartis sur 3 paires de lisières : 200303 – 200304, 200305 – 200306, 200309 – 200310, ainsi que sur 2 contrôles positifs : 200314, 200315. Ils feront l'objet de 8 répétitions (seulement 3 répétitions seront prises en compte dans ce travail, celles d'avril, de mai et de juin).

Cette méthode est la plus largement répandue pour la capture de carabidés, cependant il faut garder à l'esprit que ce sont des pièges d'activité et dès lors l'échantillonnage dépendra de la taille de la population et de son activité.

7.3 Méthodes d'analyse

Les trois méthodes décrites ci-dessous vont nous permettre de caractériser l'effet de la lisière sur les populations des groupes indicateurs étudiés. Afin de comparer les lisières entre-elles, en fonction du traitement qu'elles ont subi, nous utiliserons principalement les mesures de richesses spécifiques « S », c'est-à-dire simplement le nombre d'espèces rencontrées pour le groupe indicateur considéré.

7.3.1 *Analyse factorielle des correspondances*

Pour chaque groupe indicateur, nous avons utilisé la méthode d'ordination d'analyse factorielle des correspondances (AFC) à partir du programme informatique « *Canoco* », la version utilisée étant *Canoco 4*.

Cette méthode permet d'analyser des données de présence / absence ou abondance d'espèces pour chaque site, c'est-à-dire des matrices « espèces / sites » [SAWCHIK, 1999]. Elle met en correspondance les lignes et les colonnes d'un tableau. Les variables de ce tableau sont l'abondance par sites des individus pour chaque espèce. Dans le cas des carabes, l'abondance est représentée par le nombre total d'individus capturés au cours de la période considérée ; pour les oiseaux, il s'agit du nombre de territoires par points d'écoute ; pour les plantes, il s'agit du pourcentage de recouvrement (coefficients d'abondance-dominance transformés en pourcentage). L'information contenue dans ce tableau espèce / site est réduite en deux axes factoriels principaux qui vont permettre d'ordonner dans un espace à deux dimensions soit les sites, soit les espèces. Sur un tel graphe, on pourra dire que des sites "proches" dans l'espace à deux dimensions se ressemblent au point de vue de leur communauté d'espèces.

Lorsque nous obtenons un effet d'arche avec cette méthode, nous utiliserons une transformation de cette AFC, la méthode *Detrended*. Cette méthode décrite par Hill & Gauch (1980), vise à gommer l'effet d'arche rencontré lors des résultats afin d'obtenir une meilleure information sur les axes.

7.3.2 *Méthode IndVal*

IndVal est une méthode simple pour identifier des espèces indicatrices et des assemblages d'espèces caractérisant un groupe d'échantillons (par exemple, un ensemble de points d'écoute réalisés dans différents types d'habitat). La méthode combine l'abondance observée pour chaque espèce et la fréquence relative d'apparition dans les différents groupes d'échantillons. Une espèce indicatrice d'un groupe d'échantillon est ainsi définie comme une espèce trouvée presque exclusivement dans ce groupe d'échantillon (spécificité) et dans la plupart des échantillons du groupe (fidélité). Le caractère indicateur d'une espèce pour un groupe d'échantillon est donné par "l'indice *IndVal*", dont la valeur statistique est testé automatiquement par la méthode.

La version d'*IndVal* utilisée ici est *IndVal 2.0*, disponible sur le serveur de la Région Wallonne à l'adresse : <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/indval/home.html>

7.3.3 Indice de Frochot

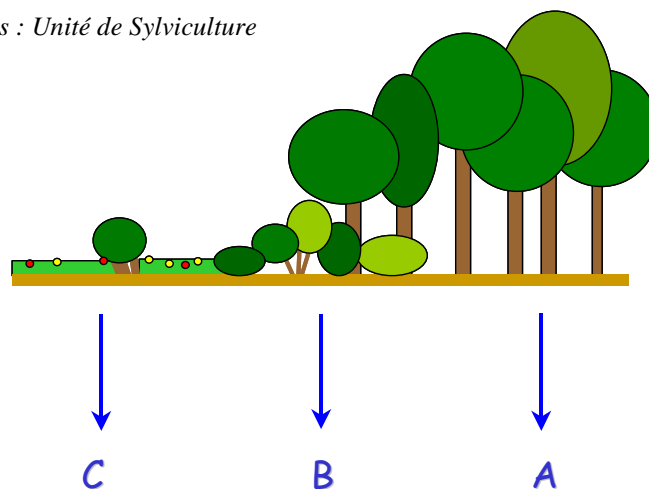
Pour mesurer l'effet-lisière proprement dit sur les espèces indicatrices considérées ici, nous nous sommes basés sur le calcul d'un indice e d'effet-lisière [FROCHOT, 1987]. Cet indice, qui permet de rendre compte de l'effet de la présence d'une lisière sur l'abondance d'une espèce donnée, est basé sur un principe simple: une espèce indifférente à la présence d'une lisière devrait avoir une abondance mesurée à la lisière égale à la moyenne de son abondance en milieu ouvert et en forêt (puisque sur la lisière, les deux habitats occupent 50% de l'espace). Un indice d'effet-lisière " e " est positif si l'espèce est plus abondante qu'attendu en lisière et négatif si l'espèce est moins abondante qu'attendu, peut donc être calculé facilement sur la base de mesures d'abondance des espèces dans les trois habitats: milieu ouvert, lisière, forêt.

A partir des abondances, l'indice e peut être calculé de la manière suivante:

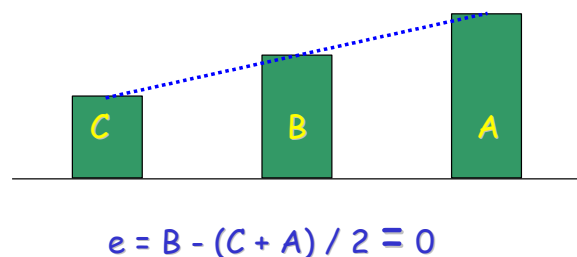
$$e = B - ((A+C)/2)$$

où C est l'abondance moyenne de l'espèce en milieu ouvert, A en milieu forestier, B en lisière. L'effet lisière ne peut être étudié par cette méthode que pour les groupes indicateurs pour lequel nous avons effectivement réalisé des relevés en prairie, en forêt et sur la lisière: les carabes et les oiseaux.

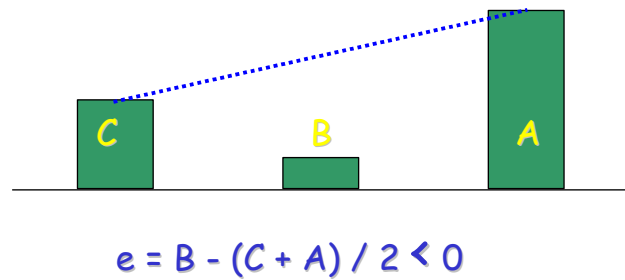
Source des graphiques : Unité de Sylviculture



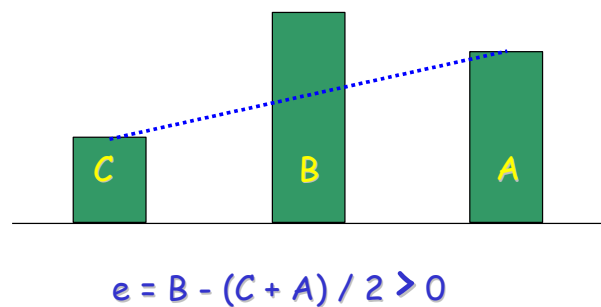
- Effet lisière nul



- Effet lisière négatif



- Effet lisière positif



7.3.4 Comparaison des lisières sur base de la richesse spécifique

Pour chaque groupe indicateur et pour chaque site, la diversité a été comparée sur base de la richesse spécifique "S", c'est-à-dire simplement le nombre d'espèces par stations. Les richesses spécifiques ont été calculées par milieux (prairie, lisière, forêt par exemple pour les carabes) ainsi que pour l'ensemble des milieux étudiés dans une lisière.

La richesse spécifique a été comparée entre les lisières avec restauration de l'ourlet et sans restauration de l'ourlet, ainsi qu'avec les lisières "contrôles + ", soit pour la totalité du site (prairie, lisière, partie forestière rassemblée) ou pour chaque milieu.

Dans les cas où les conditions d'application (normalité des variables, homogénéité des variances) étaient respectées, les richesses spécifiques ont été comparées au moyen de tests paramétriques (Test t de Student ou ANOVA à 1 critère de classification, suivie d'une comparaison deux à deux de Fisher). Dans le cas où les conditions d'application n'étaient pas respectées, nous avons utilisé l'équivalent non-paramétrique de l'ANOVA (test de Kruskal-Wallis) [DYTHAM, 1999].

8. Résultats et discussion

8.1 Relevés botaniques

Suite aux différents relevés botaniques, nous avons pu élaborer une liste exhaustive des espèces rencontrées (*Annexe 7*).

8.1.1 *Comparaison des deux méthodes :*

Une comparaison de la méthode dite d'abondance – dominance de Braun-blanquet avec la méthode de la fréquence dite des quadrats, nous amène déjà à quelques réflexions. En effet, après avoir testé les deux méthodes sur la paire de lisière 200303 –04, on peut mettre en évidence le fait que la méthode des quadrats a permis de relever une liste d'espèces plus importante que l'autre méthode.

Lisière 200303

Habitat	Méthode des quadrats	Méthode Braun -Blanquet
	<i>Nombre d'espèces</i>	
<i>Prairie</i>	37	21
<i>Bande extensive</i>	29	24
<i>Bande refuge</i>	24	20
<i>Lisière</i>	32	22

Lisière 200304

Habitat	Méthode des quadrats	Méthode Braun – Blanquet
	<i>Nombre d'espèces</i>	
<i>Prairie</i>	17	18
<i>Lisière</i>	28	11

Tableau 4 : Comparaison des méthodes

Cependant, on ne peut affirmer que la mise en évidence d'espèces peu fréquentes [DIETMAR, 1997] est plus importante avec une méthode plutôt qu'une autre. En effet, avec la méthode des quadrats nous avons relevé des espèces telles les Gnaphales des mares (*Gnaphalium uliginosum*) ou de l'Espargoutte des champs (*Spergula arvensis*), tandis qu'avec la méthode d'abondance – dominance, nous avons relevé de l'Alchémille vert-jaunâtre (*Alchemilla xanthochlora*).

De manière générale, nous retrouvons à peu près les mêmes espèces communes telles le Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*), l'Agrostide vulgaire (*Agrostis capillaris*) et bien d'autres espèces encore.

Bien qu'étant plus nombreuses, les espèces relevées sur les quadrats restent assez communes par exemple, le Mourons rouge (*Anagalis arvensis*)...La classification des prairies est donc fort semblable d'une méthode à l'autre.

8.1.2 Analyse factorielle des correspondances

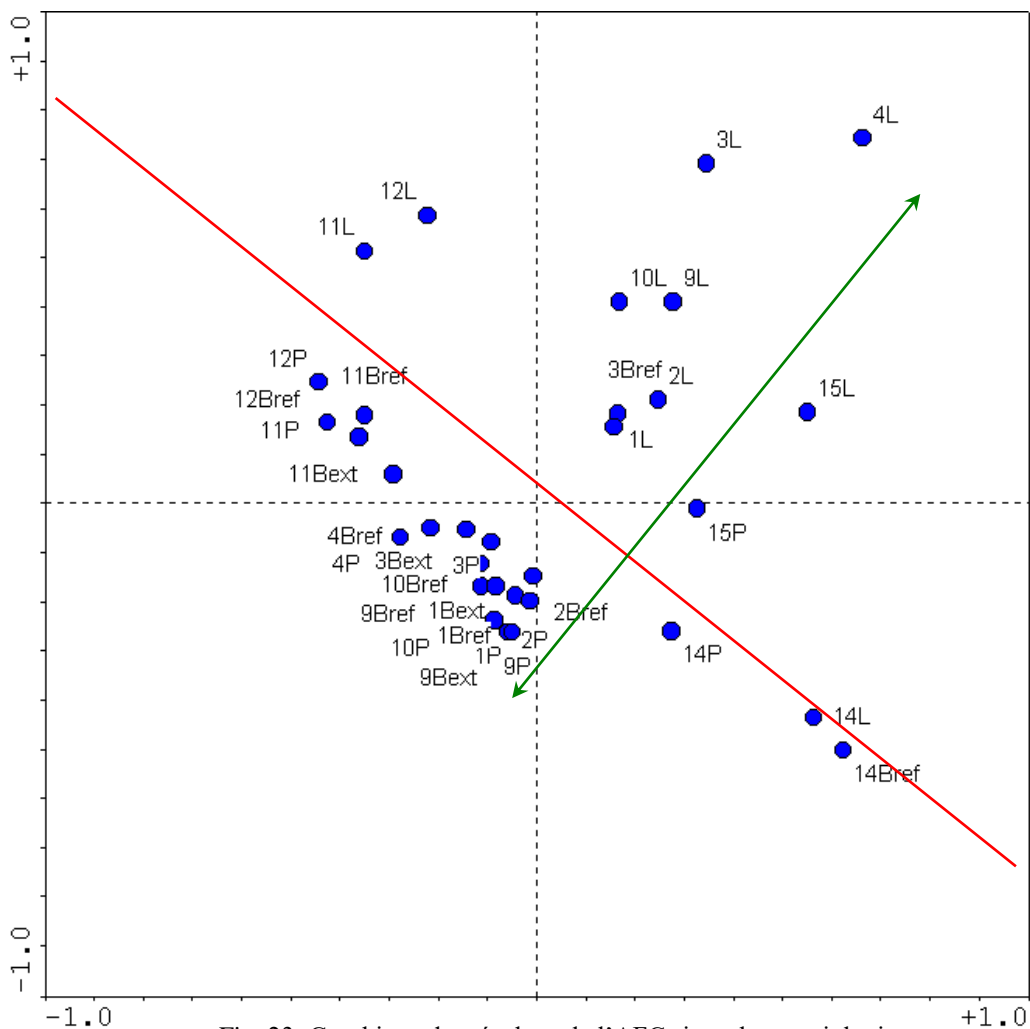
Nous avons dans cette analyse utilisé la méthode « *Detrended* », celle-ci nous a donné un résultat graphique plus aisé à interpréter.

Résultats

➤ AFC appliquée aux sites

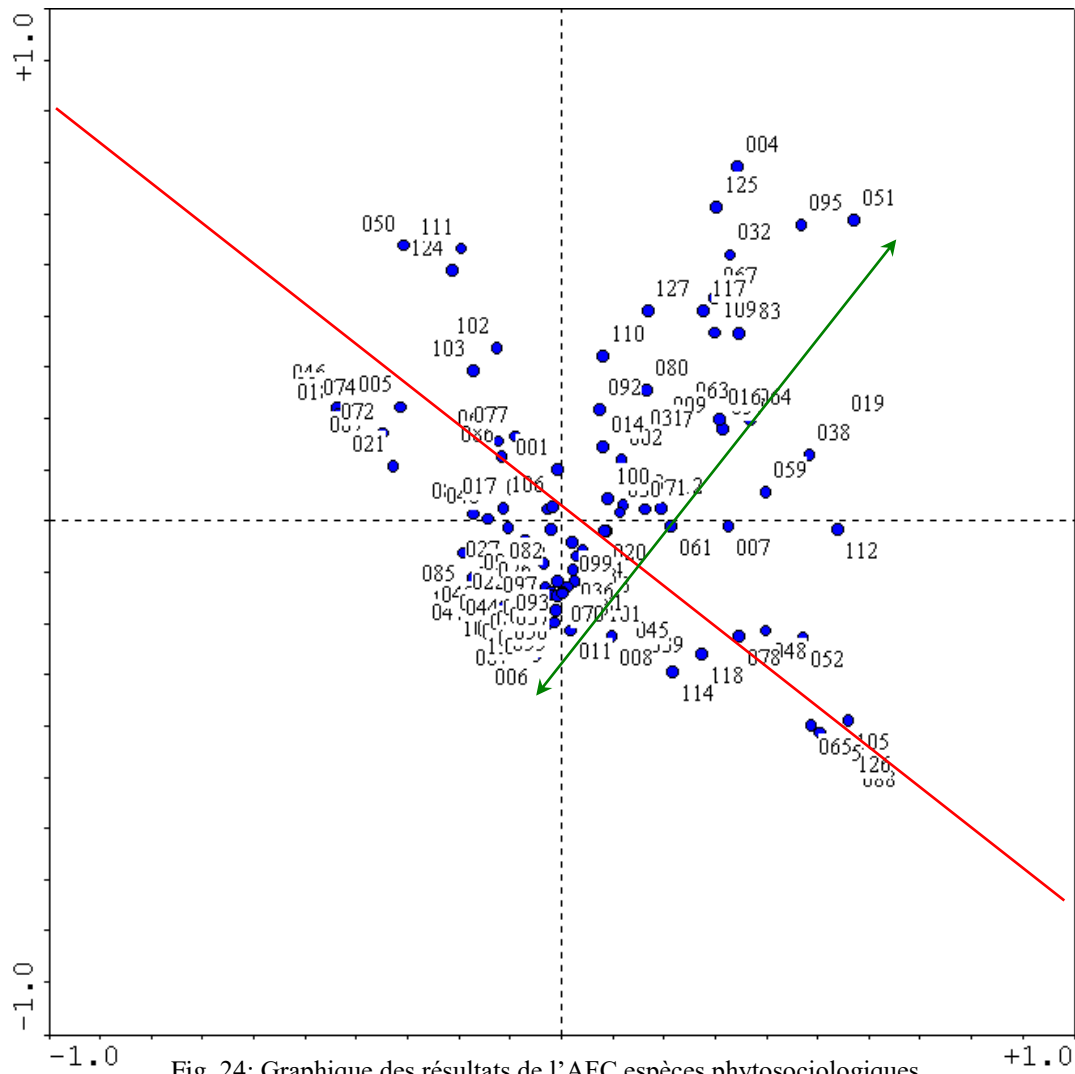
Dans l'analyse des sites et des espèces, nous obtenons avec cette méthode, une information résumée de 10% pour l'axe 1 et 18,7% pour les axes 1 et 2 (variance résumée par rapport aux 100% du tableau).

Ce pourcentage est un peu faible en comparaison aux autres résultats obtenus par la suite. Toutes les informations ne seront peut-être pas exprimées dans les graphiques à deux axes.



Dans ce graphique, chaque lisière est scindée selon son habitat. Une transversale partant du coin supérieur gauche du graphique jusqu'au coin inférieur droit, sépare dans ce cas, les quadrats réalisés en lisières des relevés en bandes extensives et refuges ainsi qu'en prairies. On peut apercevoir un léger gradient entre les lisières, les bandes refuges, suivies des bandes extensives et des prairies (flèche verte).

- AFC appliquée aux espèces (voir en *Annexe 7* la liste complète des espèces correspondant aux chiffres du graphique)



Ici à nouveau, nous retrouvons cette transversale séparant le milieu ouvert et les lisières. On retrouve également le gradient entre les lisières, les bandes refuges, suivies des bandes extensives et des prairies (flèche verte).

Dans le coin supérieur droit, nous rencontrons au numéro 51, la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) qui est typiquement forestière et que l'on retrouve ici en lisière forestière. Lorsque nous suivons ce gradient, nous retrouvons à nouveau des espèces forestières telles le

Dryoptéris des chartreux (*Dryopteris carthusiana*) (7) ou encore la Lampsane commune (*Lamproloma communis*) (14) que l'on retrouve en coupes forestières. Lorsque l'on dépasse la transversale qui délimite le milieu ouvert du milieu fermé, on retrouve des espèces telles la Renoncule rampante (*Ranunculus repens*) (99) qui est présente dans les deux milieux, le Sélin (*Selinum carvifolia*) (6), ou encore la fléole (*Phleum pratense*) (85).

8.1.3 Méthode IndVal

Résultats

Les résultats obtenus avec cette méthode sont repris dans le tableau en *Annexe 8*.

Ce tableau reprend tous les échanges possibles entre les milieux et regroupe ensuite les espèces en fonction de leur association à un milieu.

Les milieux ou groupes de milieux suivants possèdent un certain nombre d'espèces significativement associées ($p < 0,05$) à ce milieu ou à ces groupes de milieux.

N°	Espèces	score IndVal	prairie	bande extensive	bande refuge	lisière	
1	<i>Knautia arvensis</i>	25	4./ 2	0./ 0	0./ 0	0./ 0	*
2	<i>Prunella vulgaris</i>	60,09	105./ 5	28./ 4	17./ 4	27./ 3	**
3	<i>Festuca pratensis</i>	52,08	62./ 5	13./ 3	18./ 3	10./ 2	*
4	<i>Hypochoeris radicata</i>	52,68	14./ 5	10./ 3	12./ 4	2./ 1	**
5	<i>Achillea millefolium</i>	42,86	12./ 4	8./ 2	10./ 4	2./ 1	*
6	<i>Bellis perennis</i>	46,67	8./ 2	10./ 3	14./ 4	0./ 0	**
7	<i>Bromus hordeaceus</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
8	<i>Epilobium sp.</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
9	<i>Odonites sp.</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
10	<i>Veronica arvensis</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
11	<i>Glechoma hederacea</i>	50,1	5./ 1	4./ 1	4./ 2	21./ 5	**
12	<i>Cruciata laevipes</i>	50	0./ 0	0./ 0	0./ 0	30./ 4	**
13	<i>Epilobium hirsutum</i>	50	0./ 0	0./ 0	0./ 0	12./ 4	**
14	<i>Urtica dioica</i>	49,32	2./ 1	0./ 0	0./ 0	58./ 4	**
15	<i>Galeopsis tetrahit</i>	40,6	9./ 3	0./ 0	2./ 1	19./ 4	**
16	<i>Festuca rubra</i>	34,72	2./ 1	0./ 0	0./ 0	10./ 3	**
17	<i>Galium aparine</i>	33,09	5./ 1	0./ 0	0./ 0	15./ 3	**
18	<i>Achillea ptarmica</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 2	*
19	<i>Anemone nemorosa</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	8./ 2	*
20	<i>Geranium robertianum</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	6./ 2	*
21	<i>Rosa canina</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 2	*
22	<i>Prunus spinosa</i>	31,25	13./ 4	0./ 0	0./ 0	62./ 1	*

Tableau 5: Espèces significatives associées à un milieu

Ce tableau reprend 22 espèces significatives regroupées sur les différents habitats.

La bande refuge ne regroupe que peu d'espèces. Comme nous l'avons énoncé au début de ce chapitre, les relevés ont été réalisés l'année de départ du projet, l'effet de cette bande n'est donc pas encore marqué ici.

Par contre, si on observe la lisière forestière, on y retrouve un nombre élevé d'espèces qui lui sont spécifiquement associées. La dynamique évolutive de ces lisières devrait dans les années à venir avoir un effet mesurable sur la bande refuge, pour autant que l'installation de cette bande refuge permette bien l'installation de cette dynamique de colonisation de la prairie par les espèces herbacées "réfugiées" actuellement sur cette bande lisière. Il est possible également qu'un certain nombre d'espèces spécifiques de la lisière ne montrent pas de tendance à coloniser la bande refuge.

8.1.4 Indice de Frochot

Dans la partie botanique, aucun relevé forestier n'a été réalisé, seulement un inventaire rapide et non exhaustif de la strate herbacée et verticale en lisière et légèrement dans le peuplement.

L'indice de Frochot n'a donc pas été calculé dans ce cas.

8.1.5 Mesure de la richesse spécifique

Une première analyse de la richesse spécifique par site révèle dans ce graphique un nombre plus élevé d'espèces en bande refuge.

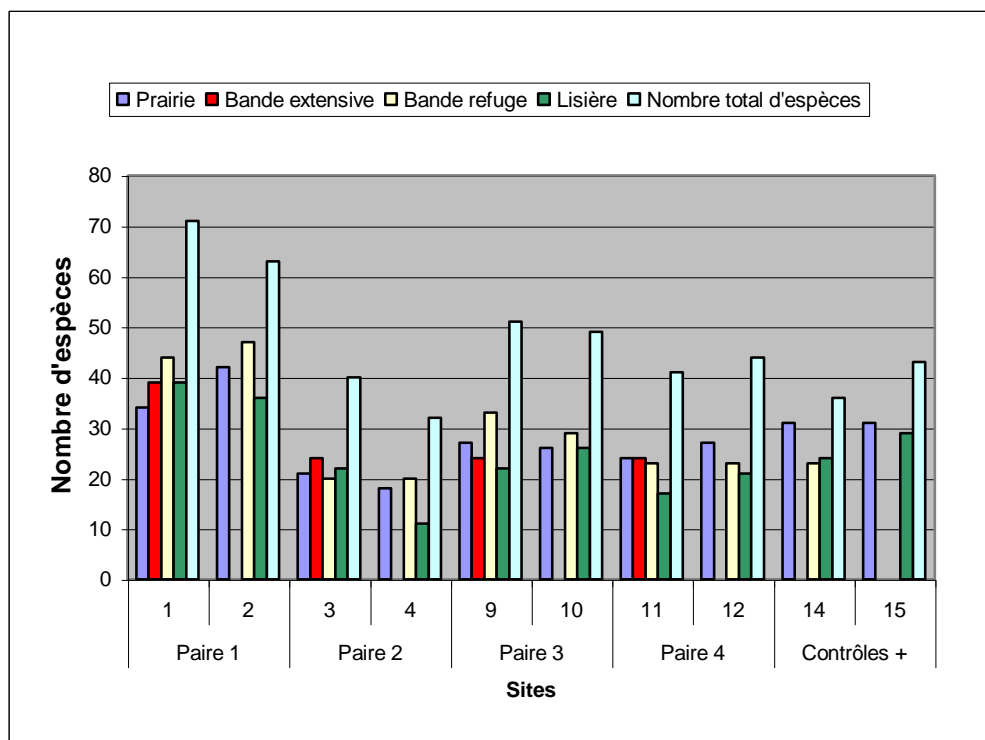


Fig. 25: Comparaison et répartition du nombre d'espèces par site

Dans la figure 25, nous remarquons qu'il n'y a pas eu de relevés en lisière 15 dans la partie correspondant à la bande refuge. Cela est dû au fait que cette lisière est le résultat d'une recolonisation d'une mise à blanc, il est donc difficile de délimiter cette zone avec précision. De plus, étant donné que nous avons affaire à une plantation de Douglas avec grande diversité

de la strate herbacée, nous pouvons comparer les relevés en prairie avec ceux qui auraient été faits en bande extensive.

La richesse totale représentée ici en turquoise a été calculée à partir du nombre total d'espèces présentes sur chaque site, tous les habitats confondus.

Il est important de signaler le fait que les relevés en bande extensive n'ont été réalisés que sur les lisières extensives et pas sur les lisières témoins. Nous avons considéré au moment des relevés que la bande extensive ne serait comparée à l'habitat prairie qu'au niveau des témoins. Cependant, comme nous avons obtenu moins de relevés au total, il sera probable que nous ayons une moins grande richesse totale également.

Une première analyse statistique (ANOVA 1) démontre qu'il n'y a aucune différence significative de richesse spécifique entre les différents habitats (prairie, bande extensive, bande refuge et lisière) pour les paires de lisières ($F=0,84$ $dl= 3,24$ $P=0,484$) (*voir en Annexe 9 un exemple de tables des résultats statistiques*).

Une seconde analyse (Test t de Student) ne révèle aucune différence significative de richesse spécifique lorsque nous comparons deux à deux les lisières d'une même paire tout habitat confondu, en bande refuge, en prairie et finalement en lisière.

Nous obtenons une concordance entre les deux éléments d'une même paire, notre choix dans la sélection de ces paires est donc correct.

Comparaison bande extensive / témoin			
Habitats	Test t (diff. des moy.)	Valeur de t	Niveau de p
Prairie	0	-0,81	0,480
Bande refuge	0	0,48	0,664
Lisière	0	0,36	0,739
Total bande ext. / témoin	0	0,16	0,881

Tableau 6 : Résultats d'analyse Test t de Student (pour tous les test, $n=4$).

Le graphique nous montre également une richesse plus élevée pour la paire 1, même par rapport aux contrôles +.

Pour les paires 1 et 3, on obtient un plus grand nombre d'espèces en bande refuge. Cela est moins marqué pour les paires 2 et 4, où une différence entre les habitats semble moins marquée.

La partie prairie semble plus importante pour les contrôles +, cela pourrait provenir du fait que ces prairies soient laissées à l'abandon, la dynamique évolutive de colonisation de cette lisière se marque déjà fort bien sur le milieu ouvert et certaines plantes plus liées aux friches ont pu aussi apparaître. La diversité de celui-ci s'en fait donc ressentir plus fortement que sur les autres lisières du dispositif.

Un élément marquant de ce tableau, est également le manque de richesse totale des paires 2 et 4 en comparaison aux autres paires. Un élément de réponse pourrait être l'exposition de la lisière. En effet, les paires 2 et 4 sont exposées NE et N. Les autres paires ayant une exposition SO, O et S. Cependant, la paire 4 possède une meilleure diversité que la 2. Une autre explication pouvant être son altitude qui est nettement inférieure à la 2 et à son territoire écologique.

Les lisières des paires 1 et 3 possèdent une richesse spécifique plus importante que les autres sites. Cela pourrait provenir du fait qu'au départ, ces prairies possèdent déjà un ourlet et un cordon légèrement développés.

En général, les lisières d'une même paire possèdent un pattern de richesse fort semblable, ce qui est positif pour pouvoir comparer l'évolution des faciès dans le temps face à la nouvelle mesure.

8.1.6 Typologies rencontrées

Beaucoup d'espèces de plantes rencontrées sont indicatrices d'un milieu en particulier (voir en *Annexe 10* le tableau récapitulatif des typologies). Cependant, sur chaque habitat prospecté, on retrouve une multitude de plantes représentant différents milieux.

Ces typologies sont reprises sous forme de graphiques ci-dessous, pour chaque paire de lisières ainsi que pour les contrôles +.

- 1 : Prés de fauche maigres ou un peu maigres
- 2 : Prairies pâturées intensivement
- 3 : Prairies fauchées intensivement
- 4 : Espèces nitrophiles
- 5 : Friches – prairies – ourlet sur sols normaux
- 6 : Prairies peu fertilisées
- 7 : Prairies humides
- 8 : Lisières forestières sur sols pauvres en bases
- 9 : Bois sur sols riches en bases
- 10 : Fourrés
- 11 : Espèces rudérales / messicoles
- 12 : Forêts secondaires
- 13 : Espèces mésophiles
- 14 : Prairies sèches
- 15 : Autres

Le graphique de la figure 26 ci-dessous nous décrit les différentes typologies que l'on retrouve sur le dispositif.

Tous les sites du dispositif sont caractérisés par un nombre relativement important d'espèces de prés de fauche maigre. Cependant, ce type de végétation est nettement moins marqué voire absent en lisières forestières (sauf pour le contrôle + 15).

Un élément marquant du tableau est le mélange d'espèces de prairies pâturées et fauchées intensivement que l'on retrouve d'une manière plus ou moins marquée sur tous les habitats de toutes les paires et contrôles +.

A ces habitats sont également associées un nombre important d'espèces mésophiles.

La paire 1 est assez fortement influencée par la présence d'espèces de milieux humides, les contrôles + en sont quant à eux aussi marqués mais dans une moindre mesure.

Par contre, en paire 2 et 3, seules les lisières possèdent de 1 à 2 espèces de milieux humides.

L'ensemble des paires possède également des espèces de lisières forestières sur sols pauvres en base. On retrouve cette végétation aussi bien en prairie, en bande extensive, en bande refuge qu'en lisière. Cela proviendrait de la dynamique évolutive de recolonisation, ou plus simplement du fait de la présence d'espèces ubiquistes.

Cependant, ces espèces indicatrices sont beaucoup plus marquées en lisières de paire 3 et pour tous les habitats des contrôles +. Dans ce cas-ci, l'effet est probablement plus marqué par la dynamique de recolonisation.

En règle générale, pour l'ensemble du dispositif, nous retrouvons des espèces indicatrices de différents milieux, mais en plus faibles quantités. Cela est principalement marqué pour les lisières qui sont donc fort hétéroclites.

Ce graphique représente bien la bonne concordance générale du pattern entre les deux sites d'une même paire, non seulement en nombre d'espèces, mais également d'un point de vue de diversité de chaque habitat.

Cet état représente la situation initiale du dispositif et sera à comparer à l'avenir avec de nouveaux relevés.

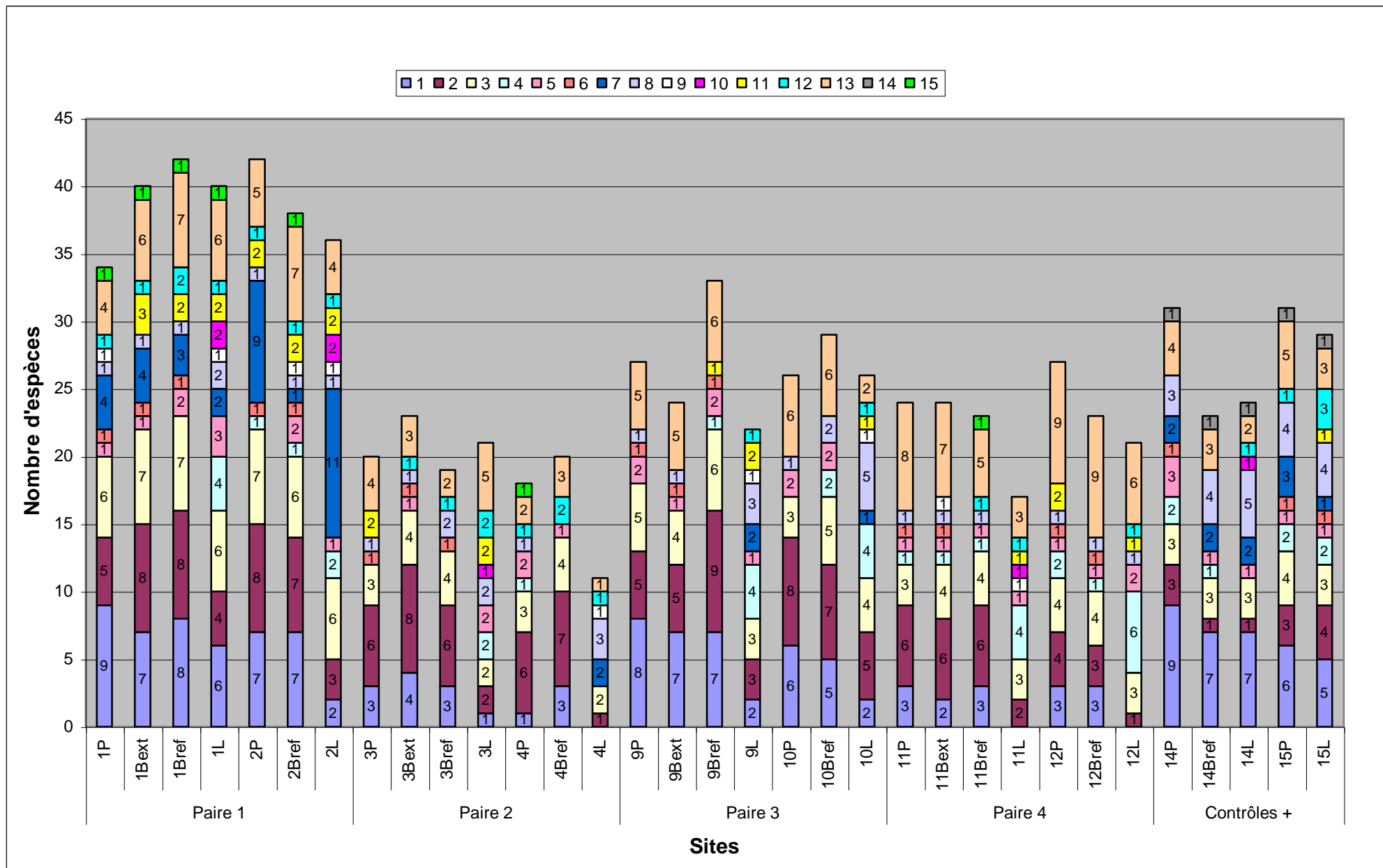


Fig. 26 : Représentation graphique des typologies des sites du dispositif

8.2 Relevés des oiseaux nicheurs

8.2.1 Analyse factorielle des correspondances

La première analyse factorielle des correspondances utilisées nous a apporté un résultat graphique satisfaisant. L'utilisation dans ce cas de l'analyse « *Detrended* » n'est donc pas nécessaire.

Résultats

➤ AFC appliquée aux sites

Dans l'analyse des sites et des espèces, nous obtenons avec cette méthode, une information résumée de 15, 9% pour l'axe 1 et 24,7% pour les axes 1 et 2 (variance résumée par rapport aux 100% du tableau).

Ce pourcentage se rapproche de l'idéal pour une information répartie sur deux axes (630%).

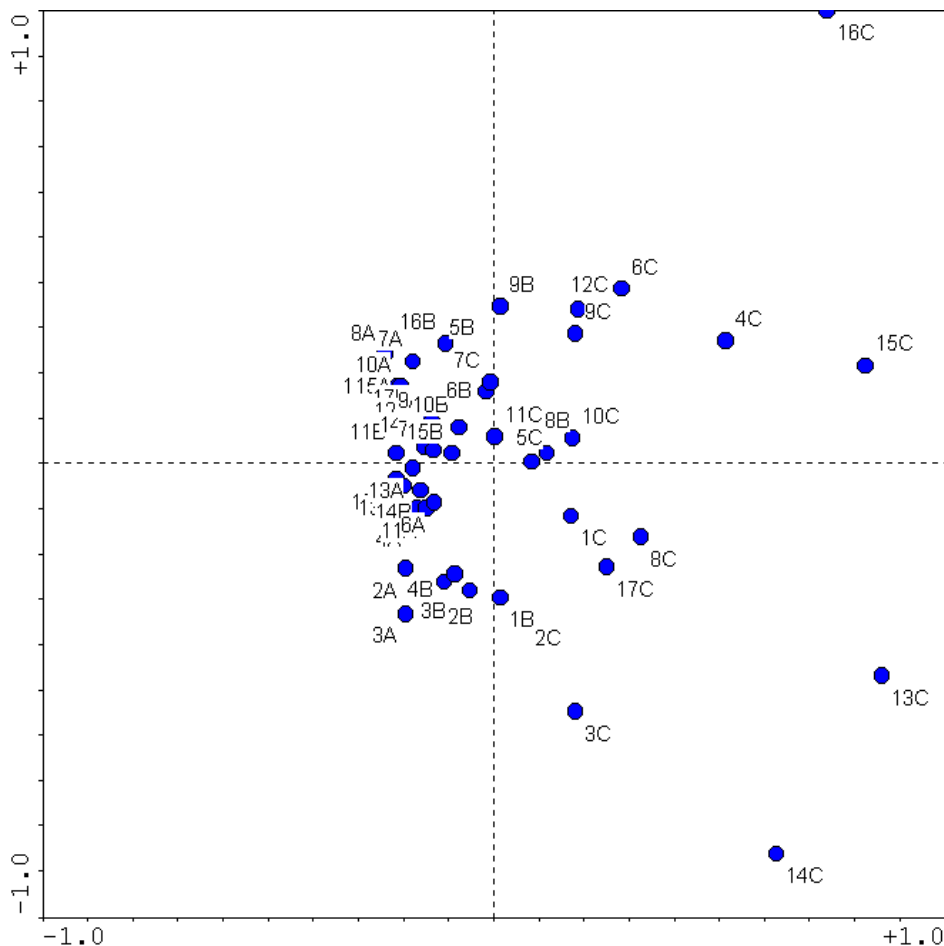


Fig. 27 : Graphique des résultats de l'AFC sites oiseaux

L'axe 2 (ordonnées) indique clairement la séparation du milieu ouvert (C) par rapport à la lisière (B) et la forêt (A). La séparation entre la forêt et la lisière est nettement moins claire, les deux milieux s'enchevêtrant. On ne parlera donc pas ici de gradient « bien visible » entre les trois milieux.

➤ AFC appliquée aux espèces (voir en *Annexe 11* la liste des noms complets d'oiseaux)

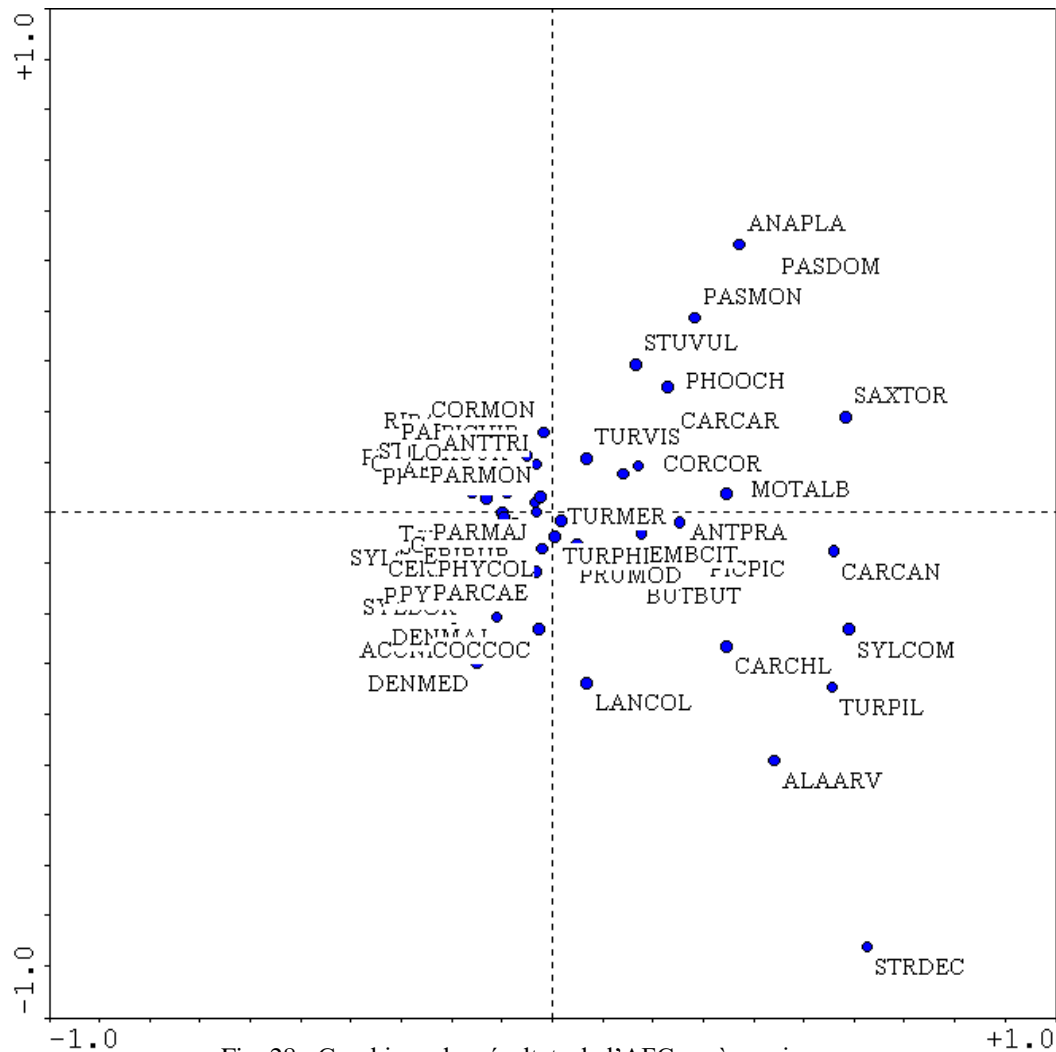


Fig. 28 : Graphique des résultats de l'AFC espèces oiseaux

Les espèces présentes ici sont également réparties en fonction de l'axe 2. On retrouve à gauche les espèces présentes en milieu fermé et lisières telle la Mésange charbonnière (*Parus major*) et à droite en milieux ouverts comme par exemple le Traquet pâtre (*Saxicola torquata*).

Nous verrons dans la méthode suivante, les espèces indicatrices spécifiques à l'un ou l'autre de ces milieux.

8.2.2 Méthode IndVal

Les résultats obtenus avec cette méthode sont repris dans le tableau en *Annexe 12*.

Ce tableau reprend tous les échanges possibles entre les milieux et regroupe ensuite les espèces en fonction de leur association à un milieu.

Les milieux ou groupes de milieux suivants possèdent un certain nombre d'espèces significativement associées à ce milieu ou à ces groupes de milieux.

N°	Espèces	Score IndVal	prairies	lisières	forêt	
1	<i>Dendrocopus major</i>	34,74	8./ 3	14./ 4	21./ 9	*
2	<i>Sylvia borin</i>	11,76	0./ 0	0./ 0	2./ 2	*
3	<i>Regulus ignicapillus</i>	69,55	1./ 1	13./ 11	22./ 14	**
4	<i>Certhia brachydactyla</i>	45,38	3./ 3	12./ 8	24./ 10	**
5	<i>Certhia familiaris</i>	15,13	0./ 0	3./ 3	1./ 1	*
6	<i>Phoenicurus ochruros</i>	29,41	14./ 6	8./ 4	0./ 0	**
7	<i>Emberiza citrinella</i>	64,05	49./ 14	21./ 8	7./ 3	**
8	<i>Motacilla alba</i>	52,29	32./ 10	8./ 4	0./ 0	**
9	<i>Carduelis cannabina</i>	47,06	25./ 8	0./ 0	0./ 0	**
10	<i>Alauda arvensis</i>	35,44	18./ 6	2./ 2	0./ 0	**
11	<i>Buteo buteo</i>	32,74	24./ 8	5./ 1	16./ 4	**
12	<i>Passer domesticus</i>	29,41	20./ 6	8./ 3	0./ 0	**
13	<i>Sylvia communis</i>	27,68	8./ 5	1./ 1	0./ 0	**
14	<i>Carduelis chloris</i>	17,65	11./ 3	0./ 0	0./ 0	**
15	<i>Saxicola torquata</i>	17,65	11./ 3	0./ 0	0./ 0	**
16	<i>Passer montanus</i>	11,76	6./ 2	0./ 0	0./ 0	*
17	<i>Pica pica</i>	11,76	7./ 2	0./ 0	0./ 0	*

Tableau 7: Espèces significatives associées à un milieu

Il ressort de ce tableau que peu d'espèces sont significativement associées à la forêt. Seulement deux espèces y sont associées, le Pic épeiche (*Dendrocopus major*) ainsi que la Fauvette des jardins (*Sylvia borin*), qui est étonnamment rare dans ces relevés alors qu'il s'agit d'une de nos espèces les plus communes.

Un nombre important d'espèces spécifiques des milieux ouverts évitent les lisières comme par exemple le Bruant Jaune (*Emberiza citrinella*).

Bien que non significative, le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*) se trouve étonnamment aussi bien dans les lisières que dans les prairies, alors qu'il s'agit d'une espèce qui évite normalement les lisières (Fautsch, 2002).

Par rapport aux espèces associées aux lisières par un précédent travail (Fautsch, 2002), on constate que certaines espèces, telles le Merle noir (*Turdus merula*) et la Corneille noire (*Corvus corone*), y étaient classées par Indval comme spécifiques des lisières alors qu'elles ne le sont plus dans notre étude. Cela est sans doute dû au fait que les lisières considérées par Fautsch (2002) étaient des lisières de peuplements de résineux, alors que la plupart des lisières considérées ici sont de peuplements feuillus ou mixtes. Dans cet autre contexte, certaines espèces ne semblent plus liées seulement à la lisière.

8.2.3 Indice de Frochot

Les résultats obtenus sont reproduits sous forme de graphique ci-dessous.

Les espèces qui possèdent un indice proche de 0 sont soit "neutres" par rapport à la lisière ou trop rares dans nos relevés. En regardant le graphique, on s'aperçoit que les espèces possédant un indice légèrement négatif sont des espèces de prairies. A l'inverse, celles possédant un indice positif sont des espèces de lisières, de forêt ou encore des espèces s'acclimatant aux 3 "habitats".

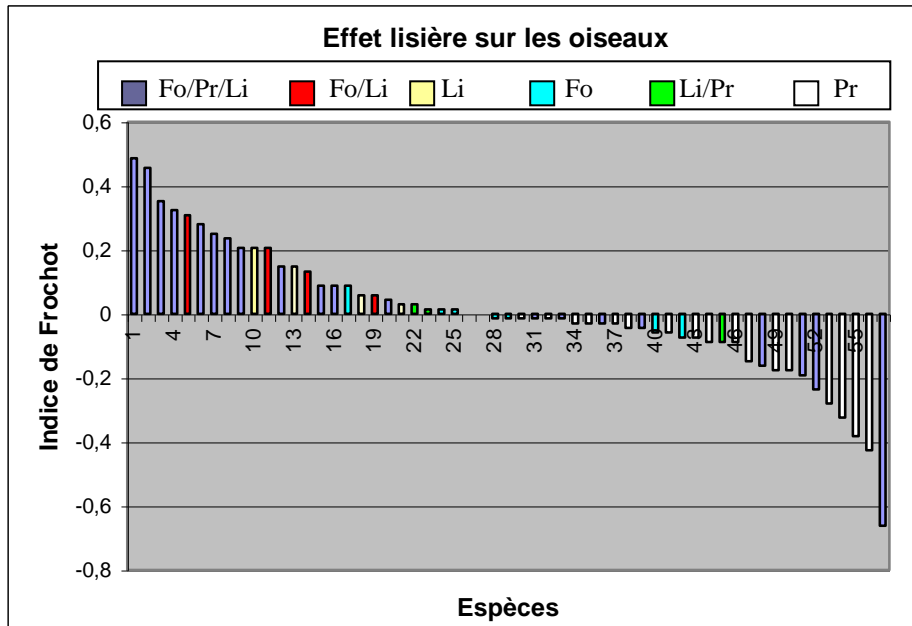


Fig. 29 : Indice de Frochot

Les 57 oiseaux de cette étude sont ici classés par ordre décroissant des indices lisières e .

La couleur des colonnes représentent le classement de l'espèce considérée obtenu par l'analyse IndVal citée précédemment. Les colonnes bleues représentent les espèces significativement ou non associées aux 3 habitats à la fois. Les colonnes rouges représentent l'association aux habitats forêt / lisières. En bleu pâle elles représentent l'association au milieu fermé.

Les espèces représentées en vert sont associées à l'habitat lisière / prairie. Finalement, nous avons représenté en blanc les espèces associées aux milieux ouverts.

8.2.4 Mesure de la richesse spécifique

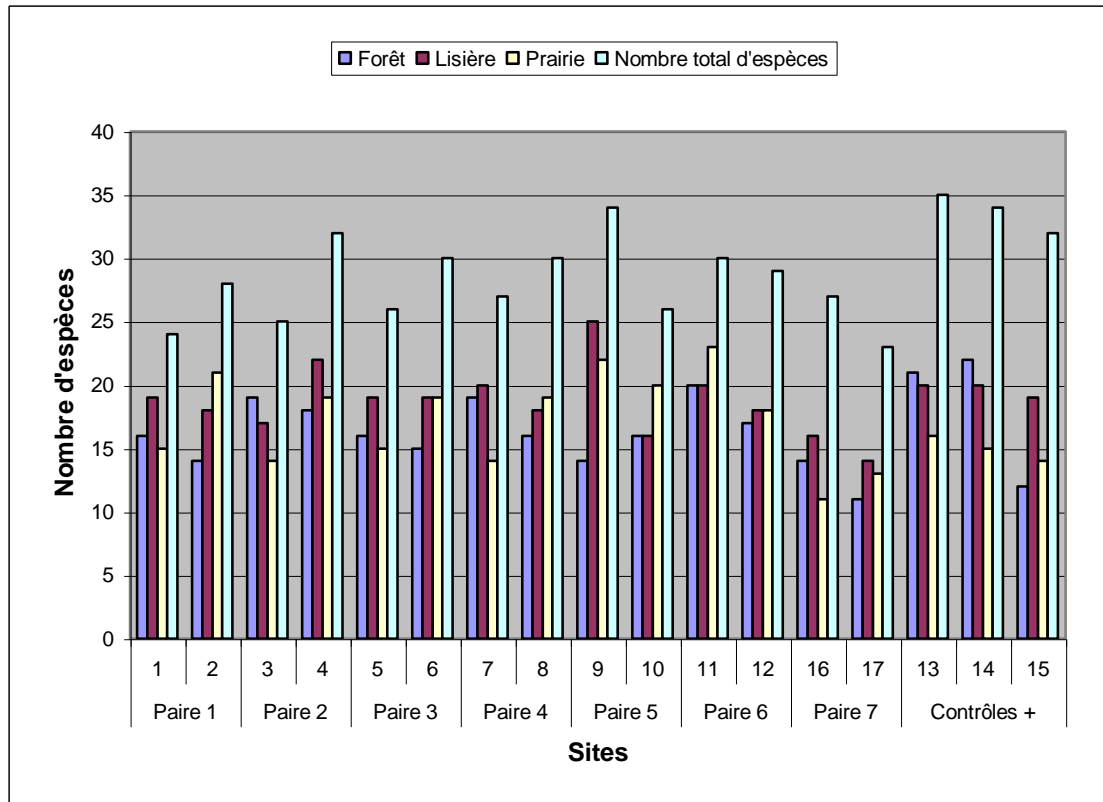


Fig. 30 : Richesses spécifiques observées sur chaque site.

Une première analyse statistique (Test *t* de Student) a été réalisée afin de mettre ou non en évidence une différence significative de la richesse spécifique entre les sites d’une même paire.

Celle-ci, appliquée indépendamment à chaque type d’habitat, nous confirme bien qu’il n’y a aucune différence significative. Cet état de fait était bien sûr attendu pour l’année de départ du dispositif.

Comparaison bande extensive / témoin			
Habitats	Test <i>t</i> (diff. des moy.)	Valeur de <i>t</i>	Niveau de <i>p</i>
En forêt	0	2,29	0,062
En prairie	0	1,01	0,351
En lisière	0	-1,37	0,220
Total bande ext. / témoin	0	-0,41	0,694

Tableau 8 : Résultats d’analyse Test *t* de Student (pour tous les test, n=7).

Une seconde analyse (ANOVA 1) a ensuite porté sur les 3 habitats (forêt, prairie, lisière) pris globalement.

Un test de Fisher indique qu’il existe bien une différence entre les contrôles + et paires de lisières incluant la bande refuge et le témoin. La richesse spécifique en oiseaux est donc

significativement plus élevée dans ces contrôles + que dans les autres sites ($F = 4,21$ $dl = 2,14$ $p = 0,037$).

La lisière 13 n'était pas encore gyrobroyée lors des 2 passages oiseaux, elle a été incluse dans cette analyse.

Nous retrouvons donc un nombre total d'espèces relativement homogène entre les paires et les contrôles +, ceux-ci possédant une richesse spécifique légèrement supérieure aux autres.

Par contre, pris séparément, les habitats ne démontrent aucune différence significative.

Comparaison des habitats prit séparément			
Habitats	Dl	F	P
Forêt	2,14	1,16	0,343
Prairie	2,14	1,29	0,305
Lisière	2,14	0,90	0,428

Tableau 9 : Résultats de l'ANOVA 1

Cependant, la paire 7 est caractérisée par une richesse spécifique relativement plus faible que la plupart des autres paires.

En général, selon les paires, la richesse spécifique par habitat est assez hétérogène : on retrouvera avec un « S » supérieur, la lisière pour les sites 1, 4, 5 ,7 ,9, 16 et 17. La forêt possède un « S » supérieur pour les sites 3, 13 et 14. Finalement, la prairie dominera pour les sites 2, 8 et 11.

En ce qui concerne le pattern de richesse au sein d'une même paire, nous retrouvons cette homogénéité sauf pour la paire 5 où l'on observe un pic des espèces associées à la lisière. Le contrôle + 15 possède également un nombre plus faible d'espèces de forêt (il s'agit d'une plantation d'épicéas de plusieurs dizaines d'années).

8.3 Résultats carabes

8.3.1 Analyse factorielle des correspondances

Dans une première analyse, nous avons dans notre graphique à deux axes, obtenu un effet d’arche pour les résultats. Cet effet d’arche est indésirable à partir du moment où nous recherchons un gradient entre les différents habitats.

C’est pourquoi nous avons utilisé la méthode « *Detrended* », afin de casser cet effet d’arche.

Résultats

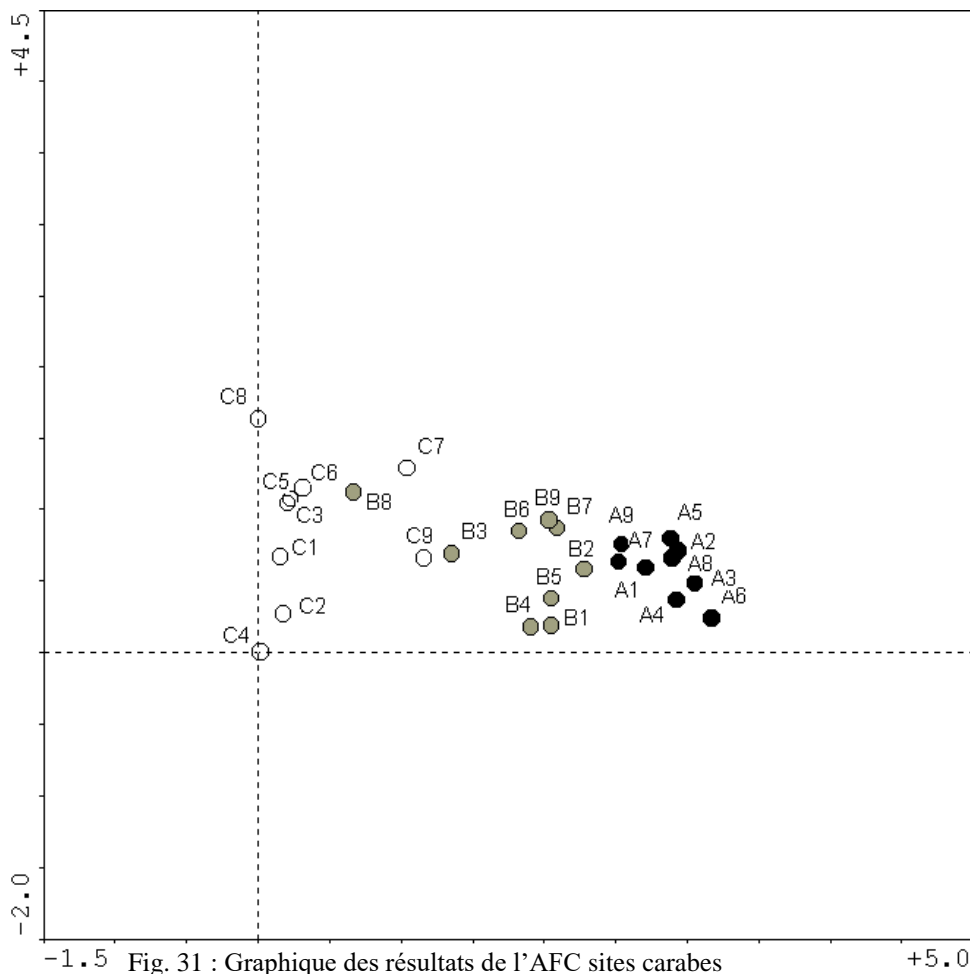
➤ AFC appliquée aux sites

Les sites numérotés de 1 à 9 correspondent aux lisières du dispositif 2003 :

Lisière n°	200303	200304	200305	200306	200309	200310	200313	200314	200315
correspondance	4	1	5	2	6	3	7	9	8

Dans l’analyse des sites et des espèces, nous obtenons avec cette méthode, une information résumée de 29,2% pour l’axe 1 et 37% pour les axes 1 et 2 (variance résumée par rapport aux 100% du tableau).

