

ÉTUDE DES HABITATS UTILISÉS PAR LE PIC MAR (*DENDROCOPOS MEDIUS*) EN RÉGION WALLONNE À PARTIR DES DONNÉES DE L'INVENTAIRE PERMANENT DES RESSOURCES FORESTIÈRES

François Lehaire^{1*}, David Monticelli¹, Jean-Yves Paquet², Laurence Delahaye, Hugues Claessens¹, Jacques Rondeux¹



D. Bangels

Résumé - Le Pic mar est considéré comme une des espèces-clés pour lesquelles la compréhension de ses relations avec son habitat est importante pour orienter une gestion des forêts feuillues plus favorable à la biodiversité. Il apparaît généralement comme étant un indicateur d'une structure riche en gros bois et d'une composition botanique relevant principalement des chênaies. Depuis une vingtaine d'années, le Pic mar fait état d'une expansion remarquable en Wallonie alors que ses populations sont en diminution dans le sud-est européen et que l'espèce reste stable partout ailleurs en Europe. L'étude de cette aire d'extension récente en Wallonie et des habitats utilisés par le Pic mar est utile afin de mieux apprécier ses exigences écologiques dans un habitat encore peu ou mal connu. Sur la base de plus de 3000 données de localisation récoltées dans le cadre de l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie entre 2001 et 2007, notre étude visait la comparaison des habitats forestiers occupés par le Pic mar entre trois aires de distribution, définies selon l'évolution temporelle de la répartition de l'espèce : l'aire ancienne, occupée par l'espèce déjà en 1973-1977 et correspondant à l'Ardenne et à la Gaume (sud de la Belgique), l'aire de transition, occupée en 1991-1992 et correspondant à la Fagne-Famenne, et l'aire d'expansion, occupée en 2001-2007 et se situant plus au nord dans le Condroz et en région limoneuse. Au total, 418 localisations ont pu être croisées avec 41 variables de description de l'habitat forestier extraites des données récoltées dans le cadre de l'inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (IPRFW). Les premiers résultats suggèrent qu'en accord avec ses exigences écologiques connues, le Pic mar a colonisé au cours de son expansion récente les habitats les plus riches en chênes. Cependant, l'aire d'expansion de l'espèce est également caractérisée par une plus faible représentation du hêtre, au profit notamment d'une diversité accrue des essences de la futaie. Nous concluons que cette espèce montre une certaine plasticité concernant ses exigences écologiques en forêt wallonne et nous tentons d'énoncer des recommandations générales pour une gestion forestière favorisant la conservation de l'espèce et la biodiversité en général.

¹ Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 2, Passage des Déportés, B-5030 Gembloux, Belgique.

² Aves-Natagora, Département Études, 3, Rue du Wisconsin, B-5000 Namur, Belgique.



Introduction

En écologie forestière, les oiseaux constituent un groupe d'étude privilégié, comprenant des espèces « bio-indicatrices », c'est-à-dire dont les réponses biologiques aux différents facteurs du milieu sont évidentes et aisément identifiables, permettant ainsi de caractériser l'état et l'évolution de l'écosystème dans son ensemble (GASTON & SPICER, 1998 ; SIMBERLOFF, 1998). En termes de biodiversité, ce concept d'espèce indicatrice est d'autant plus important qu'il est très souvent impossible de prendre en compte le nombre considérable de taxons que l'on retrouve dans les écosystèmes forestiers (DELAHAYE, 2006). L'impact des modifications de la structure et de la composition végétale peut être mesuré au travers des bio-indicateurs. Sous cet angle, ceux-ci peuvent donc aider à orienter la gestion des forêts (PEARCE & VENIER, 2006). Parmi les bio-indicateurs, les pics (*Picidae*) sont des espèces particulièrement intéressantes. Ce sont des cavernicoles primaires car ils creusent eux-mêmes leur nid dans les troncs d'arbres (MIKUSINSKI *et al.*, 2001). Leur densité et leur diversité influencent significativement celles des cavernicoles secondaires, c'est-à-dire des espèces qui requièrent des loges creusées par les cavernicoles primaires pour s'abriter ou compléter leur cycle annuel (ANGELSTAM & MIKUSINSKI, 1994 ; MARTIN & EADIE, 1999). Parmi ces dernières, on retrouve d'autres oiseaux (mésanges, sittelles, chouettes, etc), des mammifères (loir, lérot, chauve-souris, etc) ou des insectes (guêpes, frelons, abeilles, papillons, etc).

En Europe, le Pic mar (*Dendrocopos medius*) est considéré comme une espèce indicatrice de première importance dans le contexte des forêts décidues (LAMBECK, 1997 ; ROBERGE & ANGELSTAM, 2006). Au niveau de l'Union Européenne, il figure dans l'Annexe I de la Directive Oiseaux (79/409/CEE), ce qui signifie que ses populations doivent constamment faire l'objet de mesures de protection particulières, afin de garantir et de favoriser le maintien des niveaux de population. Les habitats occupés par l'espèce sont ainsi pris en compte dans le réseau européen de sites protégés « Natura 2000 ».

En Région wallonne, le Pic mar est considéré comme une des six espèces-clés pour la gestion des forêts feuillues fermées (Delahaye, 2006). L'espèce est en pleine expansion en Wallonie (SCHMITZ, 1993 ; GAUQUIE, 1998 ; GAUQUIE, 1999 ; COLMANT, 2006 ; COL-

MANT, 2007) alors que ses populations diminuent nettement dans le Sud-est européen tout en restant globalement stables ailleurs en Europe (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004). Depuis l'atlas des oiseaux nicheurs de Belgique de 1973-1977, plusieurs descriptions successives illustrent la progression de l'aire de répartition du Pic mar en Wallonie. Celle de la période 1973 à 1977 (appelée « aire ancienne » dans la suite de cet article) recouvrait la Gaume, une partie de l'Ardenne et une portion de la Fagne-Famenne (DEVILLERS *et al.*, 1988 ; Fig. 1). En 1991-1992, la distribution de l'espèce comprenait toute la ceinture feuillue de l'Ardenne et la Fagne-Famenne (SCHMITZ, 1993). Cette partie de l'aire nouvellement colonisée à cette époque correspond à « l'aire de transition ». Enfin, au cours des prospections menées en 2001-2007 pour l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie (Jacob *et al.*, en préparation), une troisième région (« aire d'expansion ») a été colonisée et comprend le Condroz et une partie de la région limoneuse.

En parallèle à son expansion géographique, les populations de Pic mar ont augmenté depuis 30 ans de plus de 8 % par an en moyenne, pour atteindre 4200 couples nicheurs actuellement (données Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie).

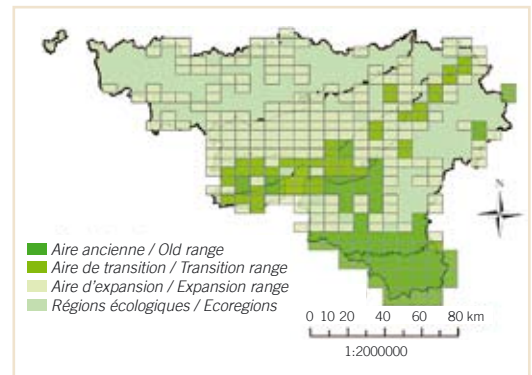


Fig. 1 - Carte de répartition du Pic mar en Région wallonne d'après les données de DEVILLERS *et al.* (1988), SCHMITZ (1993) et l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie (en préparation). L'évolution de son aire de distribution au cours du temps est représentée par une diminution de l'intensité de la couleur verte et une progression vers le nord / Distribution map of the Middle Spotted Woodpecker in the Walloon Region, according to DEVILLERS *et al.* (1988), SCHMITZ (1993) and the Atlas of breeding birds in the Walloon Region (in preparation). The evolution of the species' distribution over time is represented by a decrease in the intensity of the green colour and a northward progression.



