

Bois mort en forêt

Formation, importance et conservation

Thibault Lachat, Peter Brang, Markus Bolliger, Kurt Bollmann, Urs-Beat Brändli, Rita Bütler, Steffen Herrmann, Olivier Schneider et Beat Wermelinger

Le bois mort fait partie du cycle forestier naturel et constitue une base vitale pour de nombreuses espèces. Même si son volume augmente depuis quelques décennies dans la forêt suisse, les objectifs en matière de conservation ne sont pas encore atteints. Les espèces exigeantes, tributaires d'un grand volume de bois mort d'une qualité particulière, sont quasiment absentes de la forêt exploitée. Des mesures ciblées s'avèrent donc nécessaires pour promouvoir ces espèces.

Par bois mort, on entend des arbres ou parties d'arbres dépéris de dimensions et de qualités différentes (fig. 1): des rameaux de très petit diamètre ou de gros troncs, sur pied ou au sol, frais ou en décomposition. S'y ajoutent les résidus de la récolte de bois issus de l'exploitation forestière – souches d'arbres, branches de houppier et sections de tronc de moindre qualité – restés au sol en forêt. Sans oublier les parties dépéris d'arbres vivants, branches mortes du houppier ou bois pourri dans les cavités du tronc par exemple. Les branches sèches, les mousses et les cavités sont des structures importantes des arbres-habitats qui demeurent en forêt pendant le processus de maturation et de vieillissement jusqu'au dépérissement.

Le bois mort est avant tout une base vitale importante pour nombre d'espèces animales et végétales. Celles-ci deviennent souvent à leur tour la nourriture d'autres organismes, de plusieurs espèces de pics notamment. Les cavités des pics dans les arbres vivants ou morts sont ensuite utilisées par les pigeons colombrins, les chouettes, les choucas des tours et autres espèces d'oiseaux, mais aussi par les loirs ou les chauves-souris. Les amphibiens et les reptiles se servent du bois mort au sol comme cachette pour hiberner ou se dorner au soleil. Dans les lacs et les cours d'eau, le bois mort augmente la diversité des espèces de la petite faune, et offre aux poissons un refuge et des frayères entre les branches.

Le bois mort joue un rôle essentiel dans le rajeunissement des forêts de montagne humides et riches en mégaphorbiaies où, par endroits, plus de la moitié des épicéas



Fig. 1. Par rapport aux forêts exploitées, les forêts naturelles sont riches en bois mort.

poussent sur du bois en décomposition (fig. 2). Il y protège aussi des dangers naturels: les troncs d'arbres au sol ou les souches sur pied stabilisent le sol, contribuant ainsi à prévenir l'érosion en cas de fortes pluies ou le déclenchement d'avalanches. Les troncs au sol disposés de façon transversale ou oblique par rapport à la pente forment un barrage efficace contre les chutes de pierres (fig. 3). La gestion des forêts de protection s'appuie délibérément

sur ces aspects bénéfiques. De surcroît, le bois mort emmagasine du carbone et de l'eau, influant ainsi positivement sur le bilan nutritif et le régime hydrique en forêt.

À l'inverse, les chutes de branches mortes menacent les visiteurs en forêt et les ouvriers forestiers. Le bois mort accroît aussi le danger d'incendie dans les zones sensibles comme la ceinture de feuillus du sud des Alpes et le risque d'embâcle dans les cours d'eau; il présente aussi un risque phy-

tosanitaire après chablis (OFEV 2008). Certes, sur les surfaces de grands chablis, le bois mort au sol fournit dans un premier temps une bonne protection contre les dangers naturels. Toutefois, comme il se décompose, sa fonction protectrice peut être temporairement limitée en présence d'une lente régénération.

Formation et décomposition du bois mort

En général, de grandes quantités de bois mort ne se constituent pas de façon continue, mais lors d'interventions sylvicoles ou d'événements naturels tels que tempêtes, bris de neige ou infestations de scolytes. D'où des modifications permanentes de la quantité et de la qualité du bois mort dans le peuplement forestier (fig. 4).

Dans les réserves forestières naturelles suisses, pour le hêtre et l'épicéa, les petits arbres (DHP¹ < 20 cm) ont le taux de mortalité annuel le plus élevé (tabl. 1). Pour les arbres au diamètre plus grand, la mortalité est nettement inférieure. Le taux s'accroît considérablement en présence de fortes tempêtes ou d'infestation de scolytes – et ce, aussi et surtout chez les arbres exposés de plus gros diamètre. En l'absence de perturbations, la mortalité pour le hêtre est similaire à celle de l'épicéa, l'altitude ne jouant alors quasiment aucun rôle.

Dans les forêts exploitées, la mortalité naturelle est plus faible. Une proportion importante des arbres est évacuée par la récolte du bois. Bien que la forêt de production comporte peu d'arbres dépéris de gros diamètre, les résidus de coupe fournissent néanmoins des volumes considérables de bois mort: souches restées en général au sol, branches, parties de houppier ou de tronc souvent abandonnées sur place en forêt. Les travaux d'évacuation du bois sur les surfaces de chablis générées par les tempêtes Vivian et Lothar ont laissé en moyenne 75 m³/ha de bois mort derrière eux (PRIEWASSER *et al.* 2013). Aujourd'hui, les résidus de coupe sont probablement inférieurs du fait de la demande en bois-énergie. Le dépérissement de parties d'arbres est peu étudié, il ne joue toutefois pas de rôle majeur en termes de volumes. Si l'on totalise la mortalité naturelle des arbres, les résidus de coupe et les parties d'arbres dépéries, le



Fig. 2. Le bois en état de décomposition avancée joue un rôle prépondérant lors de la régénération naturelle dans les forêts de montagne humides et riches en mégaphorbiaies.



Fig. 3. Le bois mort au sol, disposé en travers de la pente, peut arrêter les pierres et les rochers de petite taille. Cet effet protecteur important n'est toutefois que temporaire.

¹ DHP = Diamètre à hauteur de poitrine, diamètre à 1,3 m de hauteur.



Fig. 4. Représentation schématique de la dynamique du bois mort. La mortalité naturelle des arbres, due par exemple à la concurrence, aux tempêtes, aux scolytes et à la vieillesse (a), l'exploitation forestière (b), et le dépérissement de parties d'arbres (c), créent du bois mort. Ce bois mort se décompose au fil du temps, et les conditions de vie évoluent sans cesse. D'où des stades de succession caractéristiques avec des communautés diversifiées.

volume de bois mort dans les forêts suisses exploitées, perturbations naturelles exclues, progressera probablement à l'avenir de 0,5 à 1 m³/ha et par an (hypothèses: taux de mortalité entre 0,1 et 0,25 % en présence d'un volume de bois moyen à hauteur de 370 m³/ha). L'augmentation dans les stations productives devrait dépasser celle des stations maigres.

Juste après le dépérissement de l'arbre, et parfois même avant, commence la décomposition du bois. Les insectes, champignons et autres organismes interagissent alors de diverses façons. Au cours de ce processus continu, la masse du bois mort diminue et ses caractéristiques évoluent. Selon l'essence, le bois se décompose à différentes vitesses (tabl. 2). De plus, cette décomposition sera d'autant plus rapide que le diamètre sera petit et l'endroit où se trouve l'arbre chaud et humide. Elle est accélérée par le contact avec le sol, ce qui explique que les arbres morts sur pied (les résineux en particulier) se décomposent plus lentement que ceux au sol. Ainsi, