

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 151 (2000)

**Heft:** 8

**Artikel:** La Pic tridactyle (*Picoides tridactylus*) : un indicateur de la qualité écologique de l'écosystème forestier du Pays-d'Enhaut (Préalpes suisses)

**Autor:** Derleth, Pascale / Bütler, Rita / Schlaepfer, Rodolphe

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1098370>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Le Pic tridactyle (*Picoides tridactylus*): un indicateur de la qualité écologique de l'écosystème forestier du Pays-d'Enhaut (Préalpes suisses)

PASCALE DERLETH, RITA BÜTLER et RODOLPHE SCHLAEPFER

**Keywords:** *Picoides tridactylus*; indicator; forest management; forest quality; dead wood; canton of Vaud, Switzerland. FDK 148.2 : 15 : 907.1 : (494.45)

**Abstract:** The three-toed woodpecker (*Picoides tridactylus*) was first observed in the region of Pays-d'Enhaut ten years ago and is a great specialist of dead wood. This species is a suitable indicator for the quantitative and qualitative evaluation of ecological forest quality. The investigation results originating from five spruce mountain forests where the bird is present and three forests where it is absent are inventoried in the Pays-d'Enhaut region of Switzerland. The results suggest that the emergence of the woodpecker population could be due to under-management of the forest over the last forty years. The dead wood volumes in the forest with the woodpecker are similar to those of other unmanaged European forests. Forests situated above 1400 m above sea-level are recommended to be considered as 'forest reserves', whereas in managed forests up to an altitude of 1400 m, all trees with woodpecker's beakmarks and all snags with DBH over 30 cm should be left.

**Abstract:** Le Pic tridactyle (*Picoides tridactylus*), spécialiste du bois mort, que l'on a observé pour la première fois une dizaine d'années auparavant dans le Pays-d'Enhaut, convient comme espèce indicatrice pour l'évaluation quantitative et qualitative de la qualité écologique de la forêt. Les résultats de l'étude entreprise dans cinq pessières d'altitude où la présence du Pic tridactyle a été confirmée et dans trois forêts sans observations tendent à démontrer que son apparition est due à une sous-exploitation des forêts durant une quarantaine d'années, c'est-à-dire depuis la Seconde Guerre mondiale. Les volumes de bois mort sont comparables à ceux des forêts européennes inexploitées. Il est recommandé de créer des réserves dans les forêts d'altitude supérieure à 1400 m. Dans celles inférieures à 1400 m, il est conseillé de laisser sur pied tous les arbres portant des traces de becs de pics, ainsi que les arbres morts d'un diamètre DHP supérieur à 30 cm.

## 1. Introduction

Depuis plus de 100 ans, la surface forestière suisse n'a pas diminué, mais augmenté, contrairement à celle d'autres biotopes riches en espèces, comme les marais, les zones alluviales et les prairies maigres. Ceci s'explique par une gestion dite «durable», s'appliquant principalement au maintien de la surface forestière et de son matériel sur pied. Cependant, la diversité biologique recule également dans la forêt (BOLLIGER, 1996; LANDOLT, 1991).

Face à ce constat, la Direction fédérale des forêts de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) a adopté une stratégie visant à favoriser la diversité biologique des forêts. Cette stratégie est basée sur trois axes: 1) des forêts proches de la nature sur l'ensemble du territoire, 2) la conservation de la diversité génétique des essences et 3) la mise en place de réserves forestières (BOLLIGER, 1996).

Pour contribuer à ce dernier volet, le Laboratoire de Gestion des écosystèmes (GECOS) a mis sur pied un projet de recherche dont l'objectif est d'améliorer les bases scientifiques pour l'établissement de zones forestières protégées en Suisse.

## 2. Pourquoi le Pic tridactyle?

Selon MIKUSINSKI et ANGELSTAM (1998), le groupe des pics (Ordre Aves; Fam. Picidae) est connu comme étant particulièrement exigeant dans ses besoins écologiques comparés à d'autres oiseaux des forêts européennes. En effet, les pics dépendent des forêts de feuillus ou de conifères possédant de grands et vieux arbres, du bois mort et des écotones. Ces caractéristiques étaient dominantes dans le paysage européen original (ANGELSTAM et MIKUSINSKI, 1994), mais ont souvent été altérées ou détruites par la foresterie, l'agriculture ou d'autres activités humaines. Elles sont également cruciales pour l'existence d'autres groupes d'espèces (petits mammifères,

chauve-souris, insectes, etc.) vivant dans des forêts naturelles (ALBRECHT, 1991).

Pourquoi le Pic tridactyle en particulier?

- C'est un spécialiste des forêts d'épicéas: il s'installe ainsi dans les pessières d'altitude, pures et mélangées (massifs de pins sylvestres ou d'aroles, sapins et hêtres aux altitudes plus basses) (SCHMID *et al.*, 1998). Il est plus exigeant que d'autres espèces de pic, tel le Pic noir (*Dryocopus martius* L.) qui visite tous les domaines forestiers, entrecoupés de clairières, de prés ou de pâturages, des altitudes les plus basses jusqu'à la limite supérieure des forêts.
- Selon HESS (1983) et SCHERZINGER (1982), la densité de sa population semble dépendre de la présence de bois mort et de la structure de la forêt (forêt étagée où tous les stades de développement sont présents). C'est un insectivore spécialisé, au régime alimentaire composé à environ 70% de bostryches, complété par d'autres larves xylophages vivant sous l'écorce des arbres dépérissants ou morts (MURPHY et LEHNHAUSEN, 1998; PECHACEK et KRISTIN, 1996; RUGE et HAVELKA, 1993; VILLARD, 1994).
- Le Pic tridactyle est en expansion en Suisse depuis 10 ans (SCHMID *et al.*, 1998) et a été découvert au Pays-d'Enhaut dès 1988. Sa nidification a été confirmée en 1991 par BEAUD *et al.* (1995). Ceci laisse supposer un changement de la gestion des forêts suisses. Sa population est d'importance moyenne, ce qui permettra des comparaisons avec d'autres études effectuées en Scandinavie et en Finlande où la densité de la population est élevée, mais en déclin.
- Il fait partie de la liste rouge des espèces animales menacées de Suisse (DUELLI, 1994).
- C'est une espèce territoriale qui ne migre pas et dont la présence se rattache alors aux caractéristiques de la région. Si la population se porte mal ou décline, on peut s'attendre à ce que les causes proviennent de la région même. On peut également suivre plus facilement l'évolution de la population.

### 3. Objectifs de l'étude

Les objectifs de notre étude sont les suivants:

- caractériser et décrire l'habitat du Pic tridactyle au Pays-d'Enhaut;
- examiner si le bois mort, c'est-à-dire sa quantité et sa qualité (état de décomposition), est le facteur déterminant la présence du Pic tridactyle;
- vérifier si le Pic tridactyle est un indicateur<sup>1</sup> de la qualité écologique de l'écosystème forestier;
- suggérer des recommandations pour la gestion forestière permettant de maintenir ce type d'écosystème favorable au Pic tridactyle et aux espèces qui lui sont associées.

La qualité de la forêt est aussi importante que la quantité de forêts existantes. Cependant, la qualité est un concept abstrait, dont la définition varie en fonction des différents intérêts des groupes concernés: forestiers, économistes, écologues, ... (DUDLEY et JEANRENAUD, 1998).

Une bonne qualité écologique comprend une diversité biologique élevée. L'un des facteurs importants pour la diversité biologique forestière est le bois mort. Sa présence est cruciale pour la survie de nombreuses espèces menacées d'oiseaux, de chauve-souris, d'insectes, de champignons, de lichens, etc. (SAMUELSSON *et al.*, 1994).

Dans notre étude, un écosystème forestier de bonne qualité écologique est défini comme un écosystème comprenant une mosaïque d'habitats possédant au moins les caractéristiques suivantes:

- bois mort en quantité et qualité suffisantes (arbres morts debout et couchés). Selon AMMER (1991), pour les forêts allemandes, les quantités optimales de bois mort sont de 15-30 m<sup>3</sup>/ha;
- bonne structure (plusieurs étages et plusieurs stades de succession, notamment des peuplements âgés), comprenant des clairières et des lisières. Selon BOLLIGER (1996), la perte de biodiversité des forêts suisses peut s'expliquer par l'absence d'une bonne structure de la forêt, qui est alors trop fermée, trop sombre, trop monotone.

### 4. Méthode

L'étude s'est déroulée au Pays-d'Enhaut (Préalpes vaudoises, Suisse) où huit forêts ont été étudiées (*figure 1* et *tableau 1*). Les altitudes choisies pour les relevés correspondent à la distribution altitudinale du Pic tridactyle au Pays-d'Enhaut (BEAUD *et al.*, 1995), soit de 1200 à 1800 m et dans des forêts à prédominance d'épicéas, biotope naturel du Pic tridactyle.

**Tableau 1: Coordonnées géographiques et superficies des huit forêts d'épicéas étudiées au Pays-d'Enhaut (CH).**

Nom de la forêt	Superficie (ha)	Coordonnées géographiques moyennes
Martigny *	44.5	580 500 / 146 500
Les Cananéens *	43.9	580 100 / 145 500
La Rouse *	10.1	580 500 / 144 500
Craucodor *	13.9	578 500 / 144 500
La Chapelle *	35.8	578 000 / 142 000
Les Sauges	29.2	581 400 / 153 100
Ratevel	31.9	572 200 / 147 500
Les Arses	75.6	582 500 / 147 200

\* avec observations de Pic tridactyle

<sup>1</sup> Un indicateur biologique: terme désignant des espèces végétales ou animales qui, par suite de leurs particularités écologiques, sont l'indice précoce de modifications abiotiques ou biotiques de l'environnement dues à tel ou tel type d'action humaine (RAMADE, 1993).

Cinq forêts ont été choisies sur la base d'observations du Pic tridactyle ou d'arbres cerclés. (Le Pic tridactyle se nourrit de la sève des arbres: activité qui laisse des marques caractéristiques en forme d'anneaux autour du tronc.) Trois forêts témoins où le Pic tridactyle n'a pas été observé à ce jour ont fait l'objet des mêmes relevés.

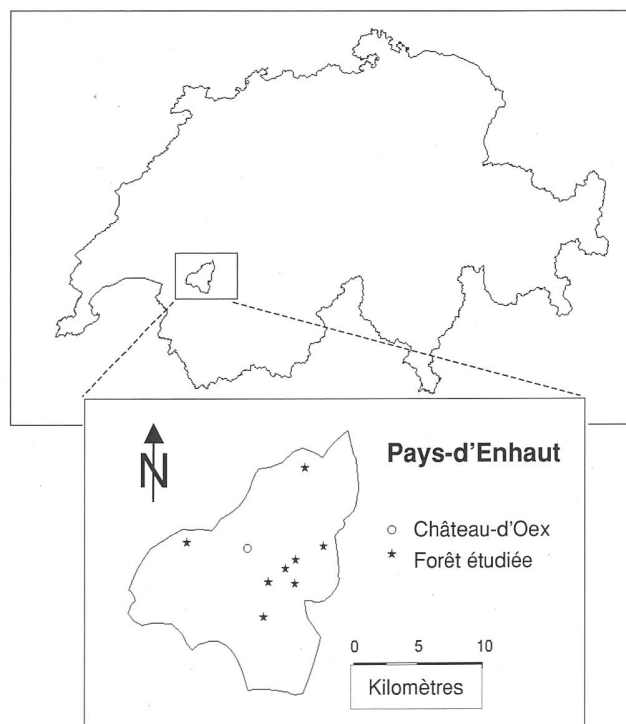
Les relevés ont été effectués le long des courbes de niveau, pour des raisons pratiques, sous forme de parcelles rectangulaires (50 m x 10 m; n = 120).

Dans ces parcelles rectangulaires, les paramètres se rapportant au bois mort ont été mesurés pour les arbres morts sur pied et couchés de diamètre supérieur à 10 cm:

- le diamètre (diamètre à hauteur de poitrine), la hauteur/longueur, l'état de décomposition, la présence/absence de marques de becs de pics (toutes espèces de pics confondues) et la présence/absence de loges; et pour les souches:
- la taille (diamètre supérieur à 10 cm), l'état de décomposition et la présence/absence de marques de becs de pics.

Tous les cent mètres, le long des mêmes transects altitudinaux, des paramètres se rapportant à la structure de la forêt ont été appréciés visuellement dans des parcelles circulaires (12 m de diamètre; n = 52) d'après la méthode de l'inventaire forestier national suisse (STIERLIN *et al.*, 1994): soit le degré de fermeture de la forêt et le nombre d'étages de végétation.

Les données relevées lors du travail de terrain (juillet à octobre 1998) ont été complétées par plusieurs sources, dont les inventaires forestiers cantonaux, la carte des capacités de production ligneuse des stations forestières du Pays-d'Enhaut (HORISBERGER *et al.*, 1983), la carte de la végétation (HAINARD *et al.*, 1992 et CLOT *et al.*, 1997), etc. (voir DERLETH, 1999).



**Figure 1: Localisation du site d'étude au Pays-d'Enhaut (Préalpes vaudoises, CH) avec les huit forêts inventoriées, représentées par des astérisques.**

### 5. Résultats et interprétation

Les données obtenues ont permis de mettre plusieurs variables en évidence:

- les variables se rapportant aux arbres morts sur pied (diamètre, état de décomposition, marques de becs de pics);

- b) les variables qui expriment un degré d'exploitation de la forêt: le nombre de souches et leur état de décomposition;  
 c) les variables qui décrivent la structure de la forêt (nombre d'étages et fermeture de la forêt).

### 5.1 Le volume de bois mort

Le volume de bois mort, relevé dans les forêts du Pays-d'Enhaut abritant le Pic tridactyle, est proche de celui d'une forêt naturelle non exploitée d'Europe, des Etats-Unis et même d'Asie (tableau 2).

Ce volume total d'environ 63 m<sup>3</sup>/ha (32 m<sup>3</sup>/ha d'arbres morts sur pied et 31 m<sup>3</sup>/ha d'arbres morts couchés) représente en moyenne 70 arbres morts sur pied par hectare, soit 20% du nombre de tiges par ha. Ce volume total est proche de ceux relevés par LEIBUNDGUT (1993) en Slovaquie et en Bosnie dans des forêts de sapins non exploitées. A titre de comparaison, les forêts exploitées de Laupersdorf (LEUBA, 1996) possèdent entre 3 et 4,5 m<sup>3</sup>/ha de bois mort debout.

Les volumes relevés au Pays-d'Enhaut pour l'habitat favorable au Pic tridactyle et ceux pour l'habitat peu propice – volumes totaux: 63 m<sup>3</sup>/ha et 19 m<sup>3</sup>/ha respectivement – sont supérieurs aux volumes totaux minima de 5–10 m<sup>3</sup>/ha recommandés par AMMER (1991) pour les forêts allemandes et même supérieurs aux valeurs totales optimales de 15–30 m<sup>3</sup>/ha.

Il faut noter que les différentes valeurs de volume rencontrées dans la littérature sont à prendre avec beaucoup de précaution, car elles ne tiennent pas compte de la densité des forêts étudiées.

### 5.2 Diamètre des arbres morts sur pied

Les études de HESS (1983) dans le canton de Schwytz et de THOMAS (1979) dans les Blue Mountains aux Etats-Unis, ont mis en évidence que le Pic tridactyle a une préférence pour les arbres morts de diamètre supérieur à 30 cm. Ce diamètre minimum est particulièrement effectif pour les arbres de nidification, alors que pour la recherche de nourriture, le Pic tridactyle visite également des arbres de diamètre inférieur.

Sur la totalité des arbres morts sur pied recensés (n = 338), les classes de diamètre se répartissent de la manière suivante: 60% des arbres ont un diamètre compris entre 10 et 19 cm, 15% entre 20 et 29 cm, 12% entre 30 et 39 cm, 5% entre 40 et 49 cm, 7% entre 50 et 59 cm et 1% supérieur à 60 cm (voir figure 2). Nous observons que le total des arbres morts sur pied qui sont nécessaires à la reproduction du Pic tridactyle (diamètre ≥ 30 cm) ne représente que 25% des arbres morts debout.

Sur les 338 arbres morts sur pied, 32% possédaient des marques de becs de pics. Toutes les marques de becs ont été

**Tableau 2:** Comparaison entre les quantités de bois mort dans différents pays. La plupart des informations sont extraites d'un tableau de GUBY et DOBBERTIN (1996) et complétées par d'autres références et par les résultats de notre étude.

♦ Pour notre étude, nous avons calculé le pourcentage du nombre d'arbres morts debout/ha par rapport aux arbres vivants/ha (nb de tiges/ha).

Localisation	Type de forêt	Méthode de gestion *	Diamètre min. (cm) BM sur pied	BM sur pied (m <sup>3</sup> /ha) **	Diamètre min. (cm) BM au sol	BM au sol (m <sup>3</sup> /ha) **	Bois mort total (m <sup>3</sup> /ha)	Références
<b>EUROPE</b>								
<b>Suisse</b>								
Pays-d'Enhaut	Epicéas	N-E	10	32 (20%)♦	10	31 (25%)	63	Cette étude: forêt avec Pics tridactyles (DERLETH, 1999)
Pays-d'Enhaut	Epicéas	E	10	12 (7%)♦	10	7 (8%)	19	Cette étude: forêt sans Pics tridactyles (DERLETH, 1999)
–	Divers	E	12		5	9	10	GUBY et DOBBERTIN (1996)
–	Divers	N-E	12		5	13	22.5	GUBY et DOBBERTIN (1996)
Derborence	Vierge – Sapin	N-E	8	60–171				LEIBUNDGUT (1993)
Laupersdorf	Divers	E	8	3–4.5	8	1–2	4–6.5	LEUBA (1996)
Laupersdorf	Divers	N-E	8	10	8	4	14	LEUBA (1996)
<b>Finlande</b>								
–	Vieux-épicéas	E	5		5		8	SIITONEN (1994)
–	Vieux-épicéas	N-E	5		5		32	SIITONEN (1994)
<b>Suède</b>								
–	Conifères	N-E	5				7	ALBRECHT (1991)
<b>Allemagne</b>								
–	Divers	N-E					50–200	ALBRECHT (1991)
–	Divers	E					1–5	ALBRECHT (1991)
Bavière	Conifères		6	3	6	5	8	BURSCHEL (1992)
<b>Régions de l'Est</b>								
<b>Slovaquie</b>	Sapin – hêtre	N-E		34–46				LEIBUNDGUT (1993)
<b>Bosnie</b>	Sapin – hêtre	N-E		38–222				LEIBUNDGUT (1993)
<b>Slovénie</b>	Sapin – hêtre	N-E		157–422				LEIBUNDGUT (1993)
<b>ETATS-UNIS</b>								
<b>Pacifique Nord-Ouest</b>	Sapin Douglas		15	150–635	15	300–570	450–1405	HARMON <i>et al.</i> (1986)
–	Sapin Douglas						250–534	ALBRECHT (1991)
–	Divers	N-E					60–200	ALBRECHT (1991)
<b>ASIE</b>								
<b>Kashmir</b>	Conifères	N-E	6	7–78	6	17–197	31–222	BURSCHEL (1992)

\* E = exploité; N-E = non-exploité

\*\* BM = bois mort

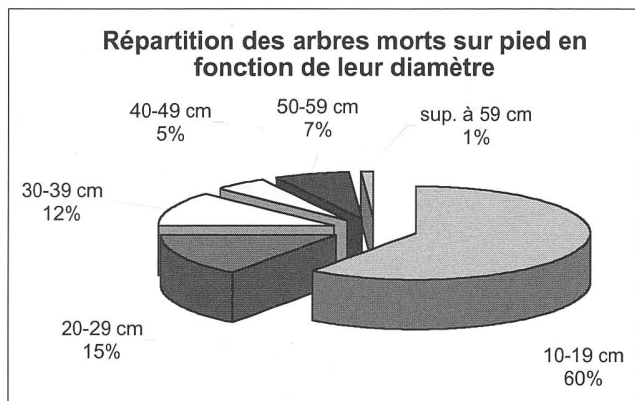


Figure 2: Répartition des arbres morts sur pied en fonction de leur diamètre.

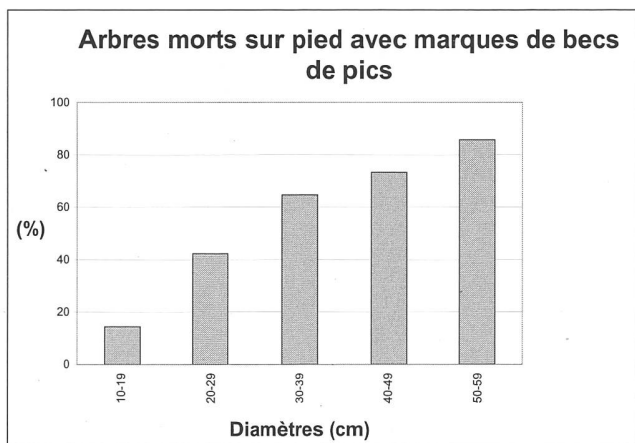


Figure 3: Relation entre le diamètre et le pourcentage d'arbres morts debout marqués par rapport aux arbres morts sur pied. Plus les diamètres sont importants, plus le nombre d'arbres marqués est grand.

relevées, sans distinction de l'espèce de pic à laquelle elles appartiennent (identification impossible). Sur la base de ces 32% d'arbres morts debout marqués ( $n = 107$ ), nous avons constaté qu'il existe une corrélation positive entre le diamètre des arbres morts sur pied et le pourcentage des arbres morts debout marqués (figure 3). Ce pourcentage, assez faible (14%) pour les diamètres de 10 à 19 cm, passe rapidement à 42% pour les diamètres de 20 à 29 cm, puis suit une augmentation régulière en fonction de l'accroissement du diamètre. Les arbres mesurant 50 à 59 cm de diamètre sont marqués à 85%. On peut difficilement commenter les arbres de diamètres supérieurs à 60 cm compte tenu du nombre restreint des individus inventoriés.

Ces résultats confirment les études précédentes (HESS, 1983; THOMAS, 1979) et mettent en évidence l'importance des arbres de grands diamètres pour la survie des populations de Pic tridactyle, particulièrement lorsque l'on constate que seuls 25% des arbres morts correspondent au critère requis.

### 5.3 Etat de décomposition

Les arbres morts sur pied subissent une série de modifications depuis leur mort jusqu'à leur décomposition finale. Pour notre étude, nous nous sommes basés sur les travaux de THOMAS (1979) et avons repris les états de décomposition 1 à 5 décrits dans son étude (figure 4). Le temps d'existence des différents états varie selon les conditions climatiques et l'exposition du versant. Au Pays-d'Enhaut, selon le garde-forestier (comm. pers.) l'état 1 peut durer un à deux ans, toujours suivant les conditions climatiques. L'état 2 persiste beaucoup plus longtemps, jusqu'à une dizaine d'années.

Le nombre total des arbres morts sur pied ( $n = 338$ ) se répartit, par état de décomposition, de la manière suivante: 35% des arbres sont dans l'état de décomposition 1 (arbre venant de mourir, possédant encore écorce et branches entières et souvent les aiguilles), 55% dans un état 2 (arbre mort debout possédant encore de l'écorce et des restes de branches), 3% dans un état 3 (branches cassées, tronc lisse sans écorce, bois dur), 4% dans un état 4 (tronc lisse sans écorce, cassé au sommet, bois en décomposition) et 3% dans un état 5 (tronc cassé, bois mou et pourri). Cette prédominance des états de décomposition 1 et 2 et la quasi-absence des états 3, 4 et 5 laisse supposer un récent abandon sur place des arbres morts debout. Par le passé, les arbres morts sur pied étaient généralement extraits lors des coupes.

Pour l'état de décomposition 1 ( $n = 117$ ), 18% des arbres portent des marques de becs de pics et 38% pour l'état de décomposition 2 ( $n = 183$ ). Proportionnellement à la durée d'exposition des arbres d'état de décomposition 1 (1 à 2 ans) et 2 (jusqu'à 10 ans), nous observons que l'état 1 est apprécié par les différentes espèces de pic, et plus particulièrement par le Pic tridactyle, compte tenu de son régime alimentaire (70% de bostryches).

### 5.4 Le nombre de souches

La prédominance des vieilles souches à toutes les altitudes et dans toutes les forêts étudiées indique une exploitation ancienne, résultat des grandes exploitations durant la Seconde Guerre mondiale. Les souches récentes (exploitation datant de ces cinq dernières années) et moins récentes (exploitation comprise entre 1950 et 1993) ne représentent respectivement que le 6,1% et 17% du total des souches recensées ( $n = 1396$ ). Cela démontre bien une nette diminution des exploitations depuis une cinquantaine d'années.

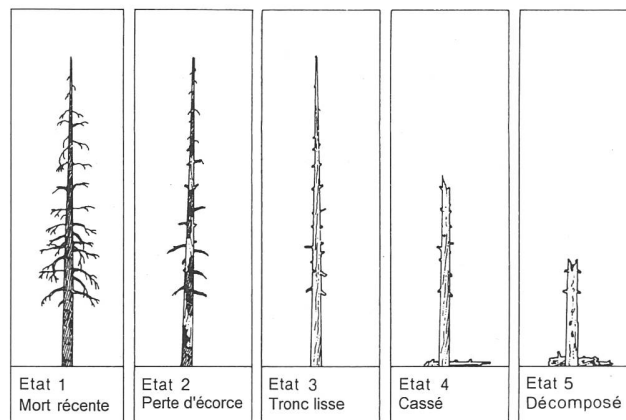


Figure 4: Description des états de décomposition des arbres morts debout selon THOMAS (1979).

Etat 1: l'arbre vient de mourir, les aiguilles sont encore présentes, l'écorce recouvre encore la quasi-totalité du tronc.

Etat 2: les aiguilles ont disparu, les branches commencent à se casser, l'écorce se détache petit à petit.

Etat 3: seuls les moignons des branches subsistent, le tronc est lisse, dur, l'écorce est entièrement tombée.

Etat 4: l'arbre se casse au sommet, le bois se décompose et devient plus tendre.

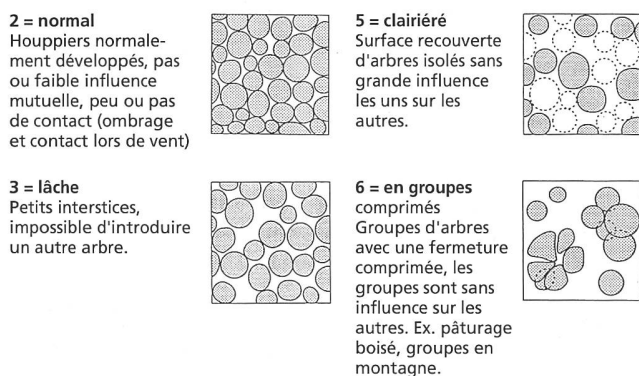
Etat 5: la décomposition s'accroît, le bois est pourri.

### 5.5 Structure de la forêt

Nous avons pu caractériser l'habitat du Pic tridactyle par une faible densité du nombre de tiges à l'hectare (350 tiges/ha, données provenant des inventaires forestiers cantonaux) et le

faible degré de fermeture (fermeture 5 et 6); (figure 5). Nous obtenons ainsi l'image d'une forêt ouverte (forêt clairière) et possédant au moins deux étages de végétation. L'habitat moins propice du Pic tridactyle est, à l'inverse, de densité plus élevée de tiges à l'hectare (750 tiges/ha) et de degré de fermeture plus élevé (fermeture 2 et 3) avec en moyenne un seul étage de végétation. Nous observons également que la densité de la forêt et le nombre de souches diminuent lorsque l'altitude augmente.

Nous avons déjà souligné l'importance, pour le Pic tridactyle, des arbres morts sur pied de diamètres supérieurs à 30 cm. En introduisant ces diamètres dans les tables de production ligneuse pour le Pays-d'Enhaut (HORISBERGER *et al.*, 1983) on obtient un âge des arbres supérieur à 100 ans. Cet âge correspond au stade de développement d'une futaie moyenne à vieille.



**Figure 5:** Le degré de fermeture de la forêt est un indicateur de la concurrence mutuelle des houppiers des arbres et de la structure de la forêt. Cette typologie est reprise de l'inventaire national des forêts suisses (STIERLIN *et al.*, 1994).

## 6. Le Pic tridactyle et la gestion forestière du Pays-d'Enhaut

L'apparition du Pic tridactyle dans le Pays-d'Enhaut témoigne d'une modification de l'état de la forêt de cette région. L'observation de cette espèce ne date que d'une dizaine d'années (1988) et sa nidification a été confirmée en 1991 seulement (BEAUD, 1995), alors que les autres espèces de pics ont toujours été présentes dans cette région (SCHMID *et al.*, 1998). Cette «apparition» du Pic tridactyle et l'expansion de sa population pourraient être en relation avec la gestion forestière.

En effet, on observe une sous-exploitation des forêts du Pays-d'Enhaut depuis les années 1940, notamment pour les altitudes supérieures à 1400 m, alors que pendant le XIX<sup>e</sup> siècle et durant les guerres, les forêts étaient surexploitées. La cause principale de cette sous-exploitation est la chute du prix du bois, qui s'est accentuée dans les années quatre-vingt, entraînant une diminution de l'exploitation, particulièrement pour les propriétaires privés (majoritaires dans le Pays-d'Enhaut). Actuellement, l'exploitation des forêts ne dépasse pas le tiers de la possibilité.

La politique forestière s'est également modifiée: jusque dans les années 1990, la coupe des chablis était subventionnée et l'éradication du bois mort encouragée. Ces subventions ont nettement diminué et le bois mort que l'on veut extraire de la forêt doit être justifié, particulièrement depuis les années 1995. Ajouté à cela, le manque de moyens financiers a pour conséquence que les arbres morts debout ne sont plus systématiquement ôtés comme par le passé. Seuls les arbres qui ne peuvent pas rester sur place (risque d'obstruction de rivière ou

de chute sur les routes) sont enlevés et les arbres sans valeur commerciale qui doivent être abattus sont bien souvent ancrés (positionnés perpendiculairement à la pente) pour stabiliser les pentes. La politique forestière actuelle encourage à laisser le bois mort en place dans les forêts (S. Lüthi, inspecteur des forêts, comm. pers.).

Cette sous-exploitation de la forêt depuis une cinquantaine d'années, particulièrement aux altitudes supérieures à 1400 m, pourrait expliquer l'installation et le développement de la population de Pic tridactyle. En effet, dans notre étude, nous observons que les pessières d'altitudes supérieures à 1400 m, où le Pic tridactyle a préférentiellement élu son domicile, ont subi une évolution qui a augmenté leur qualité, en terme de quantité de bois mort, de structure et de diversité des habitats. Cette évolution pourrait s'expliquer, d'une part par le fait que ces forêts d'altitude sont moins contrôlées par l'homme (exploitation et entretien) à l'heure actuelle (coût trop élevé), même si avant et pendant les années 1940, la présence des souches sciées laisse penser qu'elles étaient exploitées. Et d'autre part, par les contraintes naturelles qui s'exercent à ces altitudes (coups de vent, neige, pentes raides, compétition entre espèces) et qui régulent la végétation. Dans cette situation, la forêt est difficilement homogène et se structure plus facilement (peuplements étagés, clairières, lisières, ...) comparativement à des forêts de plus basses altitudes.

### *Le bois mort, facteur déterminant la présence du Pic tridactyle?*

Pour répondre à notre question – le bois mort, c'est-à-dire sa quantité et sa qualité (état de décomposition), présent dans le territoire du Pic tridactyle, est-il le facteur déterminant la présence de ce dernier? –, nous avons fait un inventaire du bois mort présent dans les forêts étudiées et nous nous sommes intéressés à la gestion forestière du Pays-d'Enhaut.

Les résultats de notre étude montrent un volume total de bois mort relativement important: 63 m<sup>3</sup>/ha pour les forêts abritant le Pic tridactyle et 19 m<sup>3</sup>/ha pour celles sans Pic tridactyle. Ce dernier volume correspond aux valeurs optimales de 15–30 m<sup>3</sup>/ha proposées par AMMER (1991). Ceci nous laisse donc penser que le bois mort est en quantité suffisante dans les forêts du Pays-d'Enhaut pour que le Pic tridactyle puisse s'installer. Le bois mort est donc bien l'un des facteurs déterminant la présence du Pic tridactyle, mais non suffisant. En effet, si la quantité de bois mort est suffisante dans toutes les forêts inventoriées, le Pic tridactyle a rarement été observé au Pays-d'Enhaut en dessous de 1400 m d'altitude, alors qu'il devrait également se trouver dès 800 m (SCHMID *et al.*, 1998).

Il est peu probable que la raison de son absence soit la perturbation humaine (présence humaine, exploitation forestière) plus importante à basse altitude, car la littérature décrit le Pic tridactyle comme particulièrement peu farouche, ce que nous avons pu vérifier personnellement.

Reste le paramètre mis en évidence par l'étude qui pourrait expliquer cette absence du Pic tridactyle en dessous de 1400: la structure de la forêt qui est plus fermée et moins étagée qu'aux altitudes supérieures à 1400 m (figure 5).

### *Le Pic tridactyle, un indicateur de la qualité écologique d'un écosystème forestier?*

Cette question – le Pic tridactyle est-il un indicateur de la qualité écologique de l'écosystème forestier? – est vérifiée selon les critères de qualité définis pour notre étude (voir chapitre 3). En effet, les résultats obtenus permettent de décrire l'habitat optimum du Pic tridactyle au Pays-d'Enhaut de la manière suivante:

- volume total de bois mort important,
- présence d'arbres de grands diamètres,

- exploitation forestière faible,
- forêt mature à vieille,
- forêt clairière et bien structurée.