La présente étude vise à comparer les caractéristiques des habitats forestiers occupés par le Pic mar dans les trois aires de répartition décrites ci-dessus (aire ancienne, de transition et d'expansion). Aucune étude n'a encore décrit en détail les habitats occupés dans l'aire d'expansion en Région wallonne. De plus, cette démarche devrait permettre de mieux apprécier si l'occupation de nouveaux massifs forestiers par l'espèce se traduit aussi par des changements importants en terme d'habitat utilisé (élargissement de la niche). Ces informations seront utiles pour tenter de comprendre l'évolution de la population du Pic mar en Wallonie ainsi que pour adapter éventuellement les recommandations de gestion forestière de l'espèce dans le cadre des sites Natura 2000 (LAUDELOUT *et al.*, 2004).

La comparaison des caractéristiques de l'habitat entre les aires de répartition a pu être effectuée à l'échelle de toute la Wallonie grâce au croisement de deux sources d'information : d'une part les relevés disponibles dans le cadre de l'inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (IPRFW) en ce qui concerne les informations sur l'habitat forestier et, d'autre part, les localisations précises de territoires de reproduction de Pic mar récoltées durant l'atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie 2001-2007 en ce qui concerne les informations sur la présence de Pic mar. Les résultats de l'IPRFW n'avaient jamais encore été utilisés dans des études écologiques d'oiseaux forestiers en Wallonie, alors que de telles données l'ont déjà été pour modéliser l'habitat des pics en France et en Allemagne (TOBALSKE & TOBALSKE, 1999 ; MÜLLER *et al.*, 2009). La présente étude cherche donc également à démontrer l'intérêt que représentent les bases de données existantes telles que celles de l'IPRFW et de l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie pour les chercheurs et gestionnaires forestiers soucieux d'une meilleure compréhension de la relation avifaune-habitat à l'échelle locale.

Matériel et méthode

Méthodologie générale

Les caractéristiques de l'habitat du Pic mar dans les trois aires considérées, à savoir l'aire ancienne (1973-1977), l'aire de transition (1991-1992) et

l'aire d'expansion (2001-2007), ont été obtenues par le croisement des localisations de Pic mar renseignées par l'Atlas avec les points de sondage de l'IPRFW. Seules les localisations de Pic mar correspondant à un point de sondage ont donc été utilisées dans cette étude. Le Pic mar étant encore en expansion en Région wallonne, on ne peut raisonnablement pas conclure que l'absence d'observation à un endroit donné signifie que le site ne lui convient pas, d'autant plus que les localisations précises de Pic mar issues de l'atlas ne concernent qu'environ 60 % des couples nicheurs (données Atlas). La comparaison des habitats se base donc uniquement sur les présences signalées du Pic mar.

Localisation des points de présence du Pic mar dans les trois aires

Les prospections de terrain concernant l'atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie ont été menées entre 2001 et 2007 par plusieurs centaines d'ornithologues, principalement amateurs (Jacob *et al.*, en préparation). L'objectif principal de cette grande enquête de terrain était d'obtenir des données de présence et d'abondance de toutes les espèces d'oiseaux nicheurs à l'échelle d'unités spatiales de 8x5 km. Cependant, en parallèle, une collecte de localisations précises de territoires occupés par certaines espèces a été réalisée auprès des observateurs (travail réalisé par C. Dehem et M. Fasol). Pour le Pic mar, 2284 localisations (précises à 100 m près) de centres de territoires occupés ont ainsi été récoltées entre 2001 et 2007.

Les données sur l'habitat issues de l'inventaire forestier

Les données utilisées pour caractériser l'habitat du Pic mar sont issues de l'inventaire permanent des ressources forestières de Wallonie (IPRFW ; RONDEUX *et al.*, 1996 ; KOESTEL *et al.*, 1999 ; LECOMTE *et al.*, 1999 ; RONDEUX & LECOMTE, 2001 ; RONDEUX & LECOMTE, 2005). Cet inventaire relève les caractéristiques de la structure et de la composition botanique du peuplement forestier au sein de 12430 placettes circulaires de 18 m de rayon situées aux intersections d'une maille de 500 x 1000m (50 ha par maille), de telle sorte qu'il offre une couverture de l'ensemble de la forêt wallonne avec un nombre élevé de placettes.



Tableau 1 - Description des 41 variables d'habitat issues de l'IPRFW / Description of 41 habitat variables from the IPRFW

| Type de variable / Variable category | Description | Acronyme / Acronym | |
|---|--|--|--------|
| Structure de la futaie, du taillis et quantité de bois mort / Overstorey and coppice structure and dead wood quantity | Surface terrière totale / Total basal area (m ² /ha) | GhaFH | |
| | Circonférence moyenne quadratique de tous les bois / Mean quadratic circumference of tree stems (cm) | CmoyG | |
| | Nbre de bois par hectare total / Density of tree stems (no./ha) | NhaF | |
| | Nbre d'essences de la futaie / No. of tree species in overstorey | NbF | |
| | Nbre de petits bois / No. of small trees (circonférence / circumf. 40-89 cm) | PB | |
| | Nbre de bois moyens / No. of middle-size trees (circonférence / circumf. 90-149 cm) | BM | |
| | Nbre de gros bois / No. of large trees (circonférence / circumf. > 149 cm) | GB | |
| | Nbre total de cépées / Total no. of clumps | NhaTH | |
| | Surface terrière du taillis / Basal area of coppice (m ² /ha) | GhaTH | |
| | Nbre d'essences du taillis / No. of tree species in coppice | NbTH | |
| | Nbre de bois mort sur pied par hectare / Density of snags (no./ha) | NhaBMp | |
| | Volume du bois mort sur pied par hectare / Volume of snags (m ³ /ha) | VhaBMp | |
| | Composition de la futaie / Overstorey composition | Circonférence moyenne quadratique des bois de chêne / Mean quadratic circumference of oak trees (cm) | CmoyCh |
| | | Circonférence moyenne quadratique des bois de hêtre / Mean quadratic circumference of beech trees (cm) | CmoyHe |
| Circonférence moyenne quadratique des bois de bouleau / Mean quadratic circumference of birch trees (cm) | | CmoyBo | |
| Circonférence moyenne quadratique des bois de charme / Mean quadratic circumference of hornbeam trees (cm) | | CmoyCha | |
| Circonférence moyenne quadratique des bois d'érable / Mean quadratic circumference of maple trees (cm) | | CmoyEr | |
| Circonférence moyenne quadratique des bois de frêne / Mean quadratic circumference of ash trees (cm) | | CmoyFr | |
| Surface terrière pour les chênes / Basal area of oak trees (m ² /ha) | | GhaCh | |
| Surface terrière pour le hêtre / Basal area of beech trees (m ² /ha) | | GhaHe | |
| Surface terrière pour le bouleau / Basal area of birch trees (m ² /ha) | | GhaBo | |
| Surface terrière pour les charmes / Basal area of hornbeam trees (m ² /ha) | | GhaCha | |
| Surface terrière pour les érables / Basal area of maple trees (m ² /ha) | | GhaEr | |
| Surface terrière pour les frênes / Basal area of ash trees (m ² /ha) | | GhaFr | |
| Nbre de bois pour le bouleau / Density of birch trees (no./ha) | | NhaBo | |
| Nbre de bois pour les chênes / Density of oak trees (no./ha) | | NhaCh | |
| Nbre de bois pour les charmes / Density of hornbeam trees (no./ha) | | NhaCha | |
| Nbre de bois pour les érables / Density of maple trees (no./ha) | | NhaEr | |
| Nbre de bois pour les frênes / Density of ash trees (no./ha) | | NhaFr | |
| Nbre de bois pour le hêtre / Density of beech trees (no./ha) | | NhaHe | |
| Proportion d'essences feuillues autres que chêne et hêtre / Proportion of deciduous tree species other than beech and oak | | Pghafeui | |
| Proportion d'essences résineuses dans le peuplement / Proportion of coniferous tree species | | PghaRx | |
| Recouvrement total du bouleau / Total cover of birch (%) | | RecBO | |
| Recouvrement total du chêne / Total cover of oak (%) | | RecCh | |
| Recouvrement total du charme / Total cover of hornbeam (%) | | RecCHA | |
| Recouvrement total de l'érable / Total cover of maple (%) | | RecER | |
| Recouvrement total du hêtre / Total cover of beech (%) | | RecHe | |
| Localisation et topographie / Location and topography | | Coordonnée Lambert X de la placette circulaire / Lambert Coordinate X of the circular plot | LAMBX |
| | | Coordonnée Lambert Y de la placette circulaire / Lambert Coordinate Y of the circular plot | LAMBY |
| | | Altitude / Altitude | Altit |
| | Pente (en degrés) / Slope (degrees) | Pente | |



Les placettes circulaires de l'IPRFW située à moins de 250 m d'une des 2284 localisations de Pic mar ont été retenues pour notre analyse d'habitat, ce rayon de 250 m correspondant à la taille approximative d'un territoire du Pic mar. Il en résulte une sélection de 418 placettes utiles pour notre étude : 197 d'entre elles se situent dans l'ancienne aire, 97 dans l'aire de transition et 124 dans l'aire d'expansion.

Variables d'habitat prises en compte lors des analyses

Le nombre et la nature des variables d'habitat prises en compte lors des analyses ont été définis sur la base d'une connaissance des exigences écologiques du Pic mar issues de la littérature. Outre les variables topographiques et de localisation des placettes, des variables décrivant la composition de la futaie telles que le nombre de tiges à l'hectare, la circonférence moyenne des arbres, la surface terrière et l'estimation visuelle du recouvrement de chaque essence ont été utilisées. D'autre part, les variables décrivant le bois mort et la structure de la futaie et du taillis ont aussi été prises en considération, portant à 41 le nombre total de variables sélectionnées (Tableau 1). À partir des données de surface terrière totale du peuplement (GhaFH), des classes de densité du peuplement inspirées des travaux de Rosa (1999) ont été définies. Elles sont au nombre de 5 : (1) $GhaFH \leq 10 \text{ m}^2/\text{ha}$ (peuplement ouvert à très clair) ; (2) $10 < GhaFH \leq 15 \text{ m}^2/\text{ha}$ (clair) ; (3) $15 < GhaFH \leq 20 \text{ m}^2/\text{ha}$ (moyen) ; (4) $20 < GhaFH \leq 25 \text{ m}^2/\text{ha}$ (dense) ;

(5) $25 < GhaFH$ (très dense à sombre). Différentes classes de composition sont établies en fonction du rapport de la surface terrière des chênes, du hêtre et des autres essences du peuplement avec la surface terrière totale de la futaie (Tableau 2).

Analyse des données

Les analyses ont été réalisées sur Statistica version 6.0 (STATSOFT, 2001). Les comparaisons entre les trois aires sur la base de la typologie de la richesse et de la composition ont été réalisées à l'aide du test Chi-carré de Pearson. Les comparaisons de valeurs moyennes entre les trois aires de répartition ont été réalisées à l'aide d'un test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Lorsque les différences étaient significatives entre les trois aires ($p < 0.05$), un test de classification des moyennes a également été utilisé (test de Neuman-Keuls).

Une analyse exploratoire des 418 localisations de Pic mar et des 41 variables d'habitat mesurées pour chaque localisation (placettes de l'IPRFW) a été conduite à l'aide d'une Analyse en Composantes Principales (ACP). Afin d'éviter les problèmes de colinéarité lorsque de fortes corrélations entre les variables de départ subsistent lors de l'ACP, une matrice des corrélations de toutes les variables ($n = 41$ variables d'habitat), prises deux à deux, a été établie préalablement. Pour chaque paire de variables fortement corrélées ($r > 0,7$), une des deux variables n'a pas été reprise lors de l'ACP.

Tableau 2 - Clef de la typologie de composition des peuplements définie à partir des proportions en surface terrière de chêne (x), de hêtre (y) et des autres essences (z) (cf. Tableau 1 pour les codes des variables de l'habitat) / Key of the stand composition typology determined from proportions of basal area of oak (x), beech (y) and other species (z) (see Table 1 for variable codes)

| Code | Classe de composition / Composition class | GhaHe/GhaFH | GhaCh/GhaFH | Gha autres essences / GhaFH ¹ |
|------|---|---------------|---------------|--|
| 1 | Hêtraie / Beech forest | > 60 | < 40 | < 40 |
| 2 | Chênaie pure ou quasi pure / Pure or almost pure oak forest | < 20 | > 80 | < 20 |
| 3 | Chênaie autre / Other oak forest | < 40 | $60 < x < 80$ | < 40 |
| 4 | Mélange autres essences / Mixed other species | < 60 | < 60 | < 60 |
| 5 | Autres essences prépondérantes / Other dominant species | < 20 | < 20 | > 80 |
| | | < 20 | $20 < x < 40$ | $60 < z < 80$ |
| | | $20 < y < 40$ | < 20 | $60 < z < 80$ |

¹ Autres essences : bouleau, charme, tilleul, peuplier, châtaignier, érable, frêne... / Other species: birch, hornbeam, lime, poplar, chestnut, maple, ash...



L'ACP appartient aux méthodes statistiques exploratoires multifactorielles qui analysent les données dans leur ensemble. Elle a été utilisée ici afin d'obtenir une vision plus précise de l'éventuelle influence prépondérante de l'une ou l'autre variable d'habitat sur la répartition du Pic mar. L'ACP permet la représentation du nuage de points-localisations (418 localisations) dans un espace multidimensionnel, dont les axes sont appelés « axes factoriels ». Un axe factoriel est une combinaison linéaire des variables d'habitat initiales. Par conséquent, chaque axe factoriel peut être interprété biologiquement par l'examen des variables d'origine qui lui sont fortement corrélées. La part de variance totale expliquée par un axe factoriel peut être inter-

prétée comme un pourcentage de l'information du nuage initial retranscrite dans l'espace factoriel. Le premier plan factoriel, constitué par les deux premiers axes factoriels, est toujours celui qui est le plus riche en renseignements sur les propriétés du nuage étudié. Afin de comparer visuellement les points-localisations entre les aires de répartition, des ellipses reprenant 70 % des localisations pour chaque aire ont été dessinées dans les plans factoriels qui expliquaient la part de variance totale la plus élevée. Pour comparer ces nuages de point entre les trois aires de répartition, des tests de Kruskal-Wallis et de Neuman-Keuls ont été effectués à partir des coordonnées des points-localisations le long de chacun des axes factoriels.



Pic mar. Couthuin, 17 mars 2006. / Middle Spotted Woodpecker. Couthuin, 17 March 2006 (Photo : Philippe Vanmeerbeeck).



Résultats

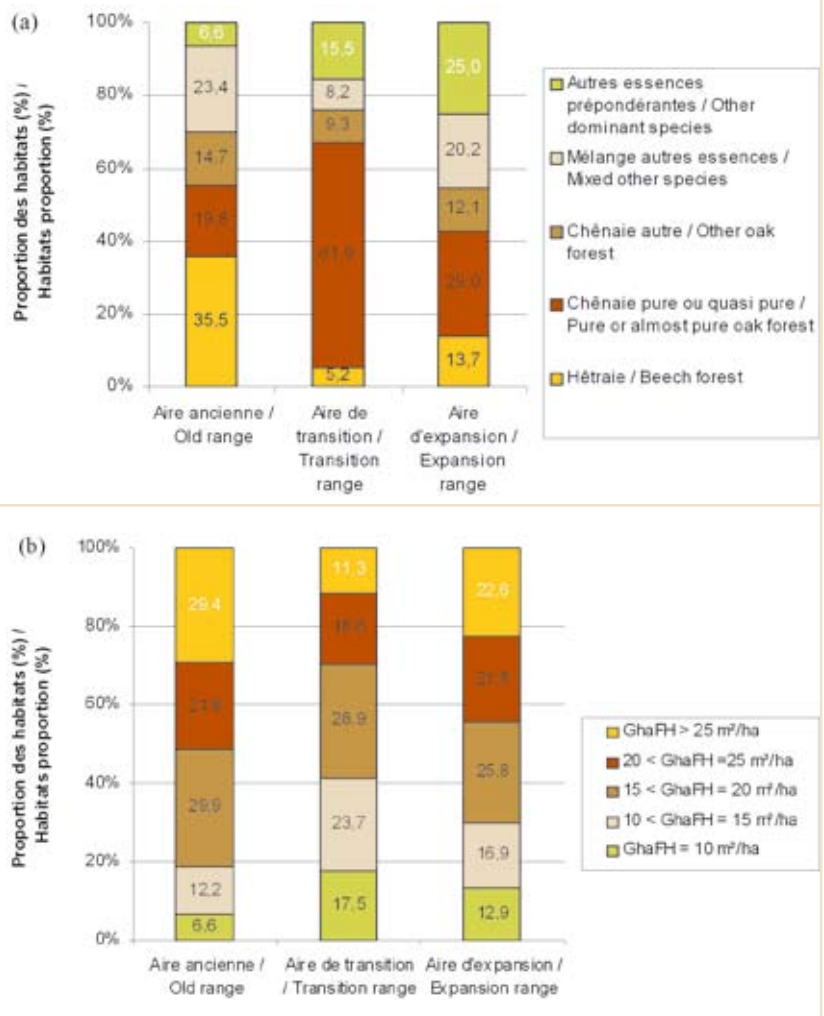
Comparaison des classes de richesse et de composition entre les 3 aires de répartition

Les proportions des 5 classes de composition (voir définition dans le tableau 2) des placettes utilisées par le Pic mar varient d'une manière significative entre les 3 aires de répartition (test Chi-carré de Pearson, $\chi^2 = 96,93$, dl = 8, $p = 0,0001$). Dans l'aire ancienne, c'est la classe « hêtre » qui domine

(Fig. 2a), au contraire de l'aire de transition qui comporte une classe « chênaie pure ou quasi pure » très dominante. L'aire d'expansion se caractérise aussi par de nombreuses localisations de l'espèce en « chênaie pure ou quasi pure » mais avec aussi une bonne représentation de la classe « autres essences prépondérantes » (classification : Tableau 2).

Les classes de densité de peuplement utilisées par le Pic mar sont également représentées de façon significativement différentes entre les 3 aires ($\chi^2 = 23,3$, dl = 8, $p = 0,003$). Les aires ancienne et d'expansion ont des valeurs relativement similaires pour chaque classe (Fig. 2b), avec environ un quart des observations dans les peuplements denses

Fig. 2 - Comparaison entre les trois aires de répartition (a) des classes de composition ; (b) des classes de surface terrière utilisées par le Pic mar / Comparison between the three ranges (a) forest composition classes, (b) classes of basal area used by the Middle Spotted Woodpecker





($G > 25\text{m}^2/\text{ha}$) ; par contre, on notera surtout des différences marquées entre ces deux aires et l'aire de transition qui contient relativement plus de localisations du Pic mar dans des peuplements clairs à très clairs (à faible surface terrière : $G < 15\text{m}^2/\text{ha}$).

Comparaison des variables dendrométriques entre les 3 aires de répartition

Les principaux enseignements de l'analyse dendrométrique des habitats des trois aires de distribution (Tableau 3) sont les suivants :

- l'aire ancienne est caractérisée en moyenne par les forêts les plus denses ($G = 21\text{m}^2/\text{ha}$) constituées d'une grande quantité de gros bois ($N = 38\text{tiges}/\text{ha}$), avec une importance particulière du hêtre montrant des valeurs dendrométriques supérieures pour tous les critères ;
- l'aire de transition est caractérisée en moyenne par les forêts les plus claires ($G = 16,5\text{m}^2/\text{ha}$), dans lesquelles le chêne est l'essence largement dominante (74 % de la surface terrière), alors que le hêtre est peu fréquent ;

Tableau 3 - Comparaison des variables dendrométriques de l'habitat entre les aires de répartition dites ancienne, de transition et d'expansion du Pic mar ($n = 418$). Pour chaque variable significative au test de Kruskal-Wallis, les valeurs moyennes ayant la même lettre en exposant indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les aires selon le test de Neuman-Keuls / Comparison of dendrometric habitat variables between the old, transition and expansion ranges of the Middle Spotted Woodpecker ($n = 418$). For each significant variable (Kruskal-Wallis test), mean values sharing the same superscript letter indicate that there is no significant difference between ranges (Neuman-Keuls test)

| Variable dendrométrique (unité) / Dendrometric variable | Aire ancienne / Old range ($n = 197$) | | Aire de transition / Transition range ($n = 97$) | | Aire d'expansion / Expansion range ($n = 124$) | | Kruskal-Wallis et p | |
|--|--|----------|--|----------|--|----------|------------------------|-------|
| | Moy | σ | Moy | σ | Moy | σ | H | P |
| Nombre de bois total / Density of tree stems (Nb/ha) | 341,9 | 323,2 | 305,3 | 419,9 | 346,2 | 364,8 | 26,4 | 0,242 |
| Circonf. moyenne de tous les bois (cm) / Mean circumference of all trees (cm) | 108,9 | 45,1 | 109,2 | 45,7 | 104,3 | 42,6 | 0,6 | 0,733 |
| Surface terrière totale (m^2/ha) / Basal area of trees (m^2/ha) | 20,9 ^(a) | 7,8 | 16,5 ^(b) | 6,7 | 18,9 ^(c) | 8,1 | 23,1 | 0,000 |
| Nombre de bois mort sur pied / No. of snags (Nb/ha) | 11,0 | 77,4 | 12,5 | 76,9 | 8,7 | 52,8 | 0,5 | 0,786 |
| Volume de bois mort sur pied / Volume of snags (m^3/ha) | 1,4 | 6,5 | 0,8 | 4,4 | 1,6 | 6,7 | 0,5 | 0,766 |
| Nombre de petit bois / No. of small trees (Nb/ha) | 110,4 | 170,1 | 90,3 | 152,4 | 128,1 | 195,6 | 1,2 | 0,560 |
| Nombre de bois moyen / No. of middle-size trees (Nb/ha) | 56,4 | 54,1 | 64,3 | 64,6 | 58,0 | 52,2 | 0,1 | 0,933 |
| Nombre de gros bois / No. of large trees (Nb/ha) | 37,6 ^(a) | 23,5 | 22,9 ^(b) | 20,3 | 28,7 ^(c) | 25,6 | 36,7 | 0,000 |
| Nombre de hêtre / No. of beeches (Nb/ha) | 187,9 ^(a) | 287,6 | 90,7 ^(b) | 388,0 | 92,6 ^(b) | 258,2 | 76,7 | 0,000 |
| Circonf. moyenne du hêtre / Mean circumf. of beeches (cm) | 81,4 ^(a) | 66,4 | 20,8 ^(b) | 48,0 | 42,0 ^(c) | 69,4 | 76 | 0,000 |
| Surface terrière du hêtre / Basal area of beeches (m^2/ha) | 9,0 ^(a) | 8,5 | 1,8 ^(b) | 4,5 | 3,4 ^(b) | 6,2 | 89,6 | 0,000 |
| Nombre de chêne / No. of oak (Nb/ha) | 73,4 ^(a) | 113,6 | 112,1 ^(b) | 104,0 | 95,0 ^(a,b) | 207,1 | 18,5 | 0,000 |
| Circonf. moyenne du chêne / Mean circumf. of oaks (cm) | 126,9 | 70,2 | 129,0 | 50,9 | 120,7 | 74,4 | 1,2 | 0,541 |
| Surface terrière du chêne / Basal area of oaks (m^2/ha) | 9,5 ^(a) | 7,5 | 12,2 ^(b) | 7,0 | 9,5 ^(a) | 8,4 | 11,9 | 0,003 |



- l'aire d'expansion est caractérisée en moyenne par des forêts de densité moyenne ($G = 19 \text{ m}^2/\text{ha}$), dans lesquelles les feuillus autres que le chêne et le hêtre constituent environ la moitié de la surface terrière.

Les points communs de ces trois aires sont la fréquence du chêne (> 45 % de la surface terrière) représenté par des bois de grosses dimensions et ayant une circonférence moyenne variant entre 120 et 130 cm.

