

L'INFLUENCE DE LA STRUCTURE DES LISIÈRES FORESTIÈRES SUR LEUR CAPACITÉ D'ACCUEIL POUR L'AVIFAUNE DANS L'ARDENNE BELGE

MICHEL FAUTSCH, WILLY DELVINGT & JEAN-YVES PAQUET*

Influence of woodland edge structure on bird communities in the Belgian Ardennes.

In the Belgian Ardennes the habitat is dominated by coniferous plantations and intensive grass production. To study the local breeding bird community we surveyed 100 listening sample points distributed in four habitat types: open grasslands, woodland edges between grasslands and conifers ("outside margins"), woodland edge near felling areas ("inside margins"), and coniferous wood-

land. A high number of species are linked within inside margins, comparatively more than to outside margins and much more than in the two remaining habitats. Data analysis highlights the importance of the presence of bushes and grassy headlands in the margins for species diversity and the presence of certain species. Conservation work to restore the full gradual transition from forest to grassland would significantly increase the biodiversity value of the region.

Mots clés : Structure des lisières forestières, Avifaune, Richesse spécifique, Ardenne Belge.

Key words: Woodland edge structure, Bird communities, Species richness, Belgian Ardennes.

*Unité de Sylviculture, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés, n° 2, B-5030 Gembloux, Belgique.

INTRODUCTION

L'Ardenne belge est caractérisée par des peuplements forestiers réguliers, monospécifiques et possédant un couvert dense (hêtraie et pessière principalement). Les terrains agricoles les moins productifs et les landes ont progressivement été reboisés avec des essences résineuses, au cours du siècle passé. Les zones encore vouées à l'agriculture aujourd'hui sont en majorité des prairies amendées où le réseau de haies et de bosquets a largement disparu suite à des opérations de remembrement. Dans un tel contexte, de nombreuses espèces d'oiseaux, autrefois répandues, ont fortement décliné voire disparu des paysages ardennais au cours de ces dernières années: le Tarier des prés *Saxicola rubetra* (JACOB, 1997), la Pie-grièche grise *Lanius excubitor* (BOCCA, 1999) en sont de bons exemples. La diminution concerne aussi des espèces communes: le programme de surveillance de l'avifaune en Wallonie renseigne notamment

neuf espèces particulièrement en déclin en Ardenne par rapport aux autres régions belges (VANSTEENWEGEN & JACOB, 2000). Il est donc urgent d'évaluer toutes les possibilités de restauration des capacités d'accueil pour l'avifaune dans les habitats ardennais. Plusieurs études ont déjà montré les possibilités que procurent les lisières des forêts tempérées européennes en terme d'accueil de la biodiversité (BRANQUART *et al.*, 2001; FULLER & WARREN, 1991; KRÜSI *et al.*, 1997).

Le but de la présente étude est tout d'abord de quantifier l'effet des lisières sur la richesse spécifique et l'abondance des oiseaux nicheurs en Ardenne. Ensuite, les espèces préférentiellement liées aux lisières, par rapport aux peuplements de résineux et aux prairies éloignées de ces lisières, seront identifiées. Enfin, les relations entre la structure des lisières et l'avifaune seront analysées. Les mesures à prendre pour améliorer la capacité d'accueil des lisières pour l'avifaune seront discutées à la lumière des résultats obtenus.



MÉTHODOLOGIE

La zone d'étude s'étend sur une superficie de 57 000 ha, du village de Saint-Hubert au massif transfrontalier de la Croix-Scaille, dans la partie occidentale de l'Ardenne belge. Quatre types d'habitats ont été comparés : les lisières externes (situées en bordure de parcelle agricole et de peuplement de résineux), les lisières internes (enclavées en forêt et bordant soit une mise à blanc soit une zone de gagnage), les prairies (pâturées ou fauchées) et les milieux forestiers de type pessière. Nous avons donc fait le choix de nous limiter au contexte "pessières-mises à blanc-prairies", en laissant de côté les champs cultivés, les hêtraies et les autres habitats ardennais.

Chacun des 4 types d'habitat a été inventorié par une série de 25 points d'écoute d'une durée de 10 minutes, répétés trois fois au cours de la saison, pendant les 5 heures suivant le lever du soleil. Les contacts obtenus lors des points ont été classés suivant qu'ils se situaient en dehors ou au-dedans d'un cercle de rayon fixe de 75 m, de manière à pouvoir ensuite tenir compte des différences de détectabilité des espèces en fonction du milieu, selon la méthode des "points d'écoute à rayon fixe" décrite par BIBBY *et al.* (1992). La position des 25 points d'écoute dans chaque habitat a été définie aléatoirement après un repérage préalable des différents milieux.

Ces données ornithologiques ont été complétées par un inventaire botanique (1 passage en juin) sur les points situés en lisières externe et interne.

La structure des 25 points des lisières externes a ensuite été décrite en fonction des variables suivantes : largeur d'un éventuel ourlet herbeux extensif, largeur d'un éventuel cordon arbustif, largeur du manteau c'est-à-dire la portion du peuplement situé en lisière, là où les arbres présentent un port asymétrique, influencé par l'apport de lumière latérale (BRANQUART *et al.*, 2001).

L'identification des espèces liées à un milieu particulier (appelées "espèces indicatrices") a été menée selon la méthode INDVAL (DUFRÈNE & LEGENDRE, 1997), qui permet d'identifier les espèces à la fois spécifiques (présence préférentielle dans un type de station par rapport aux autres) et fidèles (présence dans la plupart des stations du

type concerné) à un type de groupement de stations. La méthode INDVAL calcule une "valeur indicatrice" sur base des effectifs observés dans chaque station. Dans notre cas, le nombre de cantons, représentant l'effectif, a été corrigé pour chaque espèce en fonction des indices de détectabilité obtenus dans les différents milieux, calculés suivant la méthode de BIBBY *et al.* (1992). Deux tests statistiques sont réalisés par le programme INDVAL afin de voir si la valeur indicatrice observée est différente d'une valeur générée en combinant aléatoirement les effectifs et les types de station. Les espèces possédant une valeur indicatrice inférieure à 25 sont de toute façon à considérer comme présentant un faible caractère indicateur.

Les tests statistiques utilisés dans ce travail sont des ANOVA à 1 facteur de classification, réalisés, après vérification de la normalité des variables et de l'homogénéité des variances, dans le logiciel MINITAB®.

RÉSULTATS

Un premier examen des résultats obtenus montre que la richesse spécifique ($F = 28,36$; *d.l.* 3; $p < 0,001$) et l'abondance ($F = 23,22$; *d.l.* 3; $p < 0,001$) des oiseaux sont nettement supérieures pour les lisières par rapport aux deux autres habitats (TAB. I).

En considérant l'ensemble des relevés, c'est le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* qui est l'espèce la plus abondante, atteignant une densité de plus de deux cantons à l'hectare, calculée selon la méthode de BIBBY *et al.* (1992), dans les deux types de lisières ainsi qu'en forêt. En tenant compte des biomasses consommantes de chaque espèce (FERRY & FROCHOT, 1970 *in* MULLER, 1997), cette même espèce devient la quatrième en ordre d'importance derrière la Corneille noire *Corvus corone*, le Pigeon ramier *Columba palumbus* et la Buse variable *Buteo buteo*.

Sur base des effectifs recensés dans chacun des quatre habitats, il est possible de réaliser une analyse des espèces indicatrices par la méthode INDVAL (DUFRÈNE & LEGENDRE, 1997). Certaines espèces ne sont associées significativement à aucun habitat. L'absence de lien significatif est expliquée soit par la rareté générale de l'espèce -



TABLEAU I.- Résultats globaux obtenus par les relevés ornithologiques dans les quatre habitats.
Overall results of the ornithological survey of four different habitats

	Milieu ouvert	Lisière externe	Milieu forestier	Lisière interne
Nombre d'espèces recensées	37	41	30	41
Nombre moyen d'espèces par site	8	14	10	14
Nombre total de cantons recensés	250	452	364	488
Nombre moyen de cantons par site	10	19	15	20

TABLEAU II.- Répartition des 57 espèces dans les quatre types d'habitats selon la valeur indicatrice calculée par la méthode *INDVAL* la plus élevée pour chaque espèce. Les espèces sont classées selon l'ordre décroissant de leur valeur indicatrice. Les espèces pourvues de deux astérisques sont significativement liées à l'habitat d'après les deux tests réalisés par *INDVAL*, (un seule astérisque indique qu'un seul des deux tests était significatif).

*Distribution of 57 species in four different habitats using the highest Indval index recorded for each species. Species are ranked from the highest index. ** Species significantly linked to the habitat by two Indval tests; * Species significantly linked to the habitat by only one Indval tests.*

LISIÈRE INTERNE		MILIEU FORESTIER		LISIÈRE EXTERNE		MILIEU OUVERT	
Pouillot véloce **	49	Roitelet huppé **	29	Mésange charbonnière **	40	Alouette des champs **	69
Roitelet triple bandeau **	44	Bec-croisé des sapins **	18	Pigeon ramier **	34	Linotte mélodieuse **	44
Fauvette à tête noire **	42	Grimpereau des bois	4	Merle noir **	30	Bergeronnette grise **	36
Pouillot fitis **	40			Cornille noire **	29	Bruant jaune **	34
Rougegorge familier **	38			Mésange bleue **	27	Etourneau sansonnet **	24
Troglodyte mignon **	37			Grive musicienne	18	Moineau domestique **	20
Mésange noire **	29			Grive draine	15	Fauvette grisette **	17
Pinson des arbres	29			Mésange nonnette	12	Pipit farlouse **	14
Accenteur mouchet **	23			Geai des chênes	11	Rougequeue noir *	12
Fauvette des jardins **	22			Grimpereau des jardins	10	Chardonneret élégant **	12
Pipit des arbres **	17			Bouvreuil pivoine	9	Pie bavarle **	12
Mésange huppée	16			Verdier d'Europe	9	Bergeronnette printanière *	8
Pic épeiche **	13			Choucas des tours	3	Vanneau huppé	4
Pic noir *	12			Fauvette babillarde	2	Pigeon colombin	4
Mésange à longue queue *	12			Mésange boréale	2	Pie-grièche écorcheur	4
Sittelle torchepot *	12						
Coucou gris	8						
Tourterelle des bois *	8						
Pouillot siffleur	8						
Grive litorne	6						
Tarier pâle	5						
Hypolaïs polyglotte	4						
Faisan de Colchide	2						
Bergeronnette des ruisseaux	2						

Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*, Fauvette babillarde *Sylvia curruca* - soit par un manque de fidélité à un des types d'habitats considérés - Grive draine *Turdus viscivorus*, Geai des chênes *Garrulus glandarius*. Le Tableau II montre que la lisière interne accueille un plus grand nombre d'espèces "spécialisées" que les autres habitats. Par rapport à cette situation, la lisière externe sem-

ble bien moins favorable puisque seules 4 espèces sont significativement liées à cet habitat. En outre, ces espèces sont peu exigeantes et bien répandues en Wallonie. Étonnement, en globalisant les stations de lisières internes et externes, aucune espèce n'est significativement associée à la lisière en tant que telle, qu'elle soit interne ou externe, par rapport aux deux autres types d'habitat.



TABLEAU III.— Richesse spécifique moyenne (nombre d'espèces) et abondance moyenne (nombre de cantons) de l'avifaune nicheuse et richesse spécifique moyenne des plantes supérieures en fonction de la structure de la lisière externe (les lisières du groupe 1 ne comportent ni ourlet herbeux ni cordon arbustif, les lisières du groupe 2 comportent un cordon arbustif et les lisières du groupe 3 comportent à la fois un ourlet et un cordon).

Average species richness (number of species) and abundance (number of territories) of the breeding bird communities and average species richness of flowering plants in relation to the structure of the woodland edge (group 1 edge have neither a bushy layer nor a grassland head, group 2 edges have a bushy layer and group 3 edges have a bushy layer and a grassland head).

	GRUPE 1	GRUPE 2	GRUPE 3
Richesse (avifaune)	13	14	18
Abondance (avifaune)	17	18	26
Richesse (plante)	33	40	43

L'avifaune des lisières externes a ensuite été comparée entre les stations en fonction de la structure de la lisière. Une lisière a dû être éliminée de l'analyse car le peuplement voisin a été mis à blanc au cours du printemps. Les 24 lisières considérées dans cette analyse peuvent être réparties en trois groupes d'après la présence ou l'absence des trois éléments structuraux (ourlet, cordon et manteau):

groupe 1: lisières dépourvues de cordon et d'ourlet (n = 11)

groupe 2: lisières dépourvues d'ourlet mais possédant un cordon (n = 9)

groupe 3: lisières possédant à la fois un cordon et un ourlet (n = 4)

Le tableau III présente les comparaisons de richesse et d'abondance observées pour l'avifaune et les plantes vasculaires.

Pour l'avifaune, la richesse spécifique est significativement différente entre les groupes ($F = 3,6$; $d.l. 2$; $p = 0,045$) et un test de FISHER (groupe 3 supérieur à 1 et à 2) montre que le groupe 3 est plus riche que les deux autres groupes, tandis que le simple apport d'un cordon n'augmente pas la richesse avifaunistique. La même constatation peut être faite avec l'abondance globale ($F = 8,15$; $d.l. 2$; $p = 0,001$).

La végétation répond à la structure de la lisière d'une manière identique à l'avifaune. Certaines espèces botaniques typiques des prairies maigres (*Rhinanthus minor* et *Orobanche elatior*) ont notamment été observées dans les lisières externes à structure complexe. Même si la

moyenne des observations du premier groupe est inférieure aux deux autres, aucune différence n'a cependant pu être mise en évidence ($F = 3,09$; $d.l. 2$; $p = 0,067$).

La méthode INDVAL a ensuite été utilisée pour identifier les espèces associées à chacun des trois groupes de lisières externes (TAB. IV). De nombreuses espèces sont liées à la structure "complète" de la lisière comportant un ourlet extensif (groupe 3). Une grande partie de ces espèces est aussi liée aux lisières internes (*Anthus trivialis*, *Phylloscopus collybita*); c'est également le cas des fauvettes du genre *Sylvia*.

DISCUSSION

Un "effet lisière" globalement favorable à l'avifaune nicheuse, mis en évidence dans de nombreuses études concernant les forêts tempérées (BALDI, 1996; FROCHOT 1987; FULLER & WARREN, 1991; HANSSON, 1983), a également été détecté dans les deux types d'écotones considérés lors de cette étude: l'abondance en individus autant que la richesse en espèces sont plus élevées dans les lisières internes et externes que dans les peuplements de résineux ou les milieux herbagers considérés séparément. Cette plus grande diversité des oiseaux en lisières pourrait s'expliquer simplement par la coexistence d'espèces forestières et d'espèces de milieux ouverts. Cependant, l'analyse des espèces indicatrices montre que beaucoup d'espèces de milieux ouverts, comme l'Alouette des champs *Alauda*