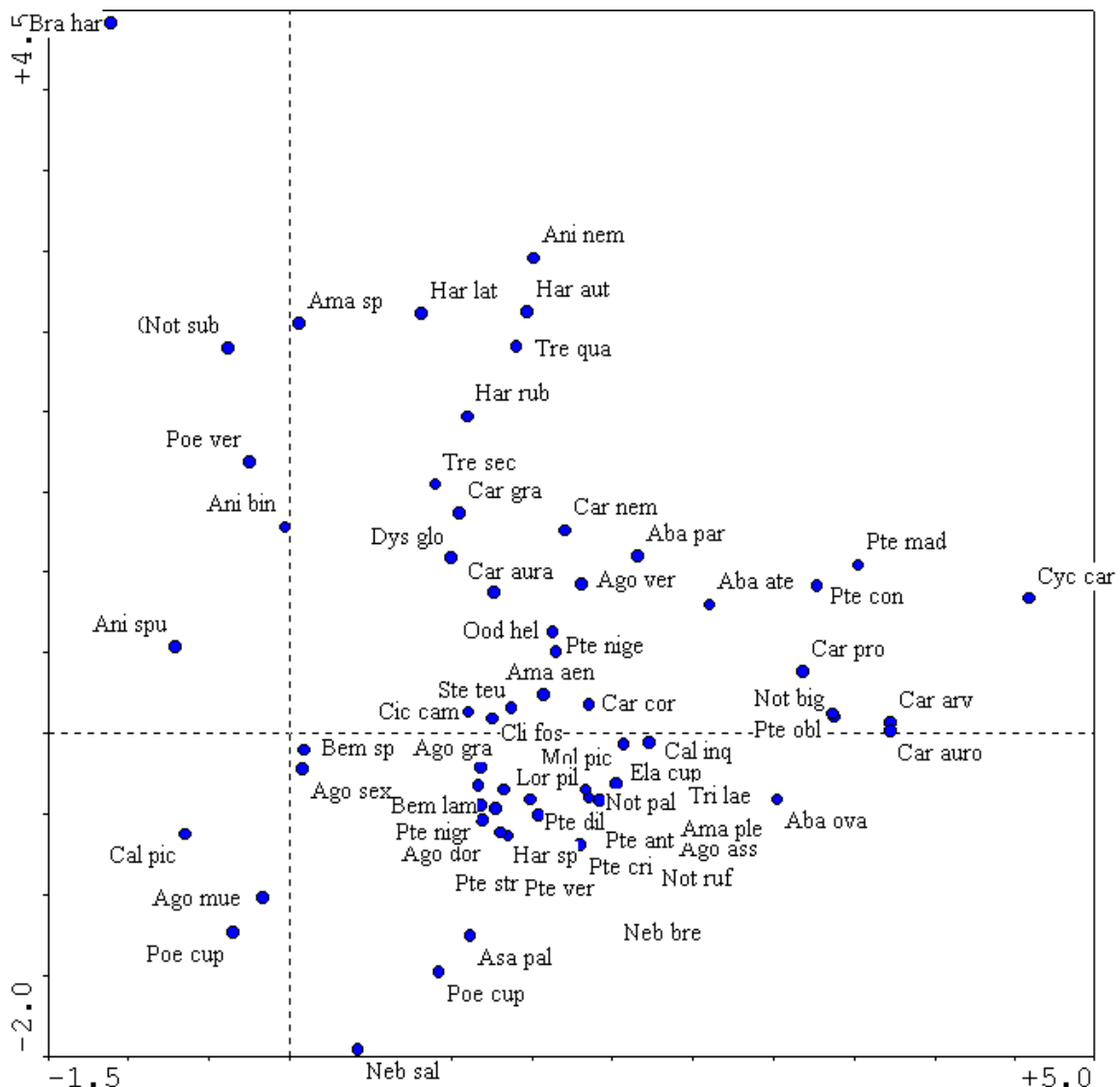
Un pourcentage plus élevé apporterait trop d’informations pour seulement deux axes.



Ce graphique nous montre clairement la présence d'un gradient entre les habitats forêt (A), lisière (B) et prairie (C) par rapport à la composition spécifique.

La lisière étant le milieu intermédiaire, on y retrouvera des espèces de forêt, de prairie, mais également des espèces inféodées aux lisières.

➤ AFC appliquée aux espèces (voir en *Annexe 13* la liste complète des carabes)



Les espèces présentes sur ce graphique sont également réparties en fonction du gradient forêt, lisière et prairie.

On retrouve aux extrêmes de l'axe 1 (abscisse) les espèces liées soit aux milieux ouverts telles *Calatus piceus* ou *Agonum muelleri*, soit aux milieux fermés telles *Carabus auronitens* ou encore *Cychrus caraboides*. Au centre du graphique, on retrouve les espèces aussi bien de milieux ouverts que fermés, par exemple *Carabus nemoralis* qui est forestier et que l'on retrouve en lisière, mais également uniquement les espèces inféodées aux lisières forestières.

8.3.2 Méthode IndVal

Résultats

Les résultats obtenus avec cette méthode sont repris dans le tableau en *Annexe 14*.

Ce tableau reprend tous les échanges possibles entre les milieux et regroupe ensuite les espèces en fonction de leur appartenance à un milieu.

Les milieux ou groupes de milieux suivants possèdent un certain nombre d'espèces significativement associées ($p < 0,05$) à ce milieu ou à ces groupes de milieux.

N°	Espèces	Score IndVal	Prairie	Lisière	Forêt	
1	<i>Amara sp.</i>	93,04	401./ 9	38./ 9	22./ 7	*
2	<i>Agonum muelleri</i>	75,44	97./ 7	3./ 2	3./ 2	*
3	<i>Anisodactylus binotatus</i>	63,77	22./ 6	0./ 0	2./ 1	*
4	<i>Anisodactylus spurcaticornis</i>	33,33	3./ 3	0./ 0	0./ 0	*
5	<i>Pterostichus strenuus</i>	94,44	59./ 8	53./ 9	0./ 0	*
6	<i>Poecilus versicolor</i>	93,34	1129./ 8	224./ 9	8./ 4	*
7	<i>Bembidion lampros</i>	82,74	235./ 8	45./ 7	1./ 1	*
8	<i>Bembidion sp.</i>	80,32	47./ 8	44./ 9	8./ 2	*
9	<i>Poecilus cupreus</i>	76,17	164./ 7	25./ 7	2./ 2	*
10	<i>Nebria brevicollis</i>	67,93	99./ 6	154./ 7	8./ 2	*
11	<i>Carabus granulatus</i>	66,67	14./ 6	10./ 6	0./ 0	*
12	<i>Pterostichus vernalis</i>	61,26	28./ 7	40./ 5	3./ 2	*
13	<i>Pterostichus nigrita</i>	38,89	10./ 4	3./ 3	0./ 0	*
14	<i>Agonum assimile</i>	46,78	0./ 0	16./ 5	3./ 3	*
15	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	98,31	6./ 6	156./ 9	544./ 9	*
16	<i>Pterostichus concinnus</i>	83,73	7./ 4	55./ 8	172./ 8	*
17	<i>Carabus problematicus</i>	82,24	1./ 1	41./ 7	110./ 8	*
18	<i>Pterostichus madidus</i>	77,97	1./ 1	20./ 6	75./ 8	*
19	<i>Carabus auronitens</i>	68,66	0./ 0	38./ 5	143./ 7	*

Tableau 10 : Espèces significatives associées à un milieu

On observe ici que peu d'espèces ne sont associées qu'à un milieu propre. Elles sont regroupées sur des habitats continus avec dans le cas présent de nouveau la lisière en position intermédiaire.

La plupart des espèces trouvées uniquement sur les lisières sont des espèces rares (et donc laissées de côté par IndVal, qui ne s'attache qu'à des espèces suffisamment communes).

8.3.3 Indice de Frochot

Les résultats obtenus sont représentés dans le graphique ci-dessous, contrairement à ce que l'on pourrait penser, la lisière a un effet négatif sur l'abondance d'une série de carabes. Pour la majorité des carabes, on ne note pas d'effet de la lisière.

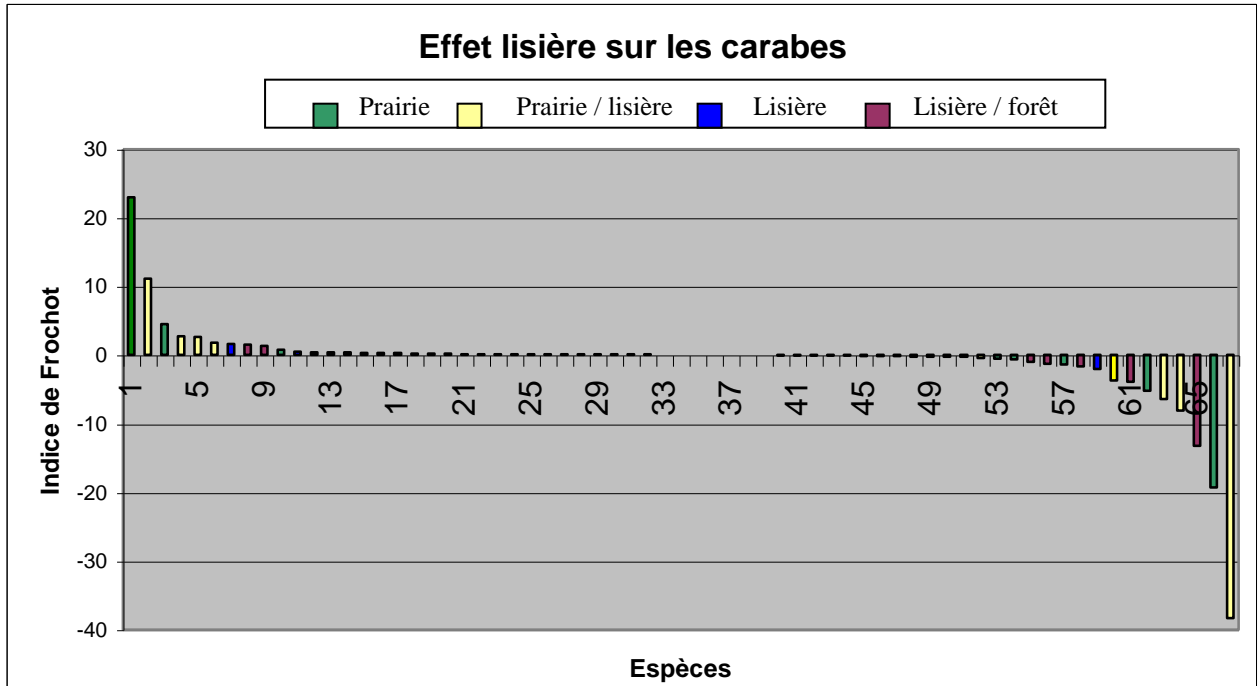


Fig. 33 : Indice de Frochot

Les chiffres correspondants dans le graphique sont repris en *Annexe 14* (IndVal sp).

Les 67 espèces de carabes étudiées sont ici classées par ordre décroissant des indices lisières *e*.

Les colonnes vertes représentent les espèces significativement ou non associées à la prairie. Les colonnes jaunes représentent l'association aux habitats prairie /lisière. En bleu elles représentent l'association au lisières.

Finalement, les espèces représentées en bordeaux sont associées à l'habitat lisière / forêt.

8.3.4 Mesure de la richesse spécifique

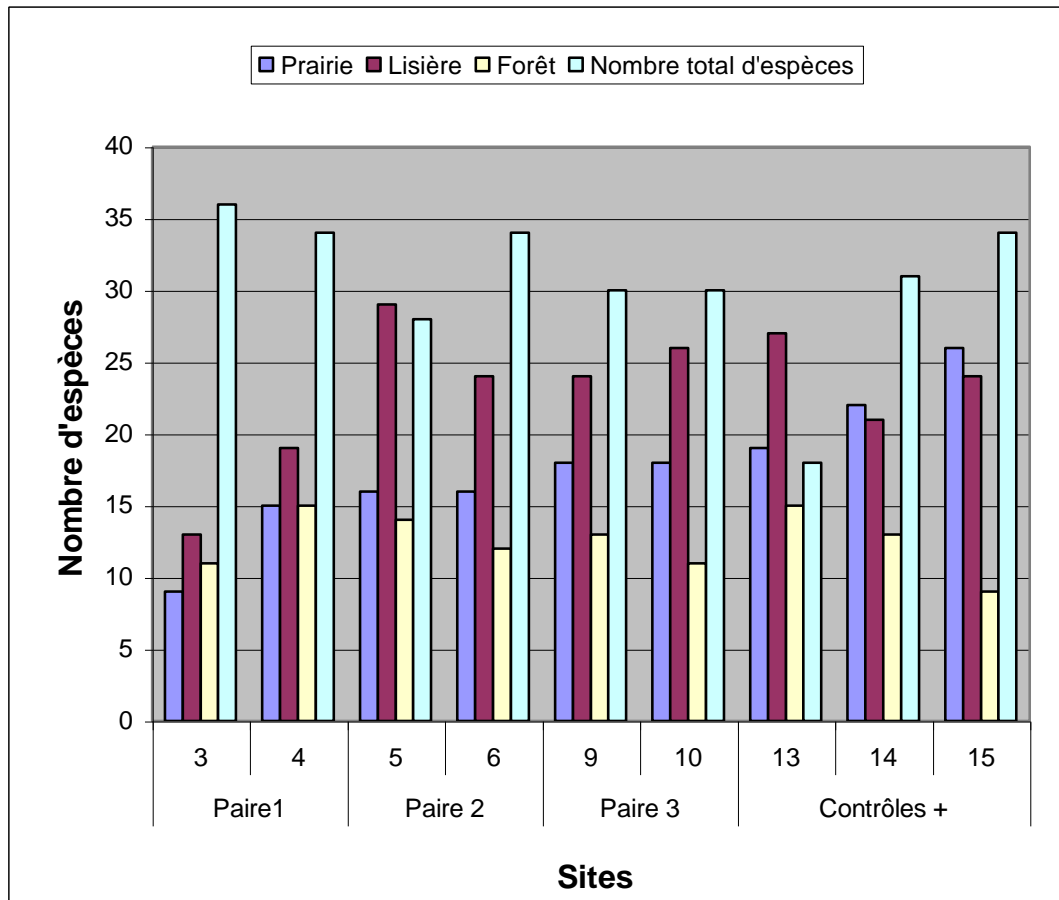


Fig. 34 : Comparaison de la richesse spécifique par sites

Une première analyse statistique (ANOVA 1) de la richesse spécifique par sites indique que la richesse spécifique est significativement plus élevée dans les lisières que dans les prairies ou qu'en forêt ($F=31,81$ $dl=2,21$ $p<0,001^{**}$).

La lisière n°13 est à éliminer de l'analyse car celle-ci a subi moins de relevés que les autres suite à un changement d'emplacement (prairie abandonnée transformée en prairie à chevaux). Les résultats sont donc faussés pour ce site.

Cependant, il n'y a statistiquement (ANOVA 1) aucune différence de richesse spécifique au niveau de chaque site, lorsque les trois habitats sont pris globalement ($F=0,66$ $dl=2,5$ $p=0,557$).

Par contre, lorsque nous analysons (ANOVA 1) les sites en prenant séparément les habitats prairie, lisière et forêt, il ressort que la prairie est significativement différente ($F= 10,11$ $dl=2,5$ $p=0,017^*$). Les lisières ($F=0,68$ $dl=2,5$ $p=0,548$) et les forêts ($F=0,83$ $dl=2,5$ $p=0,488$) ne présentent pas de différences significatives entre les différents sites.

D'une manière générale, ici aussi les patterns de richesse spécifique au sein des paires semblent être homogènes.

8.4 Résultats papillons

L'analyse des relevés papillons sera différente de celles des autres indicateurs. En effet, les relevés papillons étant toujours en cours au moment de la rédaction de ce travail, nous ne donnerons qu'un aperçu des résultats : le laps de temps assez court entre les relevés ne nous a pas permis de traiter l'entièreté des données afin de les utiliser au mieux dans des analyses statistiques (voir liste non exhaustive des papillons en *Annexe 15*).

Nous traiterons ici de la richesse spécifique en papillons sur le dispositif 2003.

8.4.1 Mesure de la richesse spécifique

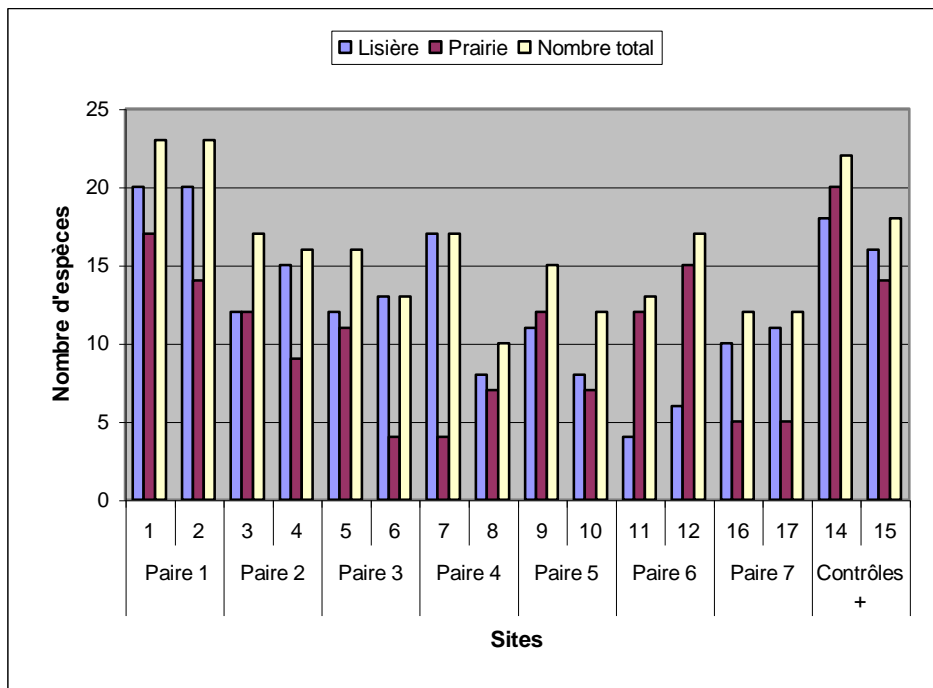


Fig. 39 : comparaison des richesses spécifiques entre les sites

Un test *t* de Student relève ici que la richesse spécifique entre les membres d'une paire de lisière n'est pas différente aussi bien au niveau de la lisière et de la prairie pris séparément que globalement . Cela confirme encore le choix correct de nos paires.

Comparaison bande extensive / témoin			
Transects	Test <i>t</i> (diff. des moy.)	Valeur de <i>t</i>	Niveau de <i>p</i>
En lisière	0	-0,46	0,662
En prairie	0	-1,17	0,285
Total bande ext. / témoin	0	-1,11	0,310

Tableau 11 : Résultats d'analyse Test *t* de Student (pour tous les test, n=7).

Une seconde analyse (ANOVA 1) nous indique également qu'il n'y a aucune différence significative entre les bandes refuges, les témoins et les contrôles + au niveau des habitats prairie ou lisière. Or lorsque nous regardons le graphique de la figure 39, on constate une richesse spécifique de la paire 1 à toutes les autres paires et contrôles + du dispositif, ce qui fausse l'analyse (richesse « anormalement » élevée pour une lisière!).

Comparaison des habitats			
Habitats	dl	F	P
Lisière	2,13	1,01	0,391
Prairie	2,13	2,79	0,098
Total lisière /prairie	2,13	1,42	0,277

Tableau 12 : Résultats de l'ANOVA 1

La même analyse à laquelle nous avons soustrait cette paire 1, nous donne des résultats quelque peu différents.

Il n'y a pas de différence de richesse spécifique pour les lisières au niveau des bandes extensives, des témoins et contrôles + (F=2,69 dl=2,11 P=0,112). Nous obtenons par contre une richesse spécifique significativement plus élevée pour la prairie au niveau des contrôles +, suivis par les bandes extensives et finalement les témoins (F=4,24 dl=2,11 P=0,043).

Nous retrouvons exactement la même situation pour les lisières et les prairies prises globalement (F=5,61 dl=2,11 P=0,021).

Si nous comparons la richesse spécifique en fonction du type de prairie rencontré (fauche, pâture ou abandonnée) par une ANOVA 1, nous n'observons pas de différence significative de richesse spécifique au niveau de la lisière (F=0,97 dl=2,13 P=0,406).

Pour ce qui est de la prairie, la prairie abandonnée possède une richesse spécifique significativement plus élevée qu'en prairie de fauche. La richesse la plus basse étant en prairie pâturée (F=11,94 dl=2,13 P=0,001).

Lorsque nous comparons les habitats lisière et prairie pris globalement, nous ne retrouvons aucune différence significative entre les prairies (F=3,33 dl=2,13 P=0,068).

Ce même test, auquel on a soustrait la paire 1, nous donne également des résultats différents. Au niveau de la lisière, nous ne retrouvons toujours pas de différence significative au niveau du nombre d'espèces, mais il y a toutefois une tendance (F=3,72 dl=2,11 P=0,058).

Au niveau de la prairie par contre, nous retrouvons le canevas précédent, à savoir, une richesse spécifique plus grande en prairie abandonnée puis en prairie de fauche. La prairie la moins riche étant la prairie pâturée (F=11,94 dl=2,11 P=0,002).

Finalement, pour la richesse mesurée sur la prairie et lisière pris globalement, on retrouve une différence significative de richesse entre les prairies. La prairie abandonnée étant suivie de la prairie de fauche et ensuite de la prairie pâturée (F=5,61 dl=2,11 P=0,021).