Analyse en Composantes Principales (ACP)

Afin d'éviter les problèmes de colinéarité lors de l'analyse, une matrice des corrélations de toutes les variables ($n = 41$), prises deux à deux, a été établie préalablement. De nombreuses variables ont montré une forte corrélation ($r > 0,7$), permettant ainsi l'élimination de 11 d'entre elles (GhaBo, GhaCh, GhaHe, CmoyG, NhaF, GhaTH, GhaCha, GhaFr, NhaEr, CmoyEr et GhaEr). L'ACP proprement dite a donc été réalisée sur 34 variables d'habitat. Les cinq premiers axes factoriels expliquent respectivement 15,1%, 9,5%, 7,5%, 7,0% et 6,2% de la variance totale (soit 45,2 % pour les ces 5 axes). Le premier facteur est corrélé au recouvrement total du hêtre (RecHe : $r = 0,77$) et à l'altitude (Altit : $r = 0,75$) (Tableau 4). Le second facteur est corrélé positivement au recouvrement total du chêne (RecCh : $r = 0,68$) et au nombre d'essences de la futaie auquel il est

corrélé négativement (NbF : $r = -0,67$; Tableau 4). Le troisième axe factoriel est quant à lui corrélé positivement au nombre de gros bois à l'hectare (GB ; circonférence > 149 cm : $r = 0,56$) et négativement à l'importance du bouleau (nombre de bouleaux à l'hectare ; NhaBO : $r = -0,50$) et au recouvrement total du bouleau (RecBO : $r = -0,54$; Tableau 4). Le quatrième axe factoriel est corrélé à la surface terrière par hectare totale (GhaFH : $r = 0,64$), et enfin, le cinquième facteur est lié à l'importance d'essences résineuses dans le peuplement en terme de surface terrière totale par hectare (PghaRx : $r = 0,72$) et de recouvrement total des résineux (RecRx : $r = 0,69$; Tableau 4).

Comparaison des aires de répartition au travers de l'ACP

Les 418 points-localisations de Pic mar sont projetés dans les plans factoriels 1x2 et 3x5, qui expliquent la part de variance totale la plus élevée (Fig. 3a, b). Les ellipses regroupent 70 % des placettes appartenant à une des trois aires, ce qui permet de mieux visualiser une éventuelle séparation des nuages de points-localisations entre les trois aires de répartition. Pour comparer statistiquement les nuages de points entre les trois aires, des tests de Kruskal-Wallis ont donc été effectués à l'aide des coordonnées des 418 points-localisations le long de chacun des axes factoriels (Tableau 4). Ils montrent que les trois aires de répartition sont significativement différentes entre elles d'après les axes factoriels 1, 2, 3 et 5 (Tableau 4).

Tableau 4 - Comparaison des valeurs moyennes des projections (coordonnées) des points-localisations classés par aire de répartition (3 aires) pour les facteurs 1, 2, 3 et 5 de l'ACP (voir aussi Fig. 3). Pour chaque facteur significatif au test de Kruskal-Wallis, les valeurs moyennes ayant la même lettre en exposant indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les aires selon le test de Neuman-Keuls ($n = 418$) / Comparison of mean values of projections (coordinates) of point-locations ordered by range (3 areas) for factors 1, 2, 3 and 5 of the PCA (see also Fig. 3). For each significant factor (Kruskal-Wallis test), mean values sharing the same superscript letter indicate that there is no significant difference between ranges (Neuman-Keuls test)

| Axe factoriel de l'ACP / Factorial axis of the PCA | Variable(s) explicative / Explanatory variable(s) | Aire ancienne / Old range (n = 197) | Aire de transition / Transition range (n = 97) | Aire d'expansion / Expansion range (n = 124) | H | p |
|--|---|-------------------------------------|--|--|--------|-------|
| Facteur / Factor 1 | RecHe, Altit | 1,23±1,68 ^(a) | -0,73±1,55 ^(b) | -1,36±2,14 ^(c) | 127,37 | <0.01 |
| Facteur / Factor 2 | RecCh, -NbF | -0,31±1,46 ^(a) | 1,09±1,63 ^(b) | -0,38±1,83 ^(a) | 47,05 | <0.01 |
| Facteur / Factor 3 | GB, -RecBO | 0,01±1,26 ^(a, b) | -0,28±1,51 ^(b) | 0,28±1,86 ^(a) | 6,12 | 0,047 |
| Facteur / Factor 4 | GhaFH | 0,04±1,47 | -0,04±1,52 | -0,02±1,42 | 0,1 | 0,949 |
| Facteur / Factor 5 | PghaRx, RecRx | -0,27±1,31 ^(b) | 0,13±1,45 ^(a) | 0,41±1,45 ^(a) | 25,64 | <0,01 |

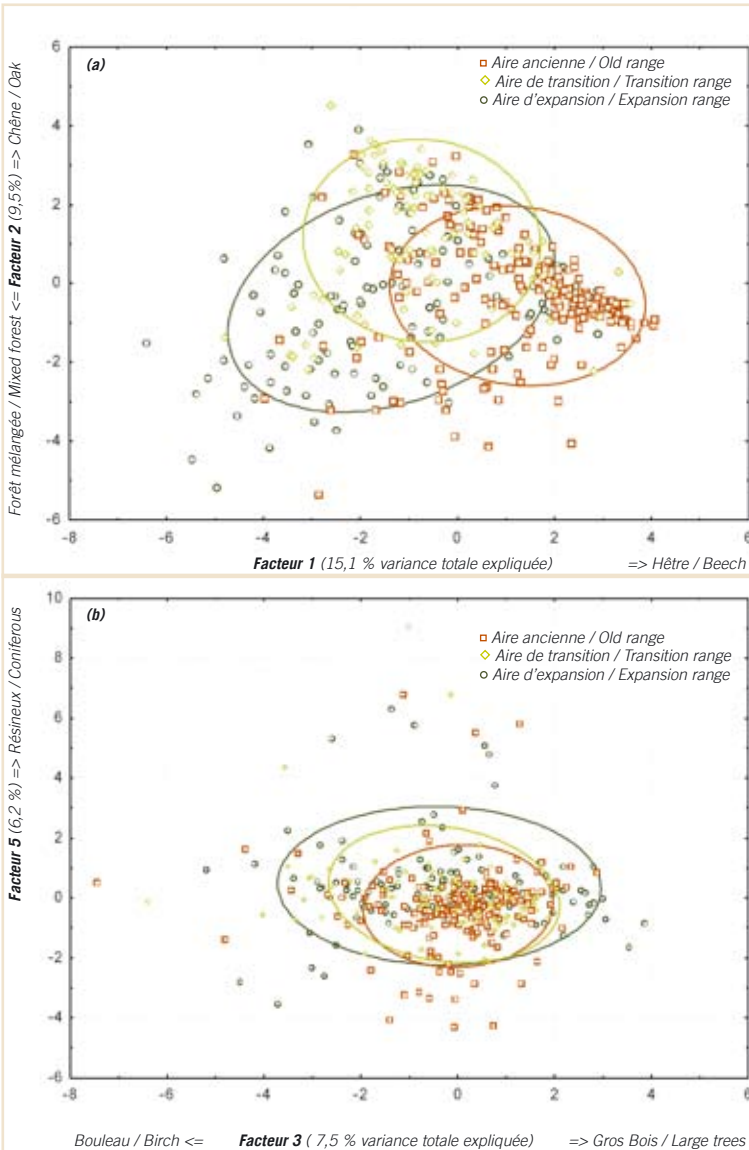


Fig. 3 - Représentation des points-localisations dans (a) le plan factoriel formé par les deux premiers axes de l'ACP en fonction de chaque aire ; et (b) le plan factoriel formé par le troisième et le cinquième facteur de l'ACP en fonction de chaque aire. Dans chaque figure, les ellipses représentent 70 % des points-localisations pour chacune des trois aires de répartition / Representation of point-locations in (a) the factorial plan comprising the first and the second axes of the PCA, and (b) factorial plan formed by the third and the fifth factor of the PCA. In each figure, the ellipses reflect 70 % of point-locations for each of the three ranges.

Dans le plan reprenant les deux premiers axes factoriels, il ressort que les trois aires se distinguent le long de l'axe factoriel 1, lié au recouvrement du hêtre et à l'altitude, qui sont les plus élevés dans l'ancienne aire du Pic mar et les plus faibles, mais avec un fort étalement des valeurs, pour l'aire d'expansion (Fig. 3a et Tableau 4). Le second axe factoriel suggère que le Pic mar est fortement lié aux chênaies relativement pures dans l'aire de transition tandis que le nombre d'essences de la futaie est plus élevé pour l'aire d'expansion (Fig. 3a et

Tableau 4). Étant donné la part de variance totale expliquée par ce premier plan factoriel (~25 %), il s'agit d'une référence importante pour caractériser l'évolution de l'habitat dans la zone progressivement colonisée par le Pic mar.