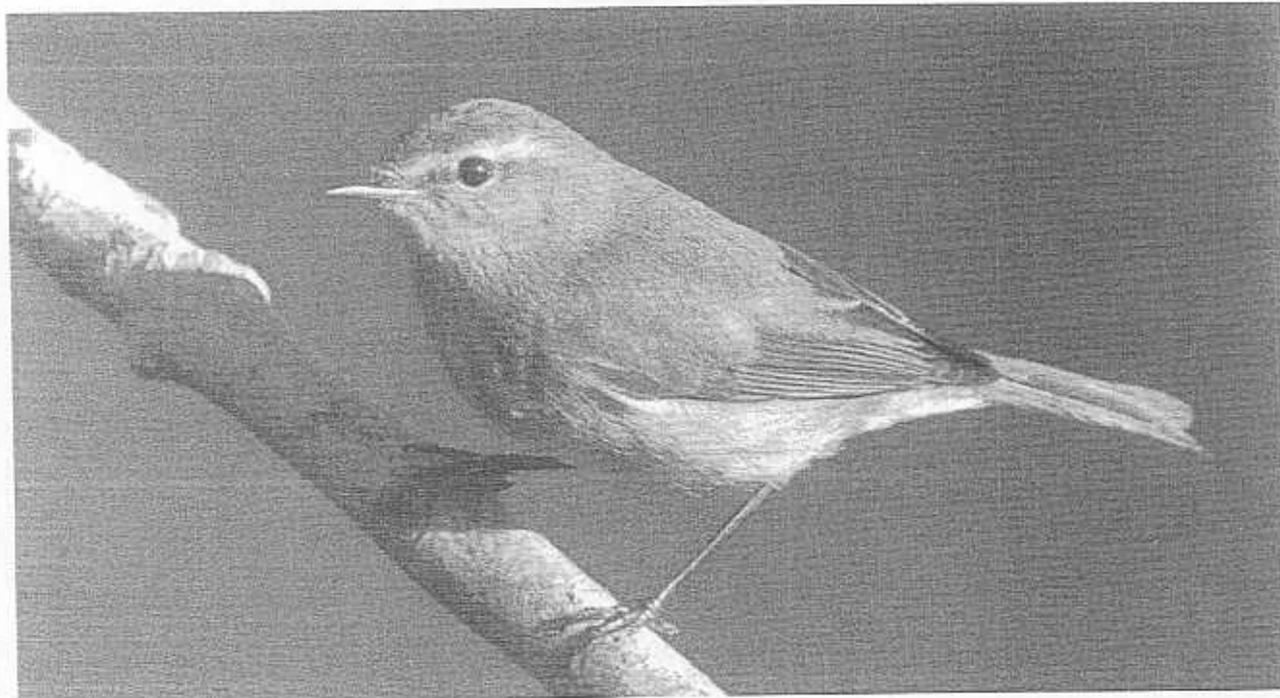
TABLEAU IV. – Répartition des 41 espèces recensées en lisière externe dans les trois catégories de lisières selon la valeur indicatrice maximale pour chaque espèce. Les espèces sont classées selon l'ordre décroissant de leur valeur indicatrice. Les espèces pourvues de deux astérisques sont significativement liées à l'habitat d'après les deux tests réalisés (un astérisque correspond à un des deux tests significatifs).

*Distribution of the 41 species recorded on the outside of woodland edges within the three groups of edges. The species are ranked from the highest index. **: Species significantly linked to the habitat by two Indval tests; *: Species significantly linked to the habitat by only one Indval tests.*

LISIÈRES GROUPE 1		LISIÈRES GROUPE 2		LISIÈRES GROUPE 3	
Roitelet huppé	44	Pinson des arbres	39	Fauvette à tête noire **	56
Corneille noire	25	Pouillot fitis	23	Fauvette grisette **	50
Bergeronnette grise	23	Pouillot siffleur	22	Pouillot véloce **	50
Mésange huppée	22	Bouvreuil pivoine	16	Roitelet triple bandeau	43
Grive musicienne	21	Bec-croisé des sapins	15	Merle noir	40
Grimpereau des jardins	11	Verdier d'Europe	14	Linotte mélodieuse	39
Pic épeiche	9	Faisan de Colchide	11	Pipit des arbres	38
Bergeronnette des ruisseaux	9	Alouette des champs	11	Accenteur mouchet	38
Choucas des tours	9	Grive litorne	11	Mésange charbonnière	38
		Fauvette babillarde	11	Pigeon ramier	37
		Mésange boréale	11	Troglodyte mignon	36
		Pie bavarde	11	Mésange noire	36
				Etourneau sansonnet	35
				Rougegorge familier	34
				Fauvette des jardins	34
				Mésange nonnette	32
				Mésange bleue	30
				Grive draine	27
				Geai des chênes	26
				Bruant jaune	24

arvensis, la Bergeronnette grise *Motacilla alba* semblent éviter les lisières (associations significatives avec les milieux ouverts "purs"). Par contre, peu d'espèces forestières sont limitées aux milieux forestiers sans lisières: seules le Roitelet huppé *Regulus regulus*, le Bec-croisé des sapins *Loxia curvirostra* et le Grimpereau des bois *Certhia familiaris* sont dans ce cas. L'avifaune des mosaïques "pessières-prairies" de l'Ardenne ne comporte donc que peu d'espèces "d'intérieur des forêts". Cette situation contraste avec d'autres études, menées notamment dans les forêts d'Amérique du Nord (KROODSMA, 1984). La majorité des espèces forestières recensées dans cette étude semblent se rencontrer également dans l'un ou l'autre type de lisières (pas de relation significative entre une espèce et un type d'habitat). Enfin, les lisières, et en particulier les lisières internes, accueillent également des espèces spécifiques à ce milieu, que l'on pourrait appeler des "espèces de lisières".

De façon étonnante, il ne semble pas exister d'espèce associée à la lisière en tant que telle, mais bien quelques espèces associées à la lisière externe et un grand nombre d'espèces associées aux lisières internes (limite peuplement - mise à blanc), même si aucune différence de richesse spécifique ou d'abondance globale n'a pu être détectée entre les deux types de lisières. Ne sont indicatrices des lisières externes ardennaises que des espèces non-dépendantes des milieux buissonnants, pourtant habituellement associées aux lisières (FULLER & WARREN, 1991). Il s'agit notamment de la Mésange charbonnière *Parus major*, bien connue comme "espèce de lisières" (HANSSON, 1983), du Pigeon ramier, qui, s'il niche abondamment dans les pessières, trouve d'importantes ressources alimentaires en milieu ouvert, ou de la Corneille noire *Corvus corone*, dont la préférence pour les lisières forêt / parcelle agricole a déjà été décrite par SMEDSHAUG *et al.* (2002). Cette abondance de la Corneille dans les lisières externes pourrait



A.C. Zwaga - Pouillot véloce

expliquer en partie l'évitement de ces milieux par de nombreux oiseaux nichant au sol dans des nids découverts, comme l'Alouette des champs *Alauda arvensis* et le Pipit farlouse *Anthus pratensis* (MØLLER, 1989).

Les lisières entre les mises à blanc et les pesières, dites "lisières internes", semblent bien être le milieu le plus riche de cette étude et celui possédant le plus d'espèces lui étant "exclusivement" associées. Certaines de ces espèces comme le Pipit des arbres, la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*, le Pouillot fitis *Phylloscopus trochilus* sont en déclin marqué en Wallonie et en particulier en Ardenne (VANSTEENWEGEN & JACOB, 2000). Toutes ces lisières internes sont des lisières "récentes", provenant d'une mise à blanc réalisée dans les 10 dernières années. Elles ne possèdent donc pas de structure buissonnante (de "cordon arbustif") caractéristique des lisières bien structurées. Pourtant, des espèces typiques des milieux buissonnants sont trouvées dans ces lisières, car elles profitent des jeunes plantations d'Épicéas qui sont installées rapidement après la mise à blanc. Une abondance particulière d'oiseaux forestiers ainsi que d'un petit nombre de spécialistes des lisières ont également été mises en évidence sur les lisières de mises à blanc en Suède, alors que les espèces de milieux ouverts semblent préférer l'intérieur des coupes (HANSSON, 1983).

Cette augmentation de l'abondance en oiseaux pourrait être liée à l'augmentation de la densité en invertébrés, constatées même sur des lisières récentes comme celles situées en bordure de mises à blanc (HELLE & MUONA, 1985).

Comment expliquer les différences observées entre les lisières internes et externes? Il semble évident que le manque de structure, en particulier l'absence d'un ourlet extensif, en bordure de lisières externes, explique l'absence de certaines espèces dans les lisières externes, alors que les coupes à blanc constituent un milieu extensif "de substitution". Le Pipit des arbres, par exemple, n'est trouvé en lisière externe que lorsqu'un ourlet extensif est présent (lisière externe du groupe 3). Un potentiel existe donc bien pour ce type de lisière en Ardenne, dont les inventaires réalisés jusqu'ici montrent la grande pauvreté structurale (PAQUET *et al.*, 2001). Cette absence de structure complexe dans les lisières externes peut influencer l'avifaune au travers d'une ressource alimentaire moins importante et variée. Néanmoins, il est possible qu'un taux de prédation plus élevé sur les nids en lisière externe soit un facteur explicatif complémentaire: en Amérique du Nord, le taux de prédation sur les nids dans les paysages de forêt fragmentée par des milieux agricoles est en effet significativement plus élevé que dans les forêts fragmentées par les mises à blanc (RODEWALD,

2002). La présence de la Corneille noire comme espèce indicatrice des lisières externes dans nos relevés va dans le sens de cette hypothèse. Le manque de structure buissonnante tels que les cordons arbustifs pourrait renforcer l'influence négative de la prédation sur les lisières externes étudiées (BERG & PART, 1994).

En ce qui concerne la gestion des lisières, la présente étude montre qu'il existe un potentiel de restauration des lisières externes dans l'Ardenne belge. Une structure plus complète, avec présence non seulement d'un cordon arbustif mais aussi et surtout d'un ourlet herbeux extensif, permettrait d'accueillir plus d'espèces typiques des lisières, comme le Pipit des arbres, le Pouillot véloce et les fauvettes. Ces espèces trouvent actuellement dans les lisières de mises à blanc un milieu de substitution temporaire. Un aménagement plus extensif des lisières, offrant une zone de transition plus étendue entre le milieu forestier et le milieu agricole, pourrait donc permettre d'augmenter la capacité d'accueil du paysage ardennais pour l'avifaune. Cependant, cette amélioration des lisières externes pourrait être limitée par des facteurs encore mal connus dans nos régions, comme la prédation au nid plus importante en bordure de milieux agricoles. Une restauration de la qualité biologique des lisières ne pourra donc remplir pleinement son rôle que si l'ensemble des habitats de la région, y compris les espaces soumis à l'agriculture et la sylviculture intensives, sont gérés d'une manière plus compatible avec la biodiversité. Les propositions de gestion discutées à l'issue de cette étude vont donc dans le sens d'une collaboration entre acteurs de terrain (agriculteurs, forestiers). Cette concertation permettrait de faire évoluer le paysage actuel possédant trop souvent des limites abruptes vers une situation présentant des profils progressifs de lisières.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a pu être menée grâce à un financement de la Région Wallonne, DGRNE/DNF/ Accord Cadre de Recherche Forestière. Ce travail a également bénéficié de l'appui technique de Xavier VANDEVYVRE.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDI (A.) 1996.— Edge effects in tropical versus temperate forest bird communities: Three alternative hypothesis for the explanation of differences. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 42: 163-172.
- BERG (A.) & PART (T.) 1994.— Abundance of Breeding Farmland Birds on Arable and Set-Aside Fields at Forest Edges. *Ecography*, 17: 147-152.
- BIBBY (C. J.), BURGESS (N.) & HILL (A.) 1992.— *Bird census techniques*. Academic Press, Norfolk.
- BOCCA (S.) 1999.— Biologie, habitat et conservation de la Pie-grièche grise (*Lanius excubitor*) en Ardenne: suivi de deux populations dans la région de Bastogne et de Spa. *Aves*, 36: 71-94.
- BRANQUART (E.), DOUCET (J.-L.), LIESSE (D.), SKELTON (E.), JEANMART (P.) & DELVINGT (W.) 2001.— Quelle biodiversité pour nos lisières forestières? *Parcs & Réserves*, 56: 26-32.
- DUFRÈNE (M.) & LEGENDRE (P.) 1997.— Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- FROCHOT (B.) 1987.— Synergism in Bird Communities - a Method to Measure Edge Effect. *Acta Oecologica/Ecologia Generalis*, 8: 253-258.
- FULLER (R. J.) & WARREN (M. S.) 1991.— Conservation management in ancient and modern woodlands: response of fauna to edges and rotations. Pp 445-471 in (I. F.) SPELLERBERG, (F. B.) GOLDSMITH & (M. G.) MORRIS, editors. *The Scientific management of temperate communities for conservation*. Blackwell scientific publications, Oxford.
- HANSSON (L.) 1983.— Bird Numbers across Edges between Mature Conifer Forest and Clearcuts in Central Sweden. *Ornis Scandinavica*, 14: 97-103.
- HELLE (P.) & MUONA (J.) 1985.— Invertebrate numbers in edges between clear-fellings and mature forest in Northern Finland. *Silva Fennica* 19: 281-294.
- JACOB (J.-P.) 1997.— *Evolution de l'avifaune wallonne au cours des 10 dernières années (1982-1992)*. OFFH, Inventaire et surveillance de la biodiversité, Système d'Information sur la Biodiversité en Wallonie.
- KROODSMA (R. L.) 1984.— Effect of Edge on Breeding Forest Bird Species. *Wilson Bulletin*, 96: 426-436.
- KRÚSI (B. O.), SCHÜTZ (M.) & TIDOW (S.) 1997.— Les lisières en Suisse: situation écologique, diversité botanique et potentiel de valorisation écologique. *Forêt Suisse*, 4: 20-26.



- MØLLER (A. P.) 1989.- Nest Site Selection across Field-Woodland Ecotones - the Effect of Nest Predation. *Oikos*, 56: 240-246.
- MULLER (Y.) 1997.- Les Oiseaux de la Réserve de la biosphère des Vosges du Nord. *Ciconia*, vol. 21.
- PAQUET (J.-Y.), LIESSE (D.), BRANQUART (E.), SKELTON (E.), JEANMART (P.), VANDEVYVRE (X.), VAN DEN DORPEL (A.), DOUCET (J.-L.) & DELVINGT (W.) 2001.- *Biological assessment and management of forest edges in Famenne and Ardenne, Southern Belgium*. Scientific tools for biodiversity conservation: monitoring, modelling and experiments, Brussels, Belgium.
- RODEWALD (A. D.) 2002.- Nest predation in forested regions: landscape and edge effects. *Journal of Wildlife Management*, 66: 634-640.
- SMEDSHAUG (C. A.), LUND (S. E.), BREKKE (A.), SONERUD (G.A.) & RAFOSS (T.) 2002.- The importance of the farmland-forest edge for area use of breeding Hooded Crows as revealed by radio telemetry. *Ornis Fennica*, 79: 1-13.
- VANSTEENWEGEN (C.) & JACOB (J.-P.) 2000.- *Surveillance de l'avifaune par points d'écoute*. OFFH, Inventaire et surveillance de la biodiversité, Système d'Information sur la Biodiversité en Wallonie.