D'une manière générale, la richesse en prairie est plus importante lorsqu'il s'agit d'une prairie de fauche que lorsqu'il s'agit d'une prairie pâturée.

Ce graphique exprime donc à lui seul l'importance d'un lisière bien structurée, se rapprochant des faciès des contrôles +.

Les espèces rencontrées le plus couramment en lisière sont le Tristan (*Aphantopus hyperantus*), le Paon du Jour (*Inachis io*), le Piéride du Navet (*Pieris napi*)... En prairie on

retrouvera comme espèces dominantes, la Petite Tortue (*Aglais urticae*), le Myrtil (*Maniola jurtina*) et la Belle-Dame (*Vanessa cardui*).

Etonnamment la paire 6 présente un nombre de papillons en lisière inférieur à la prairie et inférieur aux autres paires. Cela s'explique probablement par la présence d'un massif forestier constitué en partie de peuplements de résineux. Ceci s'applique également à la paire 7, les autres peuplements du dispositif étant des feuillus.

Ceci illustre fort bien le fait que les papillons sont extrêmement sensibles au milieu dans lequel ils évoluent (exposition, peuplement, type de prairie...), ce qui en fait un excellent indicateur de qualité.

8.5 Remarque

Bien qu'une différence de traitement ait pu avoir lieu sur les différents sites (voir historique des lisières), nous ne retrouvons pas de différences significatives d'un point de vue de la richesse spécifique sur les lisières d'une même paire. Nous gardons toujours globalement une même homogénéité.

Cependant cela ne peut être vérifié au niveau des indicateurs botaniques pour les lisières 5, 6, 7 et 8, aucun relevé n'ayant été réalisé à ces endroits.

9. Conclusion et perspectives

Ce travail s'est inscrit dans une démarche de restauration de lisières forestières par la mise en place d'une bande refuge.

Le fil conducteur était de tester le bienfait de cette bande sur la biodiversité de nos lisières.

Nous avons donc appliqué cette mesure sur des prairies pâturées ainsi que des prés de fauche. Les lisières attenantes présentaient un faciès assez abrupt, en général exempt de cordon arbustif et ne présentant qu'un faible ourlet herbeux.

Ces sites d'étude devraient constituer un réseau de placettes permanentes de suivis pour les années à venir.

D'une manière générale, les résultats des suivis au stade initial de cette étude indiquent bien que les lisières possèdent une richesse spécifique plus élevée que les autres habitats.

Cependant, à plus grande ampleur, les prairies laissées à l'abandon développent une dynamique de recolonisation assez importante. Dès lors, nous rencontrons une diversité plus grande en prairie lorsque le simple stade de la bande refuge est dépassé.

Bien que l'utilité de cette bande refuge ait été en partie démontrée, sa mise en place reste néanmoins difficile.

La recherche de sites d'études est assez fastidieuse, mais la difficulté principale reste la mise en œuvre avec l'agriculteur.

En effet, cette mesure n'ayant aucune valeur juridique, le risque de non respect des conditions du contrat est malheureusement présent (*voir exemplaire en Annexe 16*). C'est pourquoi, il est primordial d'informer les agriculteurs des objectifs suivis et de les encourager à les respecter en suivant ces conditions. Un suivi régulier du respect des mesures permet en plus de garder un certain contact avec l'exploitant. Il est aussi nécessaire d'insister sur l'importance de délimiter les zones refuges afin d'y interdire l'accès du bétail, un pâturage intempestif pouvant nuire à la bonne évolution du dispositif.

Il serait nécessaire d'introduire une étude de coût concernant le montant des subventions à verser aux agriculteurs. L'effort qui leur est demandé pour délimiter la surface de la bande refuge ainsi que la perte de rendement dû au fait de ne pas faucher (ou pâturer) vaut-il réellement la somme investie dans le contrat ?

Un agriculteur qui possède des prairies en fauche très tardive va faucher sa prairie au même moment que la bande extensive de 15 m. Il laissera dans la plupart des cas, un ourlet de quelques mètres au niveau du couvert des arbres afin de ne pas abîmer son matériel agricole. Par contre, un agriculteur qui possède des prairies de pâture va devoir non seulement mettre en place un dispositif de clôture qu'il devra entretenir, mais il devra aussi faucher une zone qui n'était normalement pas destinée à cet effet. On peut donc se demander si la mesure ne devrait pas s'appliquer sur une largeur plus importante (20 m au lieu des 5 m proposés) et sur une longueur plus courte afin que les agriculteurs désireux de toucher la subvention par hectare ne doivent pas doubler leur surface si l'on garde une distance de 5 m.

D'un point de vue biologique, cette étude nous a permis d'utiliser une série d'indicateurs différents. Chaque indicateur ayant ses propres avantages et inconvénients :

➤ Les plantes supérieures

Les plantes constituent un groupe indicateur de choix car beaucoup d'entre elles dépendent de conditions stationnelles précises (humidité, richesse en nutriments du sol, mode de gestion agricole ...). Elles témoignent aussi de l'historique du site (présence d'espèces messicoles par exemple).

Ce type de relevé est surtout très intéressant pour donner un état de la situation de départ. Dans le cas de notre étude, une série de relevés chaque année serait inutile, un changement de situation ne se faisant ressentir qu'après plusieurs années. Le projet devant normalement porter sur une période de 5 années, il serait intéressant de refaire un inventaire floristique dans 3 ans et de le comparer avec celui de l'année de départ.

Il est aussi important de choisir la méthode adéquate, la plus facile à mettre en place et la plus rapide à utiliser sur le terrain, tous les relevés devant être réalisés dans une même période afin de déterminer les espèces présentes au même moment.

De plus, avec un certain entraînement, ce type de relevé peut être réalisé par quiconque, ce qui n'est pas spécialement le cas d'autres indicateurs. Par exemple, pour la méthode des points d'écoute pour les recensements d'oiseaux, il faut inévitablement une bonne connaissance des chants.

➤ Les oiseaux

Les oiseaux sont généralement considérés comme de bons indicateurs de la structure globale de l'habitat, à une échelle plus grande que celle des groupes d'insectes.

Il est intéressant d'appliquer la méthode des points d'écoute sur des sites différents (peuplements résineux, feuillus, mélangés) afin de pouvoir comparer les résultats et d'en tirer les conclusions.

Les relevés ornithologiques demandent une bonne connaissance préalable de l'avifaune de nos régions (et notamment des chants), il n'est donc peut-être pas toujours possible de l'utiliser en fonction de l'observateur.

➤ Les carabes

Les carabes sont également de bons indicateurs, ils indiquent également un gradient entre la prairie, la lisière et la forêt. Il est donc assez aisé de classer les insectes par rapport au milieu qui les caractérise.

Cette méthode est cependant assez lourde, les relevés se répartissant sur toute une saison (un relevé par mois). De plus, la détermination demande une certaine connaissance et est assez lourde (la détermination des 3 relevés a prit environ 10 jours).

Les carabes répondent assez bien à l'effet-lisière, on aura donc un effet marqué et donc plus facilement interprétable.

➤ Les papillons

Les papillons sont peut-être de loin le meilleur groupe indicateur. En effet, ils réagissent rapidement aux changements de milieu. Ils sont donc les plus aptes à indiquer une amélioration de la lisière par la bande refuge à court terme.

Leur identification peut être également aisée avec quelques connaissances de base. Cependant, cela reste une méthode assez lourde en suivis sur le terrain, les relevés s'échelonnant de la mi-avril à la mi-septembre, et s'effectuant tous les 15 jours. Les papillons étant extrêmement sensibles aux conditions météorologiques, cette méthode peut ne pas toujours être facilement applicable dans nos régions.

Les carabes et les papillons semblent surtout réagir à la qualité de la prairie (une prairie abandonnée draine un nombre plus élevé d'espèces) plutôt qu'à la lisière elle-même (comparaison entre les lisières extensives, témoins et contrôles +). Ils semblent donc être de bons indicateurs dans le cas qui nous occupe (restauration d'un ourlet herbeux débordant dans la prairie).

Certains indicateurs réagissent mieux que d'autres à cet effet-lisière, il pourrait donc être intéressant de tester à l'avenir une série d'autres indicateurs (orthoptères, coccinelles...). Nous aurions dès lors une gamme importante de bioindicateurs que nous pourrions utiliser quelles que soient les conditions de terrain (climat, habitat...).

La mise en place d'une mesure lisière doit se faire d'une manière réfléchie. Elle se construit non seulement sur base de nos connaissances acquises sur le terrain, mais doit tenir compte des intervenants en jeux.

L'agriculteur a de son côté laissé une bande refuge destinée à reformer un ourlet herbeux, mais nous pourrions également dresser des perspectives d'aménagement au niveau forestier. En effet, une éclaircie du manteau pourrait favoriser la restauration d'un cordon arbustif qui viendrait accroître la dynamique de recolonisation de la lisière vers le milieu ouvert, tout en étant maintenue sur une surface délimitée.

Finalement, à travers la mise en place de cette mesure « test », nous avons pu approfondir nos connaissances sur la biodiversité liée aux lisières forestières. C'est sur base de ces acquis que nous pourrions réunir les divers intervenants afin d'améliorer les recommandations de gestion destinées à aménager au mieux les lisières souvent réduites à leur plus simple expression.

10. Bibliographie

- ACCORD-CADRE RECHERCHE FORESTIERE, 2000-2001. Protection-conservation-lisières. *Forêt Wallonne*. pp. 11-15.
- ANDRE, P., A. DE JAMBLINE DE MEUX, F. DEVILLEZ, P. GATHY, N. LUST & J. RONDEUX, 1994. *Les forêts belges*, Société Royale Forestière de Belgique, 131 p, pp 73-86.
- BARY-LENGER, A., R. EVRARD & P. GATHY, 1999. *La forêt. Ecologie-gestion. Economie-conservation*, 4^e éd., Liège, Ed. du Perron. 623 p.
- BRANQUART, E., JL. DOUCET, D. LIESSE, E. SKELTON, P. JEANMART & W. DELVINGT, 2001. *Quelle biodiversité pour nos lisières forestières ?*, *Parcs et réserves* 56, fascicule 1 : 37 p., pp.26-32.
- BRANQUART, E., A. FRANKLIN, G. DU BUS DE WARNAFFE & H. CLAESSENS, s.d. *La biodiversité forestière dans tous ses états*, [Rapport provisoire], 5 p.
- DE LANGHE, J-E., L. DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD, J. LAMBINON, C. VANDEN BERGHEN, 1978. *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes)*, 2^e éd., Meise, Ed. du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, 899 p.
- DIETMAR A., 1997. *Quelle est donc cette fleur*, Paris, Ed. Nathan, 400 p.
- DUFRÊNE, M. & P. LEBRUN, 1997. Etat de l'Environnement Wallon 93 : Flore – Faune in « Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, EEW ». [En ligne< <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eew/eew93/carabides.html> >, 7 p. imprimées. Consulté le 20 mai 2003]
- DOUCET, JL. & W. DELVINGT, 1998. *Recherche sur l'intérêt patrimonial des lisières forestières et leur gestion en zone 5b*, Gembloux, Ministère de la Région Wallonne, Direction Générale des ressources naturelles et de l'environnement, Division nature et forêt, 80 p. (Rapport final)
- FROCHOT, B., 1987. Synergism in bird communities : a method to measure edge effect. *Acta Oecologica, Oecologica generalis*. Volume 8, n°2, pp. 253-258.
- GOFFART, P., M. BAGUETTE, M. DUFRENE, L. MOUSSON, G. NEVE, J. SAWCHIK, A. WEISERBS & P. LEBRUN, 2001. *Gestion des milieux semi-naturels et restauration de populations menacées de papillons de jour*, Louvain La Neuve, Unité d'Ecologie et de Biogéographie, Centre de Recherche sur la Biodiversité, Université catholique de Louvain, DGRNE –DNF [Travaux n°25], 125 p., pp. 9,71-73.
- GOFFART, P. & B. DEBAST, 1997. Etat de l'Environnement Wallon 93 : Flore – Faune in « Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, EEW ». [En ligne< <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eew/eew93/papillons.html>>, 3 p. imprimées. Consulté le 20 mai 2003]
- GUINOCHET, M., MASSON & CIE, 1973. *Collection d'écologie*, [s.l.], [s.n.], 227 p.

- HALLET, C., 1997.** Etat de l'Environnement Wallon 93 : Flore – Faune in « Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, EEW ». [En ligne<<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eew/eew93/intro.html>>, 1 p. imprimée. Consulté le 20 mai 2003]
- HALLET, C., 1997.** Suivi de l'état de l'environnement wallon par la méthode des bioindicateurs. In « Ministère de la Région Wallonne, DGRNE ». [En ligne< <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eew/eew93/source.html>>, 2 p. imprimées. Consulté le 20 mai 2003]
- HOFMANS, K., 2000.** *Reconnaître les graminées les plus répandues en Belgique*, Vierves-sur-Viroin, Centre Marie Victorin, 24 p.
- HUFTY, M., 2001.** [Centre québécois de hautes études internationales, Quebec]. La gouvernance internationale de la biodiversité in « *Etudes internationales* », Vol. 32, N°1, pp 5-29. [En ligne<www.unige.ch/iued/new/enseignement/eifor/pdf/gouvernance_biodiversite.pdf>, 3 p. imprimées. Consulté le 14 mai 2003]
- ISTACE, P., 2002.** *Impact de la mesure agri-environnementale fauche (très) tardive sur la diversité et la structure des peuplements de Carabidae en Ardenne*, [Mémoire de fin d'études, UCL, Faculté des Sciences, département de Biologie, Unité d'Ecologie et de Biogéographie, Louvain], 37 p.
- JACOB, JP., 1997.** Etat de l'Environnement Wallon 93 : Flore – Faune in « Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, EEW ». [En ligne<<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eew/eew93/oiseaux.html>>, 6 p. imprimées. Consulté le 20 mai 2003]
- JEANMART, P. & JL. DOUCET, 1998.** *Les lisières forestières : fonctions, diagnose et gestion*, Jambes, DGRNE, FUSAGx – DNF et Ministère de la Région Wallonne, 28 p. (Fiche technique n°10).
- KRÜSI, BO., M. SCHÜTZ & S. TIDOW, 1997.** Situation écologique, diversité botanique et potentiel de valorisation écologique. *Forêt Suisse*, pp 20-26.
- MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, s.d.** Introduction provisoire in « Méthodes d'analyse des données écologiques et biogéographiques, SIBW, MRW ». [En ligne<<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/methodo/introductionprov.htm>>, 5 p. imprimées. Consulté le 20 mai 2003]
- MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, 1995.** *Aide mémoire pour réussir son Plan Communal de Développement de la Nature. Nature et Développement durable*, 68 p., pp. 10 et 11.
- MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, 1995.** *Pourquoi et comment faire un état des lieux du patrimoine naturel de sa commune ? Nature et développement durable*, 16 p., pp 6 et 10, (Dossier technique) .
- PAQUET, J.Y., D. LIESSE, X. VANDEVYVRE, M. EVRARD, J. RONDEUX, & W. DELVINGT, 2002.** Etude et mise au point de techniques forestières permettant d'améliorer la biodiversité [Cédérom], Gembloux, FUSAGx, [Accord-cadre recherche forestière, action 1.2.1, rapport annuel détaillé Juin 2002], 34 p.
- PAQUET, J.Y., X. VANDEVYVRE, M. EVRARD, J. RONDEUX, L. DELAHAYE & W. DELVINGT, 2003.** *Etude et mise au point de techniques forestières permettant d'améliorer la biodiversité*, Gembloux, FUSAGx, [Accord-cadre recherche forestière, action 1.2.1, rapport annuel détaillé Juin 2003], 51 p.
- PARFONRY, A., 2001.** *Ecologie*, [support de cours, HEPHO, Section sylviculture – environnement, Ath]

- RAMEAU, J.C., D. MANSION, G. DUME, J. TIMBAL, A. LECOINTE, P. DUPONT & R. KELLER, 1989.** *Flore forestière française. Guide écologique illustré. Plaines et collines* (tome 1), Institut pour le développement forestier, Ministère de l'agriculture et de la forêt, Direction de l'espace rural et de la forêt, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, s.l..1785 p.
- RONDEUX, J., 2002.** [Unité de Gestion et Economie forestières, Gembloux]. Inventaires forestiers et biodiversité in « *Les cahiers forestiers de Gembloux* » , N°28, 20 p. [En ligne< www.fsagx.ac.be/gf/cahiers_forestiers/CaFor28.pdf >, 6 p. imprimées. Consulté le 14 mai 2003]
- SAINTENOY-SIMON, J., 1997.** Etat de l'environnement Wallon 93 Flore - Faune in « Ministère de la Région Wallonne, DGRNE, EEW ». [En ligne< <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/especes/eew/eew93/plantes.html> >, 8 p. imprimées. Consulté le 28 mai 2003]
- SAWCHIK, J., 1999.** *Répartition spatiale et dynamique de populations de Rhopalocères des prairies humides du Plateau des Tailles*, [Thèse - UCL], 129 p.
- SKELTON, E., 2001.** *Evaluation Biologique et mise en évidence du rôle structural des lisières forestières de Famenne Orientale*, [Mémoire de fin d'études, FUSAGx, section Eaux et forêts, Gembloux], 91 p.
- SNOECK, B., F. BAAR, 2001.** Aménager les lisières forestières. *Forêt Wallonne* 53 – juillet/août, 16 p., (Cahier technique : n°16)
- WHALLEY, P., 1989.** *Papillons*, Paris, éd. Arthaud, 168 p.
- WYNHOFF, I., C. VAN SWAAY , J. VAN DER MADE, 2001.** *Dagvlinders*, Utrecht, Uitgeverij KNNV, 224 p.

Annexes

FORMULAIRE PRÉCONISÉ POUR LA CARACTÉRISATION DES LISIÈRES

Nom ou n° de lisière		Diversité structurale	
Portion		Faciès	code
Date		Largeur du manteau	code
Paramètres stationnels		Largeur du cordon	code
Territoire écologique	code	Largeur de l'ourlet	code
Orientation	code	Tracé	code
Altitude	valeur	Densité	code
Milieu ouvert		Zones humides	0 / 1
Nature	code	Bois mort sur pied	0 / 1
Liaison	code	Bois mort au sol	0 / 1
Milieu forestier		Arbres de dhp > à 50 cm	0 / 1
Régime et traitement	code	Surface nue	0 / 1
Age éventuel	valeur	Tas de pierres	0 / 1
Composition :		Plante grimpante	0 / 1
espèce 1	code	Somme (sauf faciès)	
espèce 2	code	Diversité biologique	
espèce 3	code	Chênes sessile ou pédonculé	0 / 1
Dominance relative :		Saule(s)	0 / 1
espèce 1	valeur	Bouleau(x)	0 / 1
espèce 2	valeur	Peuplier(s)	0 / 1
espèce 3	valeur	Aubépine	0 / 1
Strate arbustive	0 / 1	Prunellier	0 / 1
Strate herbacée	0 / 1	Présence / nidification sp. de grand intérêt	valeur de 1 par sp.
Limite		Somme	
externe	code	Propriété	
interne	code	Manteau	0/0,5/1
Perturbation		Cordon	0/0,5/1
code	valeur	Ourlet	0/0,5/1

Valeur écologique = somme (diver. structurale, diver. biologique)

- 1) La (ou les) dates (s) approximative(s) d'apport d'engrais de ferme sur la prairie (fumier, lisier, compost);
 - 2) La nature de l'engrais de ferme apporté (fumier, lisier, compost);
 - 3) La quantité la plus précise possible apportée (tonnes /ha ou nombre d'épandeurs par ha avec la capacité de l'épandeur);
 - 4) Dispose t-il de résultats récents d'analyse de son fumier (lisier, compost)?
 - 5) L'apport d'engrais minéraux
 - ✓ date(s),
 - ✓ quantité(s),
 - ✓ composition(s).
 - 6) Quelles sont les dates de fauche de la prairie, de la bande de prairie extensive (appelée "zone tampon" dans le contrat)?
 - 7) Dans le cas des prairies pâturées, à quelle date donnent ils accès à la bande de prairie extensive?
 - 8) L'accès au bétail est-il donné avant un fauchage ou pas dans ces cas là?
 - 9) En cas de pâturage de la prairie qui jouxte la bande de prairie extensive, combien d'animaux occupent la pâture pendant la période où le bétail a accès à la bande extensive (pour autant que cette disposition soit bien d'application).
 - ✓ Quels types d'animaux (vache laitières, vaches allaitantes, génisses, etc.).
 - ✓ Quelle est la surface de cette prairie.
 - ✓ A quel moment le bétail est-il retiré de cette prairie en fin de saison?
 - 10) Il y a-t-il seconde fauche ou pâturage après la première coupe?
 - 11) Il y a-t-il pâturage près la seconde si il y en a une seconde?
 - 12) Y a t'il une troisième coupe?
 - 13) Fait-il du foin ou du préfané sur les bandes de prairie?
 - 14) Est-il en contrat FT/FTT sur ces prairies?
 - 15) Il y a-t-il eu un traitement herbicide sélectif en plein ou localisé
 - ✓ dans la prairie?
 - ✓ en localisé dans la bande de prairie extensive ou dans la bande refuge?
- Si oui,
- ✓ comment,
 - ✓ contre quoi,
 - ✓ quand.