La moyenne des points-localisations pour le troisième axe factoriel corrélé négativement à la fréquence du bouleau et lié positivement au nombre de gros bois à l'hectare est la plus élevée pour l'aire d'expansion alors que l'aire de transition possède la



moyenne la plus négative (Tableau 4). La présence du Pic mar semble donc être liée plus fortement aux gros bois dans son aire d'expansion. Enfin, le cinquième axe factoriel montre que la proportion d'essences résineuses dans l'habitat du pic est plus élevée dans les deux aires plus récentes (Fig. 3b et Tableau 4).

Discussion

Habitat du pic

En Europe occidentale, le Pic mar est considéré comme une espèce spécialiste des chênaies (LOVATY, 1980 ; PETTERSSON, 1983 ; WESOŁOWSKI & TOMIALOJC, 1986 ; WINKLER *et al.*, 1995 ; PASINELLI & HEGELBACH, 1997 ; PASINELLI, 2000 ; PASINELLI, 2003). Cette spécialisation est bien entendu confirmée dans la présente étude où l'espèce semble toujours accorder une grande importance aux chênaies, que ce soit dans l'aire de transition (Famenne) ou l'aire d'expansion (Condroz et région limoneuse). En effet, en moyenne, les placettes à Pic mar dans les trois aires se caractérisent par une proportion d'au moins 45 % de chêne en surface terrière.

Les nuances observées entre les trois aires comparées dans cette étude sont à mettre en relation avec les variations de structure et de composition des forêts selon les régions naturelles. Ainsi, la forte présence du hêtre dans l'aire ancienne est probablement liée aux régions naturelles alors occupées (Ardenne et Gaume). Même si l'espèce peut se retrouver dans les vieilles hêtraies qui constituent le stade climacique des forêts décidées européennes (PASINELLI, 1999), le hêtre n'apparaît en tout cas pas indispensable pour l'habitat du Pic mar : cette essence est en effet nettement moins représentée dans les deux aires plus récentes, et surtout dans l'aire de transition, qui concerne principalement la Fagne-Famenne, où le hêtre est très rare pour des raisons édaphiques (NOIRFALISE, 1984).

Dans l'aire d'expansion, relevant essentiellement du Condroz et de la région limoneuse, le Pic mar occupe des forêts plus diversifiées où chênes et hêtres ne représentent plus que la moitié du recouvrement, laissant la place à diverses essences.

Dans l'aire d'expansion, un recouvrement moins important en chêne peut être compensé par différents facteurs favorables au Pic mar. Par exemple, parmi les essences qui y diversifient la futaie, plusieurs possèdent à maturité une écorce rugueuse (frêne, châtaignier, bouleau...). L'importance des arbres à écorce rugueuse dans l'alimentation du Pic mar a été largement démontrée et est liée à leur biomasse en insectes nettement supérieure à celle observée chez les essences à écorce lisse (WINKLER *et al.*, 1995 ; PASINELLI, 2003). Les forêts très mélangées sont aussi connues comme habitat du Pic mar ailleurs en Europe, en particulier si les frontières du territoire du Pic mar sont riches en chênes (WINKLER *et al.*, 1995 ; PASINELLI & HEGELBACH, 1997) ou si elles contiennent suffisamment de vieux chênes parsemés dans le peuplement (MÜLLER, 1982 ; WESOŁOWSKI & TOMIALOJC, 1986). Au sein de la forêt primitive de Bialowieza, le Pic mar se retrouve ainsi dans des frênaies-charmaies où le chêne est absent (WESOŁOWSKI & TOMIALOJC, 1986 ; PASINELLI, 2003). Nos résultats confirment donc que le pic peut coloniser une gamme de forêts au peuplement plus diversifié que dans les chênaies et les chênaies-hêtraies de son aire ancienne, voire même des peuplements où le chêne n'est pas dominant.

Les résultats de notre étude révèlent aussi que, pour les aires de transition et d'expansion, de nombreux territoires de Pic mar se retrouvent dans des peuplements clairs ou ouverts, c'est-à-dire où la surface terrière totale est inférieure ou égale à 15 m²/ha. Pourtant, PETTERSSON (1984) a démontré en Suède un faible succès reproducteur du Pic mar pour ce type de peuplement. Il se peut donc que le taux de réussite de la reproduction du Pic mar soit moindre dans certaines zones colonisées récemment, et par conséquent que ces territoires correspondent au niveau démographique à des « puits écologiques ». Il serait donc intéressant d'étudier le succès reproducteur du Pic mar au sein de son aire d'expansion afin de caractériser la « qualité » des habitats récemment colonisés. Toutefois, on pourrait aussi considérer que ces surfaces terrières faibles pour les aires de transition et d'expansion pourraient être compensées par un territoire plus étendu, ou correspondre à des arbres à cimes plus développées. Cette dernière hypothèse est appuyée par le fait que les peuplements à chêne de l'aire d'expansion relèvent surtout des structures de taillis sous futaie et de futaie sous taillis qui offrent pour l'habitat du Pic mar un développement des cimes des arbres plus élevé tout en limitant la densité du nombre de



tiges. Rappelons que le Pic mar est considéré comme une espèce de huppier se maintenant principalement dans la cime des arbres où les proies sont glanées à la surface des feuilles.

Les essences résineuses en général (épicéa, pin et mélèze) présentent des valeurs légèrement supérieures (Tableau 4) au sein de la nouvelle aire par rapport aux deux autres aires de répartition. L'épicéa commun (*Picea abies*) n'est pourtant pas une essence mise à profit par le Pic mar (Pettersson, 1983), il faut donc plutôt relier cette la présence de quelques tiges de résineux au sein des placettes occupées à la diversité d'essences plus élevée découverte au sein des habitats colonisés dans l'aire d'expansion.

L'importance de la quantité du bois mort pour les pics n'est plus à démontrer (NIEMI & HANOWSKI, 1984 ; VALLAURI *et al.*, 2002 ; DUFOUR, 2003). Les variables d'habitat liées aux arbres morts ne sont pas ressorties lors des ACP, ce qui signifie que le Pic mar sélectionne apparemment un état en bois mort comparable dans les trois aires.

En conclusion, les analyses présentées ici suggèrent qu'en Région wallonne l'expansion géographique du Pic mar correspond aussi à une expansion de sa niche d'habitats pour certaines variables de son environnement. Le Pic mar n'est donc pas strictement inféodé aux structures et compositions forestières caractéristiques de son aire ancienne.

Recommandations pour une gestion forestière adaptée

Les résultats suggèrent une plasticité écologique du Pic mar plus grande que ce que les caractéristiques des habitats de son aire ancienne ne le laissaient présager. Cependant, même si les forêts qui lui conviennent peuvent être plus claires et plus diversifiées que les chênaies et les chênaies-hêtraies d'Ardenne et de Gaume, les gros chênes ou au moins les gros arbres à écorce rugueuse restent une constante de son habitat.

Connaissant le déficit actuel de la régénération des chênes en Wallonie (LEMAIRE, 2002 ; LECOMTE *et al.*, 2003) et en raison de la dynamique naturelle des peuplements, on peut prévoir, après la période actuelle qui conduit à une grande disponibilité en gros bois de chêne, un déclin progressif au fur et à mesure des récoltes, non compensées par de la régénéra-

tion (COLMANT, 2006). La première recommandation dans une optique de maintien des populations du Pic mar est donc d'allonger temporairement la révolution des chênaies et de favoriser leur régénération, conformément aux propositions de LAUDELOUT *et al.* (2004) et DELAHAYE (2006). Mais parallèlement, notre étude laisse entrevoir d'autres possibilités de gestion multifonctionnelle. En effet, la plasticité du Pic mar semble compatible aussi avec une sylviculture en futaie claire, avec bien entendu une présence de chêne, mais plus diversifiée en frêne, vieux érables, tilleuls et autres essences à écorce rugueuse et à huppier fortement développé. Ces arbres à écorce rugueuse assureraient une grande richesse en insectes du fait de leur plus grande surface d'écorce et de la présence de crevasses (JENNI, 1983 ; PAVLIK, 1994). Dans de tels peuplements, un complément de ressource pourrait être assuré par des arbres très âgés et sénescents (ex. : bouleau, peuplier tremble, hêtre...), qui peuvent également développer, en vieillissant, des surfaces irrégulières comme les crevasses, les cassures et les gélivures afin de fournir des habitats potentiels aux arthropodes. En outre, ces forêts claires ($G < 15 \text{ m}^2/\text{ha}$) et diversifiées (chêne, frêne, charme, érable,...) constitueraient un habitat favorable à d'autres espèces protégées, comme la Bondrée apivore (*Pernis apivorus*) ou la Gélinotte des bois (*Bonasa bonasia*), tout en convenant parfaitement à la production de bois de qualité.