Néanmoins, il reste à démontrer que le Pays-d'Enhaut n'est pas une exception et que les autres pessières de Suisse abritant le Pic tridactyle possèdent bien les mêmes caractéristiques de qualité. Prenons le cas d'autres régions suisses: Ibergereg et PRAGEL (SZ) étudiés par HESS (1983) et La Punt-Chamuesch (Engadin, GR) par RUGE (1968). D'après RUGE, le Pic tridactyle niche dans des forêts clairsemées et HESS mentionne les arbres de nourriture (arbres morts et dépérissants avec des *Scolytidae* et *Cerambycidae*) comme facteur limitant la présence de cette espèce. La première nidification du Pic tridactyle dans le Jura suisse, témoignée par CHABLOZ et WEGMÜLLER (1994), a eu lieu dans un pâturage boisé d'altitude comportant de nombreux arbres morts sur pied et couchés. Après des décennies d'exploitation soutenue des forêts du Jura, la déprise du marché du bois a incité les forestiers à réduire l'enlèvement systématique des arbres morts ou dépérissants. Les auteurs pensent que ce facteur a joué un rôle non négligeable dans ce premier cas de nidification.

Nos observations sont également confirmées par des études menées en Allemagne et en Finlande. DORKA (1996a) prouve le retour de l'espèce dans la partie nord de la Forêt Noire en Allemagne, où il a observé sa nidification dans une réserve forestière. Le territoire du pic, évalué à 59 ha, recouvre la totalité de la réserve de 41 ha qui est caractérisée par des peuplements âgés, beaucoup de bois mort et des surfaces bostrychées relativement importantes (DORKA, 1996b). VIRKALA *et al.* (1994) ont mis en évidence que la densité des populations de Pic tridactyle au sud de la Finlande est dix fois supérieure dans les réserves forestières que dans les forêts exploitées. Ce fait est expliqué par le pourcentage nettement supérieur de peuplements âgés et de bois mort dans ces réserves.

Nous pouvons tirer la conclusion que le Pic tridactyle est un indicateur de la qualité écologique, exprimée en termes de bois mort, structure, degré de fermeture et présence d'arbres de grands diamètres, des écosystèmes forestiers du Pays-d'Enhaut.

## 7. Perspectives

La population actuelle du Pic tridactyle semble être en expansion au Pays-d'Enhaut et si la gestion forestière actuelle ne se modifie pas, nous pouvons émettre quelques suggestions découlant de nos résultats.

- a) Pour les forêts dont l'accès est difficile et l'exploitation peu rentable, situées généralement à des altitudes supérieures à 1400 m:

Compte tenu de la sous-exploitation actuelle des forêts du Pays-d'Enhaut et des difficultés d'accès, on pourrait faire la suggestion suivante aux propriétaires et aux communes: proposer que les zones difficiles d'accès et présentant un risque minime pour l'homme soient laissées à elles-mêmes pour un retour au cycle de régénération naturel. Ceci permettrait d'étudier l'évolution de ces forêts. Elles pourraient alors obtenir le statut de réserve. Il faudrait prévoir un dédommagement pour le propriétaire ou la commune pour reconnaître la forêt comme «richesse naturelle». Les forêts de notre étude abritant le Pic tridactyle, situées généralement aux altitudes supérieures à 1400 m, pourraient fort bien entrer dans la catégorie des réserves spéciales, voire totales par endroit (voir encadré).

Nous rappelons brièvement le statut de ces réserves (BOLLIGER, 1996):

- **Réserves spéciales:** diversité grâce à l'intervention de l'homme.

Les réserves spéciales doivent être entretenues de manière à ce que leur état écologique soit conservé.

- **Réserves totales:** la nature à l'état pur.

Dans les réserves totales, l'homme se retire totalement. Ici, la forêt peut se développer naturellement jusqu'à la phase de pourrissement. Le pourcentage des vieux bois et de bois mort est de 10 à 20%. De cette manière, l'avifaune qui a besoin de bois mort devient plus fréquente, tels le Pic noir, les Chouettes chevêchette et de Tengmalm.

- b) Pour les forêts de plus basses altitudes, situées en dessous de 1400 m, plus faciles d'accès et dont l'exploitation s'avère plus rentable:

- laisser tous les arbres vivants, mourants ou morts qui possèdent des marques visibles de pics (marques de becs, ébauches de loges ou loges), quelle que soit l'espèce.

Nous mentionnerons que les arbres présentant des marques de becs ou des loges sont réutilisés par les pics et que, lorsque ces arbres sont abattus, les oiseaux cherchent alors un autre arbre pour refaire leur loge. Ceci est particulièrement vérifié pour le Pic noir: les nids et les ébauches sont concentrés dans des zones régulièrement fréquentées par le Pic noir, et ceci tant que le peuplement ne subit pas de bouleversements majeurs. Ce sont donc plusieurs générations d'oiseaux qui se succèdent sur ces surfaces de faibles étendues. L'attachement au site de nidification est parfois remarquable. Cette fidélité réduit les dégâts, mais certains arbres, très appréciés, semble-t-il, finissent tout de même par être criblés de trous. Les coupes de bois sont l'un des événements qui incitent l'oiseau à forer de nouveaux arbres, un autre étant la formation de bourrelets cicatriciels autour de l'orifice du nid (CUISIN, 1986).

- laisser systématiquement, lorsque cela est possible, les arbres morts sur pied et plus particulièrement les arbres morts debout d'un diamètre supérieur à 30 cm lors des martelages des coupes.

Et ceci, quel que soit leur état de décomposition, c'est-à-dire, de l'arbre mourant ou récemment mort (état 1) à l'arbre mort cassé, pourri au tronc lisse (état 5). Ces 30 cm, rappelons-le, correspondent au diamètre minimum requis pour les arbres de nidification du Pic tridactyle. Le nombre de ces arbres morts sur pied correspond à un faible pourcentage du nombre total des arbres martelés et abattus lors d'une coupe. La situation actuelle du Pays-d'Enhaut, dont l'exploitation est en dessous de la possibilité annuelle, permet ce choix des arbres à abattre. Par ailleurs, du point de vue écologique en général, la valeur d'un arbre mort est au moins égale à celle d'un arbre vivant: tous deux font partie du cycle naturel de la régénération.

- conserver des arbres vivants de grand diamètre pour leur laisser le temps de mourir naturellement, d'autant plus que la tendance pour l'exploitation des bois destinés à la scierie se tourne vers des diamètres plus petits: diamètre optimum inférieur à 50 cm.
- favoriser des peuplements où tous les stades de développement sont représentés sur une surface restreinte (de la germination aux arbres morts debout qui finissent au sol). Ce type de forêt correspond à la futaie jardinée. En effet, nous avons bien mis en évidence l'importance de la structure de la forêt, ouverte, étagée et peu dense, pour la présence du Pic tridactyle.