➤ **200301-02-03-04 : Winenne**

✓ Pour 2003

- 1) Pas d'apports
- 2) /
- 3) /
- 4) /
- 5) Rien
- 6) Fauche en 1 fois au 18/07
- 7) /
- 8) /
- 9) /
- 10) Deuxième en septembre-octobre si la météo le permet
- 11) /
- 12) /
- 13) Foin
- 14) FTT
- 15) Aucun produits

✓ Avant 2003

Normalement aucun apports n'a été apporté.

➤ **200305 : Gedinne**

	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
1	/	Début mars	/	Début mars	/	/	Début mars
2	/	Compost	/	Compost	/	/	Compost
3	/	30T/ha	/	30T/ha	/	/	30T/ha
4	/						
5	Nitrates fin mars : 20kg/ha + 10 juin : 100kg/ha +2 août : 100kg/ha	Nitrates fin mars : 200kg/ha	NPK : 12-0-6 fin mars 40kg/ha et début août 100kg/ha				
6	Prairie : 10/07 Bande ext. : 16-17/07	Prairie : 10/07	/				
7	/	5 avril en pâture	avril				
8	Oui	Oui (1 mois)	Oui				
9	40 vaches allaitantes sur 9ha retirées début novembre						
10	Pâturage						
11	/						
12	/						
13	Foin	Préfané	Foin				
14	/	/					

15	Chardon, rumex en plein au MCPB	Chardon, rumex en localisé début mai
----	---------------------------------	--------------------------------------

➤ 200306-07 : Gedinne

	2003	2002	2001	1997	1998	1999	2000
1	Début mars	/		Début mars			
2	Compost	/		Compost			
3	30T/ha	/		30T/ha			
4	/						
5	Nitrates fin mars : 20kg/ha + 10 juin : 100kg/ha +2 août : 100kg/ha	Nitrates fin mars : 200kg/ha	NPK : 12-0-6 fin mars 40kg/ha et début août 100kg/ha	NPK : 20-11-11			
				Epeautre 300kg/ha au 26/03 + 200kg/ha de nitrates au 3/06	Froment 300kg/ha au 26/03 + 200kg/ha de nitrates au 18/04 + 200kg/ha de nitrates au 3/06	Escourgeon 300kg/ha au 26/03 + 200kg/ha de nitrates au 3/06	Avoine 300kg/ha au 26/03
6	10/07	/	/	/			
7	/	/		avril			
8	Oui	Oui (1 mois)		/			
9	200302	200303		/			
	9 vaches laitières retirées début novembre	22 vaches allaitantes retirées début novembre					
10	Pâturage			/			
11	/						
12	/						
13	Foin	/					
14	/						
15		/		Etephon 0,50L/ha + Boscor 0,75L/ha + Amistar 0,60L/ha au 30/05 + Staran combi 0,50L/ha + CCC 0,80L/ha au 21/04	Allegro 0,50L/ha + Boscor 0,75L/ha au 16/05 + Staran combi 0,50L/ha+ CCC 0,80L/ha au 21/04 + Amistar 0,70L/ha au 9/06	Lindane 1,2L/ha au 23/09 + Etephon 1,25L/ha + Allegro 1L/ha au 7/05	MCPB (tropotox) 5L/ha au 7/05

➤ 200308 : Gedinne

Chemin le long du bois.

Traitement chaque année (sauf 2002) pour les orties au MCPB localisé

➤ 200309-10 : Graide

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1	Avril	Avril	/	Avril		
2	Compost	Potasse (caille net)	/	Compost		
3	20T/ha	250kg/ha	/	20T/ha		
4	/					
5	/					
6	Prairie : 10/07					Prairie : 10/7, Bande ext : 15/07
7	15/08					(pas accès à la bande)
8	Non					
9	30 génisses sur 40ha retirées en novembre			30 génisses sur 40ha retirées en février		30 génisses sur 40ha (8ha au niveau bande ext.) retirées en février
10	Pâturage				1 fauche sur 10ha	A venir
11	/				oui	A venir
12	/				non	non
13	Moitié de chaque					
14	4ha sont en FTT et 15ha en FT					Bande ext. En FT (8ha)
15	/					

➤ 200311-12 : Resteigne

✓ Avant 1998

- 1) Février-mars
- 2) Lisier
- 3) 16000L/5ha
- 4) /
- 5) /
- 6) la prairie était fauchée fin mai
- 7) /
- 8) oui, les vaches accédaient à la prairie un mois en début de saison
- 9) 45 vaches en prairie vers septembre-octobre
 - espèce blanc bleu
 - surface de 5ha
 - le bétail était retiré vers le 15 novembre
- 10) oui, en septembre

- 11) non
- 12) non
- 13) la première fauche = foin, la deuxième = préfané
- 14) non
- 15) non

✓ Après 1998 (jusque 2002)

- 1) février-mars
- 2) lisier
- 3) 16000L/5ha
- 4) / mais bien analyse de terre (à recevoir) : à prévoir dans l'avenir un traitement NPK
- 5) /
- 6) Prairie : 15 juillet, bande extensive : 6 20 juillet
- 7) /
- 8) /
- 9) /
- 10) oui, en septembre
- 11) non
- 12) non
- 13) la première fauche = foin, la deuxième = préfané
- 14) non
- 15) non

➤ **200313 : Louette Saint-Denis**

✓ Avant 2003

Prairie abandonnée, pas de fauche ni de traitements.

✓ En 2003

Gyrobroyage de la lisière et des haies : mise en place d'une prairie à chevaux.

➤ **200314-15 : Gembes**

Prairies laissées sans traitements ni fauches depuis de nombreuses années.

Pour la 200314, chaque année, il y a un passage de tracteur pour écraser les cirses.

La partie prairie de la 200315 est une plantation de tout jeunes douglas.

➤ 200316-17 : Longchamps

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	Avant bio			En bio				
1	Janvier : fumier-compost			Janvier : fumier-compost				
2	20 juillet : compost			20 juillet : compost				
3	20T/ha compost 30T/ha fumier frais			20T/ha compost 30T/ha fumier frais				
4	non			non				
5	Nitrate d'ammoniaques 200kg/ha en avril-mai			non				
6	Non fauché			Non fauché				
7	/			/				Pas d'accès
8	Pas de fauche			Pas de fauche		Une fauche de nettoyage	Pas de fauche	
9	Vaches allaitantes sur 6ha jusqu'en décembre			Vaches allaitantes sur 6ha jusqu'en décembre				
10	/			/				
11								
12								
13								
14	/			/				
15								

Fiche signalétique lisière

Date: 15.05.03

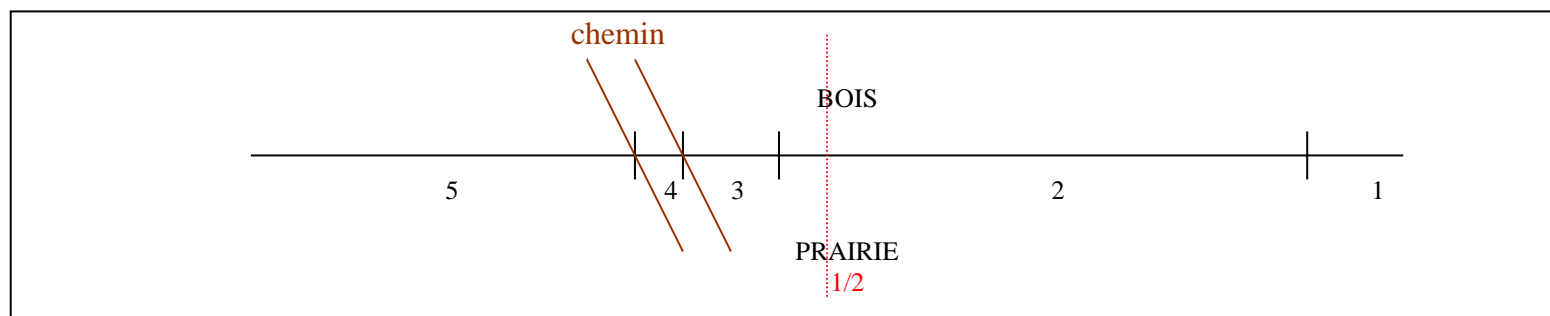
Lisière n° 200304

Lieu : Winenne

Vert = cordon buissonneux

Orientation : NE

Altitude : 335 m



Profil vertical lisière

Faciès	Longueur (m)	Manteau		Strate arbustive > 10 m		Strate arbustive entre 3 – 10 m		Strate arbustive < 3 m		Strate herbacée	
		<i>Espèces dominantes & recouvrement / abondance (%) (unités)</i>									
1	24	Chêne Bouleau	10% 10%			Noisetier Sorbier des ois.	80% 10%	Chèvrefeuille		Anémone sylv. ronce	30% 70%
2	81	Chêne Sorbier des ois. Bouleau	Xu 1u Xu	Charme	5%	Noisetier	80%	Noisetier Sorbier des ois.	50% 1%	Anémone sylv. Fougère aigle Ronces	45% 1% 50%
3	24	Chêne	Xu	Bouleau	2u	Noisetier	20%	Noisetier	1%	Anémone sylv. Ronces	45% 50%
4	7.7	Charme Chêne	Xu Xu								
5	70	Chêne Bouleau	Xu Xu			Noisetier Sorbier des ois. Aubépine	10% 10% 1%	chèvrefeuille		Anémone sylv. Ronce	20% 10%

N°	Famille	Nom latin	Nom vernaculaire	Correspondance AFC
1	<i>Aceraceae</i>	<i>Acer sp.</i>	Erable (plantule)	1
2	<i>Apiaceae</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	Podagraire	2
3		<i>Angelica sylvestris</i>	Angélique sauvage	3
4		<i>Anthriscus sylvestris</i>	Cerfeuil sauvage	4
5		<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce sphondyle	5
6		<i>Selinum carvifolia</i>	Sélin	6
7	<i>Araliaceae</i>	<i>Edera helix</i>	Lierre	
8	<i>Aspidiaceae</i>	<i>Dryopteris carthusiana</i>	Dryoptéris des chartreux	7
9	<i>Asteraceae</i>	<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuilles	8
10		<i>Achillea ptarmica</i>	Achillée sternutatoire	9
11		<i>Bellis perennis</i>	Pâquerette	10
12		<i>Centaurea jacea</i>	Centaurée jacée	11
13		<i>Cirsium sp.</i>	Chardon	12
		<i>Gnaphalium uliginosum</i>	Gnaphales des mares	
14		<i>Hypochoeris radicata</i>	Porcelle	13
15		<i>Lampsana communis</i>	Lampsane commune	14
16		<i>Leucanthemum vulgare</i>	Grande marguerite	15
17		<i>Matricaria sp.</i>	Matricaire	
18		<i>Senecio nemorensis</i>	Séneçon de Fuchs	16
19		<i>Taraxacum sp.</i>	Pissenlit	17
20		<i>Tragopogon pratensis</i>	Salsifis des prés	18
21	<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux (plantule)	
22		<i>Betula sp.</i>	Bouleau (plantule)	19
23	<i>Boraginaceae</i>	<i>Myosotis scorpioides</i>	Myosotis des marais	20
24		<i>Myosotis sp.</i>	Myosotis	21
25	<i>Brassicaceae</i>	<i>Barbarea vulgaris</i>	Barbarée commune	22
26		<i>Cardamine pratensis</i>	Cardamine des prés	23
27		<i>Cardamine sp.</i>	Cardamine	24
28		<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle commune	25
29	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Lonicera periclymenum</i>	Chevrefeuille des bois	26
30	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Cerastium fontanum</i>	Céraiste commune	27
31		<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Lychnis fleur de coucou	28
32		<i>Spergula arvensis</i>	Espargoutte des champs	29
33		<i>Stellaria graminea</i>	Stellaire graminée	30
34		<i>Stellaria holostea</i>	Stellaire holostée	31
35		<i>Stellaria media</i>	Mourons des oiseaux	32
36	<i>Corylaceae</i>	<i>Corylus avellana</i>	Coudrier	
37	<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex ovalis</i>	Laïche des lièvres	33
38		<i>Carex pallescens</i>	Laïche pâle	34
39		<i>Carex sylvatica</i>	Laïche des bois	35
40	<i>Dipsacaceae</i>	<i>Knautia arvensis</i>	Knautie des champs	36
41	<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum arvense</i>	Prêle des champs	37
42	<i>Fabaceae</i>	<i>Cytisus scoparius</i>	Genêt à balai	38
43		<i>Lathyrus linifolius</i>	Gesse de montagne	39
44		<i>Lathyrus pratensis</i>	Gesse des prés	40
45		<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé	41
46		<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne de lupuline	42
47		<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des prés	43
48		<i>Trifolium repens</i>	Trèfle blanc	44
49		<i>Vicia cracca</i>	Vesce en épi	45
50		<i>Vicia sativa</i>	Vesce à feuilles étroites	46
51		<i>Vicia sepium</i>	Vesce des haies	47

52	Fagaceae	<i>Quercus sp.</i>	Chêne (plantule)	48
53	Gentianaceae	<i>Centaurium erythraea</i>	Erythrée petite centaurée	49
54	Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i>	Géranium herbe-à-Robert	50
55	Hypolepidaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Fougère aigle	51
56	Hypericaceae	<i>Hypericum maculatum</i>	Millepertuis maculé	52
57		<i>Hypericum desetangii</i>	Millepertuis des étangs	53
58		<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis commun	54
59	Joncaceae	<i>Juncus acutiflorus</i>	Jonc à tépales aigus	55
60		<i>Juncus bufonius</i>	Jonc des crapaux	56
61		<i>Juncus conglomeratus</i>	Jonc aggloméré	57
62		<i>Juncus effusus</i>	Jonc épars	58
63		<i>Luzula multiflora</i>	Luzule multiflore	59
64	Lamiaceae	<i>Ajuga reptans</i>	Bugle rampant	60
65		<i>Ajuga sp.</i>	Bugle	
66		<i>Galeopsis tetrahit</i>	Ortie royale	61
67		<i>Glechoma hederacea</i>	Lierre terrestre	62
68		<i>Lamium galeobdolon</i>	Lamier jaune	
69		<i>Lycopus europaeus</i>	Lycopce d'Europe	63
70		<i>Mentha arvensis</i>	Menthe des champs	64
71		<i>Stachys officinalis</i>	Epiaire pourpre	65
72		<i>Stachys sylvatica</i>	Epiaire des bois	66
73	Onagraceae	<i>Epilobium hirsutum</i>	Epilobe hérissée	67
74		<i>Epilobium sp.</i>	Epilobe	68
75	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	69
76		<i>Plantago major</i>	Plantain commun	70
77	Poaceae	<i>Agrostis capillaris</i>	Agrostide vulgaire	71
78		<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés	72
79		<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante	73
80		<i>Arrhenatherum elatius</i>	Fromental	74
81		<i>Bromus hordeaceus</i>	Brome mou	75
82		<i>Cynosorus cristatus</i>	Crételle	76
83		<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle vulgaire	77
84		<i>Deschampsia flexuosa</i>	Canche flexueuse	78
85		<i>Festuca pratensis</i>	Fétuque des prés	79
86		<i>Festuca rubra</i>	Fétuque rouge	80
87		<i>Festulolium</i>	Hybride	81
88		<i>Holcus lanatus</i>	Houlque laineuse	82
89		<i>Holcus mollis</i>	Houlque molle	83
90		<i>Lolium perenne</i>	Ray-grass	84
91		<i>Phleum pratense</i>	Fléole	85
92		<i>Poa trivialis</i>	Pâturin commun	86
93		<i>Trisetum flavescens</i>	Avoine dorée	87
94	Polygonaceae	<i>Polygonum bistorta</i>	Renouée bistorte	88
95		<i>Polygonum lapathifolium</i>	Renouée à feuilles de patience	
96		<i>Polygonum persicaria</i>	Renouée persicaire	89
97		<i>Polygonum sp.</i>	Renouée	90
98		<i>Rumex acetosa</i>	Oseille sauvage	91
99		<i>Rumex sp.</i>	Rumex	92
100	Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	Mourons rouge	93
101		<i>Lysimachia nemorum</i>	Lysimaque des bois	
102		<i>Lysimachia vulgaris</i>	Lysimaque commune	
103		<i>Primula veris</i>	Primevère officinale	94
104	Ranunculaceae	<i>Anemone nemorosa</i>	Anémone sylvie	95
105		<i>Aquilegia vulgaris</i>	Ancolie vulgaire	96
106		<i>Ranunculus acris</i>	Renoncule âcre	97
107		<i>Ranunculus flammula</i>	Renoncule flamette	98
108		<i>Ranunculus repens</i>	Renoncule rampante	99
109	Rosaceae	<i>Agrimonia eupatoria</i>	Aigremoine eupatoire	100

110		<i>Alchemilla xanthochlora</i>	Alchémille vert-jaunâtre	101
111		<i>Fragaria vesca</i>	Fraisier sauvage	102
112		<i>Geum urbanum</i>	Benoîte commune	103
113		<i>Potentilla anserina</i>	Potentille ansérine	104
114		<i>Potentilla argentea</i>	Potentille argentée	105
115		<i>Potentilla reptans</i>	Potentille rampante	106
116		<i>Prunus spinosa</i>	Prunellier (plantule)	107
117		<i>Rosa canina</i>	Eglantier	108
118		<i>Rubus sp.</i>	Ronces	109
119	Rubiaceae	<i>Cruciata laevipes</i>	Gaillet croisettes	110
120		<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron	111
121		<i>Galium mollugo</i>	Gaillet mollugine	112
122		<i>Galium palustre</i>	Gaillet des marais	113
123		<i>Galium uliginosum</i>	Gaillet des fanges	114
124		<i>Galium verum</i>	Gaillet vrai	115
125	Salicaceae	<i>Populus tremula</i>	Peuplier tremble (plantule)	116
126	Scrophulariaceae	<i>Digitalis purpurea</i>	Digitale pourpre	117
127		<i>Linaria vulgaris</i>	Linaires commune	118
128		<i>Odonites sp.</i>	Odonites	119
129		<i>Rhinanthus angustifolius</i>	Grande rhinante	120
130		<i>Veronica arvensis</i>	Véronique des champs	121
131		<i>Veronica chamaedrys</i>	Véronique petit chêne	122
132		<i>Veronica serpyllifolia</i>	Véronique à feuilles de serpolet	123
133		<i>Veronica sp.</i>	Véronique	124
134	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	125
135	Violaceae	<i>Viola riviniana</i>	Violette de Rivin	126
136		<i>Viola sp.</i>	Violette	127

N°	espèce	score IndVal	prairie	bande extensive	bande refuge	lisière	
1	<i>Hol mol</i>	27,5	99./ 3	5./ 1	50./ 1	35./ 2	NS
2	<i>Pte aqu</i>	26,79	33./ 3	0./ 0	0./ 0	33./ 1	NS
3	<i>Kna arv</i>	25	4./ 2	0./ 0	0./ 0	0./ 0	*
4	<i>Vic sep</i>	20,83	4./ 2	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
5	<i>Jun acu</i>	12,5	4./ 1	0./ 0	0./ 0	0./ 0	NS
6	<i>Vic sat</i>	12,5	4./ 1	0./ 0	0./ 0	0./ 0	NS
7	<i>Bar vul</i>	12,5	2./ 1	0./ 0	0./ 0	0./ 0	NS
8	<i>Car ova</i>	12,5	2./ 1	0./ 0	0./ 0	0./ 0	NS
9	<i>Hyp mac</i>	12,5	2./ 1	0./ 0	0./ 0	0./ 0	NS
10	<i>Sel car</i>	12,5	2./ 1	0./ 0	0./ 0	0./ 0	NS
11	<i>Pri veri</i>	10,42	4./ 1	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
12	<i>Prun vul</i>	60,09	105./ 5	28./ 4	17./ 4	27./ 3	**
13	<i>Fes prat</i>	52,08	62./ 5	13./ 3	18./ 3	10./ 2	*
14	<i>Rub sp</i>	43,06	92./ 4	29./ 2	8./ 2	18./ 3	NS
15	<i>Hyp per</i>	40,91	2./ 1	6./ 2	2./ 1	4./ 2	NS
16	<i>Tris fla</i>	35,11	4./ 1	11./ 2	20./ 2	4./ 1	NS
17	<i>Jun eff</i>	31,12	25./ 2	39./ 2	80./ 2	37./ 1	NS
18	<i>Bro hor</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
19	<i>Epi sp</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
20	<i>Odo sp</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
21	<i>Que sp</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
22	<i>Ver arv</i>	25	0./ 0	2./ 1	0./ 0	0./ 0	*
23	<i>Fes</i>	20,15	4./ 1	9./ 1	5./ 1	4./ 1	NS
24	<i>Aju rept</i>	18,75	2./ 1	4./ 1	2./ 1	4./ 1	NS
25	<i>Ana arv</i>	15	2./ 1	2./ 1	4./ 1	2./ 1	NS
26	<i>Hyp rad</i>	52,68	14./ 5	10./ 3	12./ 4	2./ 1	**
27	<i>Ach mil</i>	42,86	12./ 4	8./ 2	10./ 4	2./ 1	*
28	<i>Car sp</i>	20,83	2./ 1	0./ 0	4./ 2	0./ 0	NS
29	<i>Jun buf</i>	10	4./ 1	0./ 0	4./ 1	0./ 0	NS
30	<i>Tra pra</i>	10	4./ 1	0./ 0	4./ 1	0./ 0	NS
31	<i>Cent ery</i>	10	2./ 1	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
32	<i>Lat lin</i>	10	2./ 1	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
33	<i>Pla maj</i>	35,71	7./ 1	2./ 1	15./ 4	6./ 2	NS
34	<i>Ace sp</i>	35,71	4./ 2	4./ 1	12./ 4	4./ 1	NS
35	<i>Ver cha</i>	19,74	4./ 1	0./ 0	6./ 2	0./ 0	NS
36	<i>Geu urb</i>	18,75	0./ 0	0./ 0	9./ 1	9./ 2	NS
37	<i>Agr eup</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	4./ 1	NS
38	<i>Car pra</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
39	<i>Equ arv</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
40	<i>Gal pal</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	2./ 1	NS
41	<i>Lam com</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	2./ 1	NS
42	<i>Pol sp</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
43	<i>Pop tre</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
44	<i>Pot ans</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
45	<i>Rum sp</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	4./ 1	NS
46	<i>Spe arv</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
47	<i>Gle hed</i>	50,1	5./ 1	4./ 1	4./ 2	21./ 5	**
48	<i>Cru lae</i>	50	0./ 0	0./ 0	0./ 0	30./ 4	**
49	<i>Epi hir</i>	50	0./ 0	0./ 0	0./ 0	12./ 4	**
50	<i>Urt dio</i>	49,32	2./ 1	0./ 0	0./ 0	58./ 4	**
51	<i>Gal tet</i>	40,6	9./ 3	0./ 0	2./ 1	19./ 4	**
52	<i>Fes rub</i>	34,72	2./ 1	0./ 0	0./ 0	10./ 3	**
53	<i>Gal apa</i>	33,09	5./ 1	0./ 0	0./ 0	15./ 3	**
54	<i>Ver sp</i>	27,03	25./ 1	4./ 1	2./ 1	32./ 3	NS
55	<i>Ach pta</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 2	*
56	<i>Ane nem</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	8./ 2	*

57	<i>Ger rob</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	6./ 2	*
58	<i>Ros can</i>	25	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 2	*
59	<i>Ant syl</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
60	<i>Aqu vul</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
61	<i>Car syl</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
62	<i>Des fle</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 1	NS
63	<i>Dig pur</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
64	<i>Fra ves</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 1	NS
65	<i>Lon per</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 1	NS
66	<i>Lyc eur</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
67	<i>Lyc flo</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
68	<i>Sen nem</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 1	NS
69	<i>Ste hol</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	2./ 1	NS
70	<i>Vio sp</i>	12,5	0./ 0	0./ 0	0./ 0	4./ 1	NS
71	<i>Bel per</i>	46,67	8./ 2	10./ 3	14./ 4	0./ 0	**
72	<i>Leu vul</i>	40,97	7./ 1	8./ 2	15./ 5	6./ 3	NS
73	<i>Lat pra</i>	37,5	12./ 4	0./ 0	17./ 3	9./ 2	NS
74	<i>Pru spi</i>	31,25	13./ 4	0./ 0	0./ 0	62./ 1	*
75	<i>Cir sp</i>	29,17	79./ 2	0./ 0	6./ 2	24./ 3	NS
76	<i>Car pal</i>	20,83	8./ 2	0./ 0	8./ 2	4./ 1	NS
77	<i>Jun cong</i>	20,83	7./ 2	0./ 0	6./ 2	7./ 1	NS
78	<i>Aeg pod</i>	20,83	5./ 1	0./ 0	6./ 2	11./ 2	NS
79	<i>Men arv</i>	18,75	9./ 2	0./ 0	0./ 0	9./ 1	NS
80	<i>Ste med</i>	18,75	7./ 2	0./ 0	0./ 0	7./ 1	NS
81	<i>Pol per</i>	12,5	25./ 1	0./ 0	0./ 0	26./ 1	NS
82	<i>Gal uli</i>	12,5	18./ 1	0./ 0	75./ 1	2./ 1	NS
83	<i>Myo sp</i>	12,5	4./ 1	0./ 0	9./ 1	5./ 1	NS
84	<i>Hyp des</i>	12,5	4./ 1	0./ 0	2./ 1	2./ 1	NS
85	<i>Hol lan</i>	96,43	38./ 8	52./ 4	43./ 8	62./ 7	NS
86	<i>Ran rep</i>	92,86	123./ 8	60./ 4	66./ 7	69./ 7	NS
87	<i>Tar sp</i>	92,86	25./ 6	21./ 4	39./ 8	31./ 8	NS
88	<i>Rum ace</i>	92,86	22./ 6	38./ 4	51./ 8	34./ 8	NS
89	<i>Agr cap</i>	89,29	63./ 8	18./ 3	37./ 7	25./ 7	NS
90	<i>Poa tri</i>	89,29	61./ 8	72./ 4	48./ 6	59./ 7	NS
91	<i>Ran acr</i>	89,29	34./ 7	27./ 4	56./ 8	68./ 6	NS
92	<i>Trif rep</i>	82,14	61./ 6	72./ 4	46./ 6	127./ 7	NS
93	<i>Phl prat</i>	78,57	181./ 7	10./ 3	31./ 8	51./ 4	NS
94	<i>Ant odo</i>	78,57	81./ 7	13./ 3	45./ 6	24./ 6	NS
95	<i>Cer fon</i>	78,57	47./ 7	34./ 4	61./ 7	35./ 4	NS
96	<i>Trif pra</i>	78,57	32./ 4	56./ 3	77./ 8	82./ 7	NS
97	<i>Med lup</i>	71,43	49./ 7	26./ 1	73./ 6	98./ 6	NS
98	<i>Pla lan</i>	64,29	70./ 5	31./ 2	69./ 5	108./ 6	NS
99	<i>Lot cor</i>	64,29	37./ 5	36./ 4	93./ 5	16./ 4	NS
100	<i>Lol per</i>	64,29	36./ 6	12./ 3	25./ 5	22./ 4	NS
101	<i>Cyn cri</i>	64,29	13./ 3	12./ 4	29./ 5	25./ 6	NS
102	<i>Rhi ang</i>	57,14	67./ 5	17./ 3	49./ 5	56./ 3	NS
103	<i>Dac glo</i>	57,14	17./ 4	8./ 2	23./ 5	26./ 5	NS
104	<i>Ste gra</i>	53,57	15./ 4	13./ 3	20./ 4	20./ 4	NS
105	<i>Cent jac</i>	50	157./ 4	7./ 2	24./ 4	67./ 4	NS
106	<i>Her sph</i>	50	34./ 2	7./ 2	23./ 5	37./ 5	NS
107	<i>Ver ser</i>	42,86	16./ 5	4./ 1	19./ 4	9./ 2	NS
108	<i>Alc xan</i>	39,29	11./ 3	18./ 1	83./ 3	21./ 4	NS
109	<i>Vic cra</i>	35,71	10./ 3	2./ 1	12./ 4	6./ 2	NS
110	<i>Pot rep</i>	34,12	25./ 2	4./ 1	81./ 3	13./ 3	NS
111	<i>Arr ela</i>	25	75./ 2	26./ 1	51./ 2	51./ 2	NS
112	<i>Alo pra</i>	25	4./ 1	4./ 1	15./ 3	14./ 2	NS
113	<i>Myo sco</i>	21,43	8./ 2	4./ 1	8./ 2	15./ 1	NS
114	<i>Ran fla</i>	17,86	9./ 2	2./ 1	5./ 1	4./ 1	NS

*Différences de richesse spécifique en oiseaux entre les sites d'une même paire***Test t et intervalle de confiance pour données appariées**

Test t pour données appariées pour foret_bandeext - foret_temoin

	N	Moyenne	Ecart-type	ESMoyenne
foret_ba	7	16,857	2,478	0,937
foret_te	7	15,286	2,289	0,865
Différence	7	1,571	1,813	0,685

95% IC pour la différence des moyennes : (-0,105; 3,248)

Test t de la différence des moyennes = 0 (contre non = 0) : Valeur de t = 2,29

Niveau de p = 0,062

Test t et intervalle de confiance pour données appariées

Test t pour données appariées pour lisiere_bandeext - lisiere_temoin

	N	Moyenne	Ecart-type	ESMoyenne
lisiere_	7	19,43	2,88	1,09
lisiere_	7	17,86	2,48	0,94
Différence	7	1,57	4,12	1,56

95% IC pour la différence des moyennes : (-2,24; 5,38)

Test t de la différence des moyennes = 0 (contre non = 0) : Valeur de t = 1,01

Niveau de p = 0,352

Test t et intervalle de confiance pour données appariées

Test t pour données appariées pour prairie_bandext - prairie_temoin

	N	Moyenne	Ecart-type	ESMoyenne
prairie_	7	16,29	4,46	1,69
prairie_	7	18,43	2,57	0,97
Différence	7	-2,14	4,14	1,56

95% IC pour la différence des moyennes : (-5,97; 1,69)

Test t de la différence des moyennes = 0 (contre non = 0) : Valeur de t = -1,37

Niveau de p = 0,220

Test t et intervalle de confiance pour données appariées

Test t pour données appariées pour total_bandeext - total_temoin

	N	Moyenne	Ecart-type	ESMoyenne
total_ba	7	27,57	3,41	1,29
total_te	7	28,43	3,21	1,21
Différence	7	-0,86	5,49	2,08

95% IC pour la différence des moyennes : (-5,94; 4,22)

Test t de la différence des moyennes = 0 (contre non = 0) : Valeur de t = -0,41

Niveau de p = 0,694

Différences de richesse spécifique en oiseaux entre les lisières bande ext, témoin et contrôle +.

Homogénéité de la variance

Response total
 Factors type_lisiere
 ConfLvl 95,0000

Intervalles de confiance de Bonferroni pour les écarts-types

Inférieur	Sigma	Supérieur	n	Niveaux de facteur
2,00903	3,40867	9,2490	7	1
1,89025	3,20713	8,7021	7	2
0,69813	1,52753	16,6983	3	3

Test de Bartlett (loi normale)

Statistique du test: 1,282
 Niveau de P: 0,527

Test de Levene (pour toute loi de probabilité continue)

Statistique du test: 0,441
 Niveau de P: 0,652

Analyse de la variance à un facteur contrôlé

Analyse de variance pour total (richesse totale pour les 3 sites A, B, C)

Source	DL	SC	CM	F	P
type_lis	2	81,90	40,95	4,21	0,037
Erreur	14	136,10	9,72		
Total	16	218,00			

IC individuels à 95 % Pour la moyenne
 Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcarType	IC
1bext	7	27,571	3,409	(-----*-----)
2tém	7	28,429	3,207	(-----*-----)
3C+	3	33,667	1,528	(-----*-----)

Ecart-type groupé = 3,118 28,0 31,5 35,0

Comparaisons deux à deux de Fisher

Taux d'erreur famille = 0,117
Taux d'erreur individuel = 0,0500

Valeur critique = 2,145

Intervalles pour (moyenne des niveaux par colonne) - (moyenne des niveaux par ligne)

	1	2
2	-4,432 2,718	
3	-10,710 -1,480	-9,853 -0,623

1 Prés de fauche maigres ou un peu maigres		<i>Selinum carvifolia</i>	
	<i>Achillea millefolium</i>	8 Lisières forestières sur sols pauvres en bases	
	<i>Alchemilla xanthochlora</i>		<i>Agrostis capillaris</i>
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>		<i>Cytisus scoparius</i>
	<i>Centaurea jacea</i>		<i>Deschampsia flexuosa</i>
	<i>Festuca rubra</i>		<i>Digitalis purpurea</i>
	<i>Galium verum</i>		<i>Dryopteris carthusiana</i>
	<i>Hypericum maculatum</i>		<i>Fragaria vesca</i>
	<i>Hypochoeris radicata</i>		<i>Holcus mollis</i>
	<i>Knautia arvensis</i>		<i>Lathyrus linifolius</i>
	<i>Lotus corniculatus</i>		<i>Lonicera periclymenum</i>
	<i>Luzula multiflora</i>		<i>Pteridium aquilinum</i>
	<i>Medicago lupulina</i>		<i>Stachys officinalis</i>
	<i>Primula veris</i>		<i>Stellaria holostea</i>
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	<i>Viola sp.</i>		
2 Prairies pâturées intensivement		9 Bois sur sols riches en bases	
	<i>Bellis perennis</i>		<i>Ajuga reptans</i>
	<i>Cerastium fontanum</i>		<i>Ajuga sp.</i>
	<i>Cynosurus cristatus</i>		<i>Anemone nemorosa</i>
	<i>Lolium perenne</i>		<i>Aquilegia vulgaris</i>
	<i>Phleum pratense</i>		<i>Carex sylvatica</i>
	<i>Plantago major</i>		<i>Hedera helix</i>
	<i>Ranunculus repens</i>		<i>Lamium galeobdolon</i>
	<i>Taraxacum sp.</i>		<i>Lysimachia nemorum</i>
<i>Trifolium repens</i>			
3 Prairies fauchées intensivement		10 Fourrés	
	<i>Bromus hordeaceus</i>		<i>Corylus avellana</i>
	<i>Cirsium sp.</i>		<i>Prunus spinosa</i>
	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Rosa canina</i>	11 Rudérales/messicoles
	<i>Festulolium</i>	<i>Anagallis arvensis</i>	
	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	
	<i>Poa trivialis</i>	<i>Barbarea vulgaris</i>	
	<i>Prunelle vulgaris</i>	<i>Equisetum arvense</i>	
	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	
<i>Rumex sp.</i>	<i>Juncus bufonius</i>		
4 Espèces nitrophiles		<i>Lampsana communis</i>	
	<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>	
	<i>Galeopsis tetrahit</i>	<i>Matricaria sp.</i>	
	<i>Galium aparine</i>	<i>Odonites sp.</i>	
	<i>Geranium robertianum</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>	
	<i>Geum urbanum</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	
	<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Potentilla anserina</i>	
	<i>Senecio nemorensis</i>	<i>Potentilla reptans</i>	
	<i>Stachys sylvatica</i>	<i>Spergula arvensis</i>	
<i>Urtica dioica</i>	<i>Stellaria media</i>		
5 Friches - prairie - ourlet sur sols normaux		<i>Veronica arvensis</i>	
	<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Veronica serpyllifolia</i>	
	<i>Centaurium erythraea</i>	<i>Vicia sativa</i>	
	<i>Cruciata laevipes</i>	12 Forêt secondaire	
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Acer sp.</i>		

	<i>Linaria vulgaris</i>		<i>Betula sp.</i>
	<i>Veronica chamaedrys</i>		<i>Populus tremula</i>
	<i>Veronica sp.</i>		<i>Quercus sp.</i>
	<i>Vicia sepium</i>		<i>Rubus sp.</i>
6	Prairies peu fertilisées		<i>Viola riviniana</i>
	<i>Plantago lanceolata</i>	13	Mésophile (Arrhenatherion fauchée-Cynosurion pâturée)
7	Prairies humides		<i>Alopecurus pratensis</i>
	<i>Achillea ptarmica</i>		<i>Anthriscus sylvestris</i>
	<i>Alnus glutinosa</i>		<i>Arrhenatherum elatius</i>
	<i>Angelica sylvestris</i>		<i>Dactylis glomerata</i>
	<i>Cardamine pratensis</i>		<i>Galium mollugo</i>
	<i>Carex ovalis</i>		<i>Heracleum sphondylium</i>
	<i>Carex pallescens</i>		<i>Lathyrus pratensis</i>
	<i>Epilobium hirsutum</i>		<i>Leucanthemum vulgare</i>
	<i>Galium palustre</i>		<i>Ranunculus acris</i>
	<i>Galium uliginosum</i>		<i>Stellaria graminea</i>
	<i>Hypericum desertangii</i>		<i>Tragopogon pratensis</i>
	<i>Juncus acutifolius</i>		<i>Trifolium pratense</i>
	<i>Juncus bufonius</i>		<i>Trisetum flavescens</i>
	<i>Juncus conglomeratus</i>		<i>Vicia cracca</i>
	<i>Juncus effusus</i>	14	Prairies sèches
	<i>Lychnis flos-cuculi</i>		<i>Potentilla argentea</i>
	<i>Lycopus europaeus</i>	15	Autres
	<i>Mentha arvensis</i>		<i>Cardamine sp.</i>
	<i>Myosotis scorpioides</i>		<i>Epilobium sp.</i>
	<i>Polygonum bistorta</i>		<i>Myosotis sp.</i>
	<i>Ranunculus flammula</i>		<i>Polygonum sp.</i>

	Abréviations	Noms latin	Noms vernaculaires
1	ACCNIS	<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'europe
2	AEGCAU	<i>Aegithalos caudatus</i>	Mesange à longue queue
3	ALAARV	<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs
4	ANAPLA	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert
5	ANTPRA	<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse
6	ANTTRI	<i>Anthus trivialis</i>	Pipit des arbres
7	BUTBUT	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable
8	CARCAN	<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse
9	CARCAR	<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret
10	CARCHL	<i>Carduelis chloris</i>	Verdier d'europe
11	CERBRA	<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins
12	CERFAM	<i>Certhia familiaris</i>	Grimpereau des bois
13	COCCOC	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Gros-bec
14	COLPAL	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier
15	CORCOR	<i>Corvus corax</i>	Grand corbeau
16	CORMON	<i>Corvus monedula</i>	Choucas des tours
17	DENMAJ	<i>Dendrocopus major</i>	Pic épeiche
18	DENMED	<i>Dendrocopus medicus</i>	Pic mar
19	EMBCIT	<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune
20	ERIRUB	<i>Erithacus rubecula</i>	Rouge-gorge
21	FRICOE	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres
22	GARGLA	<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes
23	LANCOL	<i>Lanius collurio</i>	Pie-grièche écorcheur
24	LOXCUR	<i>Loxia curvirostra</i>	Bec-croisé des sapins
25	MOTALB	<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise
26	PARATE	<i>Parus ater</i>	Mésange noire
27	PARCAE	<i>Parus caeruleus</i>	Mésange bleue
28	PARCRI	<i>Parus cristatus</i>	Mésange huppée
29	PARMAJ	<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière
30	PARMON	<i>Parus montanus</i>	Mésange boréale
31	PARPAL	<i>Parus palustris</i>	Mésange nonnette
32	PASDOM	<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique
33	PASMON	<i>Passer montanus</i>	Moineau friquet
34	PHOOCH	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rouge-queue-noire
35	PHYCOL	<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce
36	PHYSIB	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Pouillot siffleur
37	PHYTRO	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis
38	PICPIC	<i>Pica pica</i>	Pie bavarde
39	PICVIR	<i>Picus viridis</i>	Pic vert
40	PRUMOD	<i>Prunella modularis</i>	Accenteur-mouchet
41	PYRPYR	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Bouvreuil pivoine
42	REGIGN	<i>Regulus ignicapillus</i>	Roitelet triple bandeau
43	REGREG	<i>Regulus regulus</i>	Roitelet huppé
44	SAXTOR	<i>Saxicola torquata</i>	Traquet pâtre
45	SITEUR	<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot
46	STRDEC	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque
47	STRTUR	<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois
48	STUVUL	<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet
49	SYLATR	<i>Sylvia atricapillia</i>	Fauvette à tête noire
50	SYLBOR	<i>Sylvia borin</i>	Fauvette des jardins
51	SYLCOM	<i>Sylvia communis</i>	Fauvette grisette
52	SYLCUR	<i>Sylvia curruca</i>	Fauvette babillarde
53	TROTRO	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon
54	TURMER	<i>Turdus merula</i>	Merle noir
55	TURPHI	<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne
56	TURPIL	<i>Turdus pilaris</i>	Grive litorne
57	TURVIS	<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine

N°	Species	IndVal	forêt	lisières	prairies	
1	DENMAJ	34,74	21./ 9	14./ 4	8./ 3	*
2	PARCRI	29,79	17./ 7	10./ 5	3./ 3	NS
3	PARPAL	20,12	13./ 5	7./ 3	5./ 1	NS
4	SYLBOR	11,76	2./ 2	0./ 0	0./ 0	*
5	DENMED	10,86	6./ 2	1./ 1	0./ 0	NS
6	PYRPYR	10,08	6./ 2	1./ 1	1./ 1	NS
7	STRTUR	9,41	2./ 2	1./ 1	0./ 0	NS
8	ACCNIS	5,88	5./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
9	REGIGN	69,55	22./ 14	13./ 11	1./ 1	**
10	CERBRA	45,38	24./ 10	12./ 8	3./ 3	**
11	PHYTRO	20,59	5./ 3	6./ 4	0./ 0	NS
12	PHYSIB	8,82	2./ 1	2./ 2	0./ 0	NS
13	ANTPRA	41,18	0./ 0	10./ 6	19./ 8	NS
14	PHOOCH	29,41	0./ 0	8./ 4	14./ 6	**
15	CARCAR	5,88	0./ 0	5./ 1	5./ 1	NS
16	EMBCTI	64,05	7./ 3	21./ 8	49./ 14	**
17	MOTALB	52,29	0./ 0	8./ 4	32./ 10	**
18	CARCAN	47,06	0./ 0	0./ 0	25./ 8	**
19	ALAARV	35,44	0./ 0	2./ 2	18./ 6	**
20	BUTBUT	32,74	16./ 4	5./ 1	24./ 8	**
21	PASDOM	29,41	0./ 0	8./ 3	20./ 6	**
22	SYLCOM	27,68	0./ 0	1./ 1	8./ 5	**
23	CARCHL	17,65	0./ 0	0./ 0	11./ 3	**
24	SAXTOR	17,65	0./ 0	0./ 0	11./ 3	**
25	STUVUL	16,53	5./ 1	6./ 2	13./ 4	NS
26	AEGCAU	13,39	2./ 2	5./ 1	11./ 3	NS
27	PASMON	11,76	0./ 0	0./ 0	6./ 2	*
28	PICPIC	11,76	0./ 0	0./ 0	7./ 2	*
29	ANAPLA	5,88	0./ 0	0./ 0	5./ 1	NS
30	LANCOL	5,88	0./ 0	0./ 0	5./ 1	NS
31	STRDEC	5,88	0./ 0	0./ 0	1./ 1	NS
32	TURPIL	5,88	0./ 0	0./ 0	5./ 1	NS
33	ANTTRI	18,1	2./ 2	5./ 4	1./ 1	NS
34	CERFAM	15,13	1./ 1	3./ 3	0./ 0	*
35	CORMON	5,88	0./ 0	5./ 1	0./ 0	NS
36	SYLCUR	5,88	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
37	FRICOE	98,04	77./ 17	72./ 17	58./ 16	NS
38	PHYCOL	92,16	40./ 17	39./ 15	37./ 15	NS
39	ERIRUB	90,2	53./ 17	27./ 12	46./ 17	NS
40	TROTRO	88,24	49./ 16	44./ 17	22./ 12	NS
41	TURMER	86,27	47./ 15	32./ 14	48./ 15	NS
42	TURPHI	84,31	17./ 12	34./ 16	29./ 15	NS
43	COLPAL	78,43	31./ 15	26./ 11	35./ 14	NS
44	PARMAJ	66,67	29./ 12	26./ 11	22./ 11	NS
45	SYLATR	64,71	25./ 13	24./ 14	6./ 6	NS
46	SITEUR	54,9	31./ 10	27./ 11	13./ 7	NS
47	GARGLA	52,94	22./ 6	39./ 11	31./ 10	NS
48	PARATE	52,94	26./ 12	17./ 9	10./ 6	NS
49	PRUMOD	50,98	9./ 9	14./ 9	11./ 8	NS
50	CORCOR	49,02	24./ 8	24./ 8	30./ 9	NS
51	TURVIS	41,18	14./ 6	23./ 7	18./ 8	NS
52	PARCAE	39,22	14./ 8	16./ 8	12./ 4	NS
53	REGREG	39,22	17./ 9	11./ 7	5./ 4	NS
54	COCCOC	29,41	16./ 4	27./ 7	8./ 4	NS
55	LOXCUR	21,57	11./ 3	16./ 4	20./ 4	NS
56	PARMON	17,65	2./ 2	12./ 4	7./ 3	NS
57	PICVIR	11,76	2./ 2	6./ 2	2./ 2	NS

	Noms latin		
1	<i>Abax ater</i>	34	<i>Harpalus spp.</i>
2	<i>Abax ovalis</i>	35	<i>Loricera pilicornis</i>
3	<i>Abax parallelus</i>	36	<i>Molops piceus</i>
4	<i>Agonum assimile</i>	37	<i>Nebria brevicollis</i>
5	<i>Agonum dorsalis</i>	38	<i>Nebria salina</i>
6	<i>Agonum gracile</i>	39	<i>Notiophilus biguttatus</i>
7	<i>Agonum muelleri</i>	40	<i>Notiophilus palustris</i>
8	<i>Agonum sexpunctatum</i>	41	<i>Notiophilus substriatus</i>
9	<i>Amara spp.</i>	42	<i>Oodes helopoides</i>
10	<i>Anisodactylus binotatus</i>	43	<i>Ophonus pubescens</i>
11	<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	44	<i>Poecilus cupreus</i>
12	<i>Anisodactylus spurcaticornis</i>	45	<i>Poecilus cupreus erythropus</i>
13	<i>Asaphidion pallipes</i>	46	<i>Poecilus versicolor</i>
14	<i>Bembidion lampros</i>	47	<i>Pterostichus concinnus</i>
15	<i>Bembidion spp.</i>	48	<i>Pterostichus madidus</i>
16	<i>Bradycellus harpalinus</i>	49	<i>Pterostichus niger</i>
17	<i>Calosoma inquisitor</i>	50	<i>Pterostichus nigrita (+ rhaeticus)</i>
18	<i>Calathus fuscipes</i>	51	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>
19	<i>Carabus arvensis</i>	52	<i>Pterostichus strenuus</i>
20	<i>Carabus auratus</i>	53	<i>Pterostichus vernalis</i>
21	<i>Carabus auronitens</i>	54	<i>Stenolophus teutonius</i>
22	<i>Carabus coriaceus</i>	55	<i>Trechus quadristriatus</i>
23	<i>Carabus granulatus</i>	56	<i>Trechus secalis</i>
24	<i>Carabus nemoralis</i>	57	<i>Trichotichnus laevicollis</i>
25	<i>Carabus problematicus</i>	58	<i>Pterostichus diligens</i>
26	<i>Carabus purpurascens</i>	59	<i>Notiophilus rufipes</i>
27	<i>Cicindela campestris</i>	60	<i>Pterostichus anthracinus</i>
28	<i>Clivina fossor</i>	61	<i>Pterostichus cristatus</i>
29	<i>Cychrus caraboides</i>	62	<i>Amara plebeja</i>
30	<i>Dyschirius globosus</i>	63	<i>Amara aenea</i>
31	<i>Elaphrus cupreus</i>	64	<i>Agonum versutum</i>
32	<i>Harpalus latus</i>	65	<i>Harpalus autumnalis</i>
33	<i>Harpalus rubripes</i>	66	<i>Calathus piceus</i>

Référence Frochot	Espèces	Score IndVal	Prairie	Lisière	Forêt	
66	<i>Amara spp.</i>	93,04	401./ 9	38./ 9	22./ 7	*
62	<i>Agonum muelleri</i>	75,44	97./ 7	3./ 2	3./ 2	*
57	<i>Anisodactylus binotatus</i>	63,77	22./ 6	0./ 0	2./ 1	*
46	<i>Anisodactylus spurcaticornis</i>	33,33	3./ 3	0./ 0	0./ 0	*
41	<i>Agonum sexpunctatum</i>	27,78	5./ 3	2./ 1	0./ 0	??
53	<i>Cicindela campestris</i>	20,74	14./ 2	2./ 1	0./ 0	NS
43	<i>Trechus secalis</i>	19,05	3./ 2	1./ 1	0./ 0	NS
40	<i>Agonum gracile</i>	11,11	1./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
54	<i>Bradycellus harpalinus</i>	11,11	11./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
42	<i>Notiophilus substriatus</i>	11,11	1./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
51	<i>Ophonus pubescens</i>	11,11	5./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
36	<i>Calathus fuscipes</i>	11,11	1./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
37	<i>Carabus purpurascens</i>	11,11	1./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
44	<i>Calathus piceus</i>	11,11	1./ 1	0./ 0	0./ 0	NS
5	<i>Pterostichus strenuus</i>	94,44	59./ 8	53./ 9	0./ 0	*
67	<i>Poecilus versicolor</i>	93,34	1129./ 8	224./ 9	8./ 4	*
6	<i>Bembidion lampros</i>	82,74	235./ 8	45./ 7	1./ 1	*
64	<i>Bembidion spp.</i>	80,32	47./ 8	44./ 9	8./ 2	*
63	<i>Poecilus cupreus</i>	76,17	164./ 7	25./ 7	2./ 2	*
2	<i>Nebria brevicollis</i>	67,93	99./ 6	154./ 7	8./ 2	*
15	<i>Carabus granulatus</i>	66,67	14./ 6	10./ 6	0./ 0	*
4	<i>Pterostichus vernalis</i>	61,26	28./ 7	40./ 5	3./ 2	*
50	<i>Pterostichus nigrita (+ rhaeticus)</i>	38,89	10./ 4	3./ 3	0./ 0	*
38	<i>Dyschirius globosus</i>	38,89	44./ 4	22./ 3	0./ 0	??
48	<i>Carabus auratus</i>	22,22	8./ 2	2./ 2	0./ 0	NS
52	<i>Nebria salina</i>	22,22	17./ 2	5./ 2	0./ 0	NS
14	<i>Harpalus latus</i>	22,22	5./ 1	6./ 3	0./ 0	NS
25	<i>Asaphidion pallipes</i>	16,67	2./ 2	2./ 1	0./ 0	NS
28	<i>Poecilus cupreus erythropus</i>	16,67	2./ 1	2./ 2	0./ 0	NS
22	<i>Harpalus rubripes</i>	16,67	1./ 1	2./ 2	0./ 0	NS
23	<i>Oodes helopoides</i>	16,67	1./ 1	2./ 2	0./ 0	NS
49	<i>Clivina fossor</i>	11,11	6./ 1	1./ 1	0./ 0	NS
24	<i>Stenolophus teutonius</i>	11,11	1./ 1	2./ 1	0./ 0	NS
33	<i>Pterostichus diligens</i>	11,11	1./ 1	1./ 1	0./ 0	NS
3	<i>Abax ater</i>	96,3	29./ 8	292./ 9	474./ 9	NS
1	<i>Carabus nemoralis</i>	96,3	120./ 8	362./ 9	190./ 9	NS
10	<i>Loricera pilicornis</i>	55,56	16./ 5	17./ 7	4./ 3	NS
16	<i>Harpalus spp.</i>	25,93	2./ 2	5./ 3	2./ 2	NS
35	<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	11,11	1./ 1	1./ 1	1./ 1	NS
39	<i>Harpalus autumnalis</i>	11,11	1./ 1	1./ 1	1./ 1	NS
45	<i>Trechus quadristriatus</i>	7,41	1./ 1	0./ 0	1./ 1	NS
7	<i>Agonum assimile</i>	46,78	0./ 0	16./ 5	3./ 3	*
13	<i>Notiophilus palustris</i>	26,67	1./ 1	6./ 4	3./ 1	NS
11	<i>Agonum dorsalis</i>	22,22	3./ 1	6./ 3	0./ 0	NS
20	<i>Agonum versutum</i>	22,22	0./ 0	2./ 2	0./ 0	NS
26	<i>Calosoma inquisitor</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
27	<i>Elaphrus cupreus</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
29	<i>Notiophilus rufipes</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
30	<i>Pterostichus anthracinus</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
19	<i>Pterostichus cristatus</i>	11,11	0./ 0	2./ 1	0./ 0	NS
31	<i>Amara plebeja</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
32	<i>Pterostichus anthracinus</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	0./ 0	NS
65	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	98,31	6./ 6	156./ 9	544./ 9	*
61	<i>Pterostichus concinnus</i>	83,73	7./ 4	55./ 8	172./ 8	*

58	<i>Carabus problematicus</i>	82,24	1./ 1	41./ 7	110./ 8	*
56	<i>Notiophilus biguttatus</i>	43,1	1./ 1	14./ 4	50./ 4	??
8	<i>Abax parallelus</i>	40	2./ 1	22./ 4	14./ 4	NS
12	<i>Carabus coriaceus</i>	38,89	0./ 0	7./ 5	6./ 2	??
21	<i>Abax ovalis</i>	27,78	0./ 0	15./ 2	27./ 3	NS
9	<i>Molops piceus</i>	27,78	0./ 0	14./ 3	4./ 2	NS
17	<i>Pterostichus niger</i>	22,22	0./ 0	4./ 3	2./ 1	NS
18	<i>Trichotichnus laevicollis</i>	22,22	0./ 0	3./ 3	2./ 1	NS
55	<i>Carabus arvensis</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	19./ 1	NS
34	<i>Amara aenea</i>	11,11	0./ 0	1./ 1	1./ 1	NS
59	<i>Pterostichus madidus</i>	77,97	1./ 1	20./ 6	75./ 8	*
60	<i>Carabus auronitens</i>	68,66	0./ 0	38./ 5	143./ 7	*
47	<i>Cychrus caraboides</i>	22,22	0./ 0	0./ 0	3./ 2	??

n°	Noms latin
1	<i>Aglais urticae</i>
2	<i>Anthocharis cardamines</i>
3	<i>Aphantopus hyperanthus</i>
4	<i>Aporia crataegi</i>
5	<i>Araschnia levana</i>
6	<i>Argynnis aglaja</i>
7	<i>Argynnis paphia</i>
8	<i>Brenthis ino</i>
9	<i>Chalophrys rubi</i>
10	<i>Clossiana selene</i>
11	<i>Colias crocea</i>
12	<i>Gonepteryx rhamni</i>
13	<i>Inachis io</i>
14	<i>Lasiommata megera</i>
15	<i>Leptidea sinapis</i>
16	<i>Limenitis camilla</i>
17	<i>Lycaena phlaeas</i>
18	<i>Lycaena virgaureae</i>
19	<i>Maniola jurtina</i>
20	<i>Melanargia galathea</i>
21	<i>Melitaea diamina</i>
22	<i>Neozephyrus quercus</i>
23	<i>Ochlodes venatus</i>
24	<i>Papilio machaon</i>
25	<i>Pararge aegeria</i>
26	<i>Pieris brassicae</i>
27	<i>Pieris napi</i>
28	<i>Pieris rapae</i>
29	<i>Pieris species</i>
30	<i>Polygonia c-album</i>
31	<i>Polyommatus icarus</i>
32	<i>Pyrgus malvae</i>
33	<i>Pyronia thitonus</i>
34	<i>Satyrium pruni</i>
35	<i>Thymelicus lineolus</i>
36	<i>Thymelicus sylvestris</i>
37	<i>Vanessa atalanta</i>
38	<i>Vanessa cardui</i>

Convention

Entre, d'une part le GIREA-UCL, Unité d'Écologie et de Biogéographie, 5 place Croix-du-Sud, représenté par le Professeur Ph. LEBRUN agissant en tant qu'Administrateur - délégué du GIREA, ci-après dénommé "le GIREA",

et d'autre part, XX, YY,
ci après dénommé(e) "le Contractant".

Il est convenu ce qui suit:

1. Cadre et objet

Le GIREA-UCL, dans le cadre de sa mission d'évaluation des mesures agri-environnementales (MAE) de la Région wallonne confiée par le Ministre de l'Agriculture (Subvention EVAGRI n° ECOL 87D4) et en collaboration avec l'Unité de Sylviculture de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, met en place un dispositif d'évaluation écologique de la MAE "bande de prairie extensive" en bordure de lisières forestières.

La MAE actuelle n'autorise pas l'installation dans cette situation. Elle devrait en outre être adaptée pour permettre le maintien de bandes refuges fauchées moins fréquemment. Ces particularités, ainsi que les contraintes du suivi scientifique justifient la conclusion de conventions particulières avec des agriculteurs qui acceptent l'installation du dispositif de suivi dans leur exploitation selon les modalités décrites ci-après.

2. Cahier des charges

La bande de prairie extensive est composée de deux parties. La première, appelée "bande refuge" ou "ourlet", est d'une largeur de 5 m en bordure immédiate du bois. La seconde partie constitue la "zone tampon".

Les contraintes du cahier des charges sont les suivantes:

** Tant pour l'ourlet que pour la zone tampon:*

- Pas de fertilisant, ni de traitement phytopharmaceutique à l'exception de traitements localisés contre les orties, chardons et rumex.
- Quand il y a fauche, jamais avant le 15 juillet.
- L'herbe coupée doit toujours être récoltée.
- Pas de pâturage.

** Pour la zone tampon:*

- Sa largeur est de 15 mètres.
- Fauche obligatoire après le 15 juillet, une seconde fauche peut être réalisée.

** Pour la zone refuge:*

- Sa largeur est de 5 mètres.
- Pas de fauche la première année
- Fauche de 50% la deuxième année, secteur A du schéma en annexe, une seule fauche autorisée.
- Fauche de 50% la troisième année, secteur B du schéma en annexe, une seule fauche autorisée.
- Fauche de 50% la quatrième année, secteur A du schéma en annexe, une seule fauche autorisée.
- Fauche de 50% la cinquième année, secteur B du schéma en annexe, une seule fauche autorisée.

Le schéma en annexe reprend

- la situation de la parcelle concernée et de la bande de prairie extensive (extrait de carte au 1/10000 ème ou orthophotoplan).

- Schéma de fauche prévu pour les cinq prochaines années.

Le contractant laissera accès libre à la bande de prairie extensive pour le GIREA et à l'Unité de Sylviculture (FUSAGx) afin d'y réaliser la récolte de données biologiques indispensables au suivi (relevés botanique, piégeage d'insectes, etc...).

3. Durée de la convention

La durée de la présente convention est d'une année à dater de sa signature. L'objectif est d'effectuer un suivi du dispositif expérimental à moyen terme (cinq ans). Sous réserve de la poursuite du financement des travaux

du GIREA par la Région wallonne dans le cadre du programme agri-environnemental, le GIREA et le Contractant conviennent de renouveler la convention par un avenant au plus tard à dater de son échéance de sorte à couvrir en final les cinq années prévues pour l'évaluation.

Le Contractant s'engage à renouveler le contrat sauf cas de force majeure et pour autant que le renouvellement soit proposé par le GIREA avant l'échéance du contrat en cours.

4. Dédommagement et modalités de paiement

Le montant du dédommagement payé par le GIREA s'élève à 625 euros par ha, soit la somme de 250 euros pour 0,4 ha.

Le paiement sera effectué sur remise d'une déclaration de créance qui peut être adressée au GIREA par le Contractant à partir du 1er octobre 2003 et au plus tard le 31 décembre 2003. Cette déclaration de créance sera payée au Contractant au plus tard au terme de la convention sous réserve du respect de ses engagements contractuels.

Fait en double exemplaire à _____, le _____ 2003.

Prof. Ph. LEBRUN
Professeur à l'UCL et Administrateur du GIREA

XX
Le Contractant