Toutefois, pour confirmer la compatibilité de ce type de sylviculture avec le maintien du Pic mar, il est nécessaire d'évaluer la qualité de l'habitat rencontré dans l'aire d'expansion, au travers d'un suivi du succès reproducteur. En effet, rien ne prouve que les Pics mars actuellement présents dans ces biotopes lors de l'actuelle phase d'expansion trouveront toutes les conditions pour s'y maintenir durablement.

Utilisation de l'inventaire forestier pour des études écologiques

Les inventaires forestiers effectués sur des grandes étendues constituent des sources de données disponibles à grande échelle dans beaucoup de pays européens (MÜLLER *et al.*, 2009) qui, croisées avec des informations comme la localisation précise d'oiseaux nicheurs, permettent d'analyser rapidement les relations entre les espèces et leurs habitats à l'échelle du paysage forestier. Diverses études ont déjà démontré que le Pic mar constituait une espèce adaptée à cette approche, à l'instar d'autres picidés



(TOBALSKE & TOBALSKE, 1999 ; MÜLLER *et al.*, 2009). L'inventaire forestier, conçu à son origine à des fins économiques, a fortement évolué en intégrant des paramètres caractérisant mieux la biodiversité. Cet inventaire peut donc être utilisé comme un outil d'intégration de la recherche en écologie (MARZLUFF *et al.*, 2002 ; LEHAIRE, 2008). De plus, de nombreux efforts sont fournis pour améliorer et harmoniser les différents inventaires forestiers existants en Europe (action Cost E43) ce qui permet d'espérer, à terme, développer des études à l'échelle européenne.

Une faiblesse de la méthode réside toutefois dans l'échelle de récolte des données. L'IPRFW décrit l'habitat à partir d'une placette de maximum 10 ares alors que le territoire du Pic mar est plus vaste. L'analyse donne donc une représentation imprécise de l'habitat. Cette imprécision est toutefois compensée par la disponibilité d'un très grand nombre de points représentatifs de la forêt wallonne. En effet, LEHAIRE (2008) a confirmé les résultats obtenus par cette méthode en menant en parallèle une démarche de caractérisation de terrain des habitats de 120 couples de pics.

REMERCIEMENTS – Ce travail a été rendu possible par l'effort de terrain fourni entre 2001 et 2007 par des centaines d'ornithologues en Wallonie, et par le travail de récolte des localisations de territoires mené par C. Dehem et M. Fasol. En particulier, les observateurs suivants ont ensemble fourni plus de 90 % des localisations de Pic mar nicheur utilisées dans cette étude : Louis Bronne, Guy Brouyère, Cédric Calberg, Laurent Colmant, Jean-Louis Dambiermont, Alain De Broyer, Hellin De Wavrin, Christophe Dehem, Laurence Delahaye, Antoine Derouaux, Michel Dolmans, Rudi Dujardin, Charly Farinelle, Marc Fasol, Jean-Paul Fouarge, Bernard Hanus, Marguerite Hubert, Thierry Kinet, Vincent Leirens, Philippe Moës, Benoît Molitor, Marc Paquay, Jean-Yves Paquet, Nicolas Pierrard, Pascal Pierre, Didier Rabosée, Philippe Ryelandt, Luc Schmitz, Nicolas Titeux, Denis van der Elst, Didier Vieuxtemps et Christian Xhardez. La coordination de l'Atlas des oiseaux nicheurs a été financée par le Service Public de Wallonie, DG03.

Cette étude utilise également des données collectées dans le cadre de travaux de suivi des ressources naturelles organisés et financés par le Service Public de Wallonie (SPW). En particulier, l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie (convention avec Aves) et l'Inventaire Permanent des Ressources Forestières de Wallonie (IPRFW) mené par le Département de la Nature et des Forêt (DNF) de la Direction générale de l'Agriculture et des Ressources naturelles (DGARNE). Les auteurs adressent leurs sincères remerciements à l'équipe de l'IPRFW, Messieurs Nicolas Latte, François Burnay et Hugues Lecomte.

Bibliographie

ANGELSTAM, P. & MIKUSINSKI, G. (1994) : Woodpecker assemblages in natural in managed boreal and hemiboreal forest – a review. *Annales Zoologici Fennici*, 31(1) : 157-172.

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004) : *Birds in Europe. Population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK.

COLMANT, L. (2006) : Évolution récente de la population du Pic mar *Dendrocopos medius* dans la région de Chimay (Belgique). *Alauda*, 74(3) : 353-364.

COLMANT, L. (2007) : Réflexions sur la progression du Pic mar *Dendrocopos medius* en Belgique. *Nos oiseaux*, 54 : 205-212.

DELAHAYE, L. (2006) : Sélection de l'habitat par les oiseaux forestiers et modélisation de leur distribution potentielle en chênaie et hêtraie ardennaises. Impact de la composition et de la structure forestière. Thèse de Doctorat, FuSAGx, Gembloux, 253 p.

DEVILLERS, P., ROGGMAN, W., TRICOT, J., DEL MARMOL, P., KERWIJN, C., JACOB, J.-P. & ANSELIN, A. (1988) : *Atlas des oiseaux nicheurs de Belgique*. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruxelles.

DUFOUR, D. (2003) : Étude de l'influence du bois mort sur l'avifaune cavernicole en forêt feuillue. Mémoire de fin d'études, FuSAGx, Gembloux, 68 p.

GASTON, K. J. & SPICER, J. I. (1998) : *Biodiversity, an introduction*. Blackwell Science limited, 113 p.

GAUQUIE, B. (1998) : Recensement du Pic mar (*Dendrocopos medius*) en Hainaut occidental. *Aves*, 35 : 132-135.

GAUQUIE, B. (1999) : Recherches et découvertes du Pic mar en Hainaut occidental. *Le Guignard, Rapport ornithologique du Hainaut occidental* : 42-47.

JACOB, J. P., DEHEM, C., BURNEL, A., DAMBIERMONT, J. L., FASOL, M., KINET, T. & VAN DER ELST, D. (*in prep*) : Oiseaux Nicheurs de Wallonie, Série Faune Flore Habitats. Aves et Service Public de Wallonie, Namur.

JENNI, L. (1983) : Habitatnutzung, Nahrungserwerb und Nahrung von Mittel- und Buntspecht (*Dendrocopos medius* und *Dendrocopos major*) sowie Bemerkungen zur Verarbeitungsgeschichte des Mittelspechts. *Ornithol. Beob.*, 80 : 29-57.

KOESTEL, G., LECOMTE, H. & RONDEUX, J. (1999) : La gestion forestière durable en Région wallonne : L'apport de l'inventaire permanent. Partie 1 – Concepts généraux et étude de faisabilité. *Silva Belgica*, 106 : 9-15.

LAMBECK, R. J. (1997) : Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*, 11(4) : 849-856.