## Résumé

Cette étude se propose d'évaluer la qualité écologique d'un écosystème forestier. Une espèce d'oiseau, le Pic tridactyle (*Picoides tridactylus*), ainsi que le bois mort, facteur supposé déterminer sa présence sont choisis comme indicateurs. D'autres facteurs, telle la structure de la forêt sont également pris en compte. Cinq forêts où la présence de ce pic a été confirmée et trois forêts sans observations ont été inventoriées dans le Pays-d'Enhaut (Préalpes vaudoises suisses), région où l'espèce a été observée pour la première fois une dizaine d'années auparavant. Les résultats de l'étude tendent à démontrer que son apparition est due à une sous-exploitation des forêts depuis quelques quarante années. Les volumes de bois morts sont, en effet, proches de ceux des forêts européennes non exploitées. Les variables les plus importantes pour la présence du Pic tridactyle sont: des arbres morts sur pied de diamètre (DHP) supérieur à 30 cm, de mort récente (état de décomposition peu avancé), ainsi qu'une forêt ouverte, à plusieurs étages de végétation. Suite à ces résultats, quelques suggestions sont faites pour la gestion forestière. Les forêts d'altitude supérieure à 1400 m pourraient être considérées comme réserve forestière. Dans celles inférieures à 1400 m, nous proposons quelques mesures, telles que laisser sur pied tous les arbres portant des traces de becs de pics, laisser les arbres morts sur pied d'un DHP supérieur à 30 cm. Nous pouvons conclure que le Pic tridactyle est un indicateur approprié des forêts d'épicéas d'altitude de bonne qualité écologique.

## Summary

### The Three-Toed Woodpecker (*Picoides tridactylus*): An Indicator of Ecological Quality in the Forest Ecosystem of the Pays-d'Enhaut Region (Swiss Prealps)

This study is an attempt to assess forest ecological quality using the northern three-toed woodpecker (*Picoides tridactylus*) as an indicator species. The woodpecker's main determining factor, dead wood, is quantified and qualified as are other measures such as forest structure. Five spruce mountain forests where the bird is present and three forests where it is absent are inventoried in the Pays-d'Enhaut region of Switzerland. The woodpecker was observed in these forests for the first time only ten years ago. The results suggest that the emergence of the woodpecker population could be due to undermanagement of the forest over the last forty years. Dead wood volumes in the forest with the woodpecker are similar to those of unmanaged European forests. Snags over 30 cm diameter DBH and recent snags, as well as open forests, are significant for the presence of this species. On the basis of these results, forest management advice is suggested. Forests situated above 1400 m sea-level are recommended to be considered as «forest reserves», whereas in managed forests up to an altitude of 1400 m, all trees with woodpecker's beakmarks and all snags with DBH over 30 cm should be left. We can conclude that the northern three-toed woodpecker is an appropriate indicator species for ecologically high-quality altitude spruce forests.

## Zusammenfassung

### Der Dreizehenspecht (*Picoides tridactylus*): ein Indikator ökologischer Waldqualität des Wald-ökosystems im Pays-d'Enhaut (Waadtländer Voralpen, Schweiz)

Diese Untersuchung ist ein Versuch, die ökologische Waldqualität zu beurteilen. Dazu wurde der Totholzspezialist Dreize-

henspecht (*Picoides tridactylus*) als Indikatorart gewählt und Totholz quantitativ und qualitativ erfasst. Zusätzlich wurde die Waldstruktur analysiert. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Pays-d'Enhaut, wo diese Spechtart erst vor zehn Jahren zum ersten Mal festgestellt wurde. Es umfasst fünf Fichten-Bergwälder mit und drei ohne Dreizehenspecht-Beobachtungen. Die Resultate lassen vermuten, dass das Erscheinen der Spechtpopulation eine Folge der 40-jährigen Unternutzung der Wälder seit dem 2. Weltkrieg ist. Die Totholzvolumen sind vergleichbar mit denen ungenutzter Wälder Europas. Tote stehende Bäume mit einem BHD über 30 cm, kürzlich abgestorbene Bäume, sowie eine lockere Waldstruktur sind ausschlaggebend für die Präsenz des Dreizehenspechtes. Verschiedene Management-Empfehlungen werden gegeben. Oberhalb 1400 m gelegene Wälder könnten als Waldreservate gelten. In bewirtschafteten Wäldern unterhalb 1400 m sollten alle Bäume mit Spechtspuren, sowie alle mindestens 30 cm BHD dicken toten Bäume belassen werden. Wir folgern aus der Untersuchung, dass der Dreizehenspecht eine geeignete Indikatorart für Fichten-Bergwälder mit hoher ökologischer Waldqualität ist.

## Bibliographie

- ALBRECHT, L., 1991. Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110: 106–113.
- AMMER, U., 1991. Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholz-forschung für die forstliche Praxis. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110: 149–157.
- ANGELSTAM, P. et MIKUSINSKI, G., 1994. Woodpecker Assemblages in Natural and Managed Boreal and Hemiboreal Forest - A Review. *Annales zoologici fennici*, 31 (1): 157–172.
- BEAUD, P., MANUEL, F. et BEAUD, E., 1995. Les oiseaux du Pays-d'Enhaut: atlas des oiseaux nicheurs. Nos oiseaux, société romande pour l'étude et la protection des oiseaux, La Chaux-de-Fonds, Suisse, 303 p.
- BOLLIGER, M., 1996. Favoriser la biodiversité en forêt, *Environnement Bulletin de l'OFEFP*, pp. 48–53.
- BURSCHEL, P., 1992. Totholz und Forstwirtschaft. *Allgemeine Forst-zeitschrift*, 21: 1143–1146.
- CHABLOZ, V. et WEGMÜLLER, P., 1994. Nidification du Pic tridactyle (*Picoides tridactylus*) dans le Jura vaudois (Suisse). *Nos oiseaux*, 42: 261–266.
- CLOT, F., HAINARD, P. et MICHEL, C., 1997. La végétation du Pays-d'Enhaut et de la place de tir du Petit-Hongrin, Conservation de la nature; Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud; Institut de botanique systématique et de géobotanique de l'Université de Lausanne, Lausanne.
- CUISIN, M., 1986. Le Pic noir (*Dryocopus martius* L.) en forêt. *Revue forestière française*, 38: 73–82.
- DERLETH, P., 1999. Le Pic tridactyle (*Picoides tridactylus*), indicateur de la qualité d'un écosystème forestier: le cas du Pays-d'Enhaut (Préalpes vaudoises, Suisse), Mémoire de recherche postgrade, Ecole polytechnique fédérale, DGR-Gestion des écosystèmes, Lausanne.
- DORKA, U., 1996a. Erster Brutnachweis des Dreizehenspechtes (*Picoides tridactylus*) für den Nordschwarzwald im Bannwaldgebiet Hoher Ochsenkopf nach der Wiederansiedlung der Art – Beobachtungsnotizen zur Brut- und Verhaltensbiologie. *Naturschutz südl. Oberrhein*, 1: 169–175.
- DORKA, U., 1996b. Aktiosraumgrösse, Habitatnutzung sowie Gefährdung und Schutz des Dreizehenspechtes (*Picoides tridactylus*) im Bannwaldgebiet Hoher Ochsenkopf (Nordschwarzwald) nach der Wiederansiedlung der Art. *Naturschutz südl. Oberrhein*, 1: 159–168.
- DUDLEY, N. et JEANRENAUD, J.P., 1998. Needs and Prospects for International Co-operation in Assessing Forest Biodiversity: an Overview from WWF. In: P.E.A. BACHMANN (Editor), *Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning*, Netherlands, p. 31–41.
- DUELLI, P., 1994. Listes rouges des espèces animales menacées de Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 97 p.

- GUBY, N.A.B. et DOBBERTIN, M., 1996. Quantitative Estimates of Coarse Woody Debris and Standing Dead Trees in Selected Swiss Forests. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 5 (6): 327–341.
- HAINARD, P., MICHEL, C. et CLOT, F., 1992. Carte de la végétation du Pays-d'Enhaut et de la place de tir du Petit-Hongrin. Office fédéral de topographie, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Division Protection de la Nature du Département des Travaux publics, de l'Aménagement et des Transports du Canton de Vaud, Lausanne, Genève.
- HARMON, M.E., FRANKLIN, J.F., SWANSON, F.J., SOLLINS, P., GREGORY, S.V., LATTIN, J.D., ANDERSON, N.H., CLINE, S.P., AUMEN, N.G., SEDELL, J.R., LIENKAEMPER, G.W., CROMACK, K. & CUMMINS, K.W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res.*, 15: 133–302.
- HESS, R., 1983. Verbreitung, Siedlungsdichte und Habitat des Dreizehenspechts *Picoides tridactylus alpinus* im Kanton Schwyz. *Der ornithologische Beobachter*, 80: 153–182.
- HORISBERGER, D., GÉTAZ, D. et MEIER, S., 1983. Analyse des ressources ligneuses du Pays-d'Enhaut. 17, MAB Pays-d'Enhaut, Château-d'Oex.
- LANDOLT, E., 1991. Liste rouge: Plantes vasculaires menacées en Suisse. Office fédéral des imprimés et du matériel, Berne, 183 p.
- LEUBA, D.Y., 1996. Totholz – quantitativ erfasst. *Wald und Holz*, 77 (5): 8–10.
- LEIBUNDGUT, H., 1993. Europäische Urwälder: Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien, 260 p.
- MIKUSINSKI, G. et ANGELSTAM, P., 1998. Economic Geography, Forest Distribution, and Woodpecker Diversity in Central Europe. *Conservation Biology*, 12 (1): 200–208.
- MURPHY, E.C. et LEHNHAUSEN, W.A., 1998. Density and Foraging Ecology of Woodpeckers Following a Stand-replacement Fire. *J. Wildl. Manage.*, 62 (4): 1359–1372.
- PECHACEK, P. et KRISTIN, A., 1996. Zur Ernährung und Nahrungsökologie des Dreizehenspechts *Picoides tridactylus* während der Nestlingsperiode. *Der ornithologische Beobachter*, 93: 259–266.
- RAMADE, F., 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'Écologie et des Sciences de l'environnement. Ediscience international, Paris, 822 pp.
- RUGE, K., 1968. Zur Biologie des Dreizehenspechts *Picoides tridactylus* L. *Der ornithologische Beobachter*, 65: 109–124.
- RUGE, K. et HAVELKA, P., 1993. Vergleichende Untersuchungen an Buntspecht (*Dendrocopos major*) und Dreizehenspecht (*Picoides tridactylus*) Engadin/Neckerland. Nahrungsanalysen während der Brutperiode. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., Karlsruhe (D)*, 67: 101–107.
- SAMUELSSON, J., GUSTAFSSON, L. et INGELÖG, T., 1994. Dying and dead trees: a review of their importance for biodiversity. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala, 109 p.
- SCHERZINGER, W., 1982. Die Spechte im Nationalpark Bayerischer Wald. Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Heft 9, Grafenau (D), 119 p.
- SCHMID, H., LUDER, R., NAEF-DAENZER, B., GRAF, R. et ZBINDEN, N., 1998. Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse. Distribution des oiseaux nicheurs en Suisse et au Liechtenstein en 1993–1996, Sempach.
- SIITONEN, J., 1994. Decaying wood and saproxylic Coleoptera in two old spruce forests: a comparison based on two sampling methods. *Annales zoologici fennici*, 31: 89–95.
- STIERLIN, H.R., BRÄNDLI, U.B., HEROLD, A. et ZINGGELER, J., 1994. Schweizerisches Landesforstinventar: Anleitung für die Felddaufnahmen der Erhebung 1993–1995. WSL Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf (CH), 204 p.
- THOMAS, J.W. (Editor), 1979. Wildlife Habitats in Managed Forests. The Blue Mountains of Oregon and Washington. Agriculture Handbook No. 553. U.S. Government Printing Office, Washington, Portland, Oregon, 512 p.
- VILLARD, P., 1994. Foraging behavior of Black-backed and Three-toed woodpeckers during spring and summer in a Canadian boreal forest. *Can. J. Zool.*, 72: 1957–1959.
- VIRKKALA, R., RAJASÄRKKÄ, A., VÄISÄNEN, R.A., VICKHOLM, M. et VIROLAINEN, E., 1994. Conservation value of nature reserves: do hole-nesting birds prefer protected forests in southern Finland? *Annales zoologici fennici*, 31: 173–186.

#### Remerciements

Nous remercions E. et P. Beaud pour le partage de leurs connaissances ornithologiques et leur aide sur le terrain, S. Luthi, R. Borloz, M. Berdoz et P. Fouvy (Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud) pour l'accès au domaine des forêts et tous ceux qui ont contribué à cette étude: P. Mollet (Station ornithologique suisse, Sempach), Ph. Morier-Genoud (Pro Natura, Vaud), A.C. Favre (EPFL) et D. Toriola-Lafuente. Pour la lecture attentive du manuscrit et leurs suggestions, nous remercions C. Glenz et I. Iorgulescu.

#### Auteurs:

PASCALE DERLETH, RITA BÜTLER (corresponding author, E-Mail: rita.buetler@epfl.ch), RODOLPHE SCHLAEFFER, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Département de génie rural (DGR), Laboratoire de Gestion des écosystèmes (GECOS), CH-1015 Lausanne. <http://dgrwww.epfl.ch/GECOS/>