- LAUDELOUT, A., DEROUAUX, A., CLAESSENS, H., DELAHAYE, L., PAQUET, J. Y., JACOB, J. P., CLOTUCHE, E., KEULEN, C. & RONDEUX J. (2004) : Établissement d'un protocole de recensement des populations d'oiseaux visés par la directive 79/409 sur la protection des oiseaux. Rapport final. FuSAGx, Gembloux, Unité de Gestion des ressources forestières, 256 p.
- LECOMTE, H., FLORKIN, P., MORIMONT, J. P. & THIRION, M. (2003) : *La forêt wallonne, état des ressources à la fin du 20^{ème} siècle*.
- LECOMTE, H., KOESTEL, G. & RONDEUX, J. (1999) : La gestion forestière durable en Région wallonne : L'apport de l'inventaire permanent. Partie 2 – Intégration des indicateurs à l'inventaire. *Silva Belgica*, 106 : 7-14.
- LEHAIRE, F. (2008) : Analyse comparative des aires ancienne et d'expansion du Pic mar (*Dendrocopos medius* (L.)) en Région wallonne. Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Mémoire de fin d'études, 77 p.
- LEMAIRE, J. (2002) : Vocation des peuplements feuillus de substitution à la hêtraie originelle et traitements sylvicoles appropriés. In *Sélection de l'habitat par les oiseaux forestiers et modélisation de leur distribution potentielle en chênaie et hêtraie ardennaises. Impact de la composition et de la structure forestière*, eds. DELAHAYE, L. (2006), Thèse de Doctorat, FuSAGx, Gembloux, 253 p.
- LOVATY, F. (1980) : L'abondance des oiseaux nicheurs à grands cantons dans les chênaies équiennes de la région de Moulins (Allier). *Alauda*, 48 : 193-207.
- MÜLLER, W. (1982) : Die Besiedlung der Eichenwälder im Kanton Zürich durch den Mittelspecht, *Dendrocopos medius*. *Ornithologische Beobachter*, 79 : 105-119.
- MARTIN, K. & EADIE, J. M. (1999) : Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management*, 115(2-3) : 243-257.
- MARZLUFF, J.M., MILLSPAUGH, J.J., CEDER, K.R., OLIVER, C.D., WITHEY, J., MCCARTER, J.B., MASON & C.L., COMNICK, J. (2002) : Modeling changes in wildlife habitat and timber revenues in response to forest management. *Forest Science* 48 : 191-202.
- MIKUSINSKI, G., GROMADZKI, M. & CHYLARECKI, P. (2001) : Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. *Conservation Biology*, 15(1) : 208-217.
- MÜLLER, J., PÖLLATH, J., MOSHAMMER, R. & SCHRÖDER, B. (2009) : Predicting the occurrence of Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* on a regional scale, using forest inventory data. *Forest Ecology and Management*, 257 : 502-509.
- NIEMI, G. J. & HANOWSKI, J. M. (1984) : Relationship of breeding birds to habitat characteristic in logged area. *Journal of wildlife management*, 48(2) : 438-443.
- NOIRFALISE, A. (1984) : *Forêts et stations forestières en Belgique*. Presses Agronomiques, Gembloux.
- PASINELLI, G. (1999) : Relations between habitat structure, space use and breeding success of the Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius*. PhD thesis, Zürich University.
- PASINELLI, G. (2000) : Oaks (*Quercus sp.*) and only oaks? Relations between habitat structure and home range size of the middle spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*). *Biological Conservation*, 93(2) : 227-235.
- PASINELLI, G. (2003) : *Dendrocopos medius* Middle Spotted Woodpecker. Oxford University Press. *BWP Update*, 5(1) : 49-99.
- PASINELLI, G. & HEGELBACH, J. (1997) : Characteristics of trees preferred by foraging middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius* in northern Switzerland. *Ardea*, 85(2) : 203-209.
- PAVLIK, S. (1994) : A model of the influence of some environmental factors on the population density of the Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*) and the Middle Spotted Woodpecker (*Dendrocopos medius*). *Biologia, Bratislava*, 49(5) : 167-171.
- PEARCE, J.L. & VENIER, L.A. (2006) : The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*, 6 : 780-793.
- PETTERSSON, B. (1983) : Foraging behaviour of the middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius* in Sweden. *Holarctic Ecology*, 6 : 263-269.
- PETTERSSON, B. (1984) : *Ecology of an isolated population of the middle spotted woodpecker, Dendrocopos medius (L), in the extinction phase*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology, Uppsala.
- ROBERGE, J. M. & ANGELSTAM, P. (2006) : Indicator species between resident forest birds – A cross-regional evaluation in northern Europe. *Biological Conservation*, 130 : 134-147.
- RONDEUX, J. & LECOMTE, H. (2001) : L'inventaire forestier wallon. *Rev. For. Fr.*, LIII : 263-267.
- RONDEUX, J. & LECOMTE, H. (2005) : L'inventaire permanent des ressources forestières : observatoire et base d'un tableau de bord de la forêt wallonne. *Wallonie*, 83 : 61-67.
- RONDEUX, J., LECOMTE, H., FLORKIN, P. & THIRION, M. (1996) : L'inventaire permanent des ressources ligneuses de la Région wallonne : principaux aspects méthodologiques. *Les cahiers forestiers de Gembloux*, 19, 25 p.
- ROSA, J. (1999) : Évolution des peuplements feuillus à chênes prépondérants. In *CRPF d'île de France Centre*, Orléans.
- SIMBERLOFF, D. (1998) : Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape area? *Biological Conservation*, 83(3) : 247-257.
- SCHMITZ, L. (1993) : Distribution et habitat du Pic mar (*Dendrocopos medius*) en Belgique. *Aves*, 30(3-4) : 145-166.



FRANÇOIS LEHAIRE

Gestion des Ressources forestières
et des Milieux naturels
Faculté universitaire des Sciences
Agronomiques de Gembloux
2, Passage des Déportés
B-5030 Gembloux,
lehaire.f@fsagx.ac.be

STATSOFT, Inc. (2001) : STATISTICA (data analysis software system), version 6.

TOBALSKE, C. & TOBALSKE, B. W. (1999) : Using atlas data to model the distribution of woodpecker species in the Jura, France. *Condor*, 101(3) : 472-483.

VALLAURI, D., ANDRÉ, J. & BLONDEL, J. (2002) : Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune des forêts gérées. Rapport scientifique. WWF France.

WESOLOWSKI, T. & TOMIALOJC, L. (1986) : The breeding ecology of woodpeckers in a temperate primaevel forest. Preliminary data. *Acta Ornithologica (Warsaw)*, 22 : 1-21.

WINKLER, H., CHRISTIE, D.A., NURNEY, D. (1995) : *Woodpeckers A guide to the Woodpeckers, Piculets and Wrynecks of the World*. Pica Press, Sussex, UK.

SUMMARY – Study of the Middle Spotted Woodpecker (*Dendrocopos medius*) habitat in the Walloon Region (southern Belgium) from the Regional Forest Inventory data.

Middle Spotted Woodpecker is one of the key species for which understanding the relationship with its habitat can have important implications for improving biodiversity-friendly management of hardwood forests. This species is considered as an indicator of a forest ecosystem comprising a high proportion of mature trees and a botanical composition chiefly associated with oaks. For the last two decades, the Middle Spotted Woodpecker distribution range is expanding remarkably in the Walloon Region while, in contrast, other populations are either decreasing in the south-east of Europe or remain stable elsewhere in Europe. The study of this expansion range within the Walloon Region and of the forest habitats used therein is necessary to better assess the ecological requirements of the species. Based on more than 3,000 location data collected in the framework of the Atlas of breeding birds between 2001 and 2007, our study aimed at comparing forest habitats occupied by Middle Spotted Woodpeckers between three geographically distinct areas, defined on the basis of the temporal evolution of the species' distribution in the Walloon Region: the old distribution range, described from 1973-1977 and corresponding to the Ardennes and the Lorraine regions (southern Belgium), the transition range, defined in 1991-1992 and corresponding to the Fagne-Famenne region, and the expansion range, described in 2001-2007 and corresponding to the area colonized further north in the Loess region and Condroz. Overall, 418 woodpecker locations were crossed with 41 forest habitat variables available as part of the Regional Forest Inventory of the Walloon Region (IPRFW). Preliminary results suggest that, in agreement with previously known environmental requirements, forest stands presenting high densities in oak trees have been colonized by the Middle Spotted Woodpecker during its recent range expansion. However, the species is also expanding towards areas with a lower proportion of beech trees compared to the old distribution range, with a marked preference for forest stands presenting a high tree diversity. We conclude that the Middle Spotted Woodpecker may exhibit a certain flexibility regarding its habitats requirements in Walloon forests, which led us to suggest several recommendations aimed at promoting the conservation of the species and of the forest biodiversity in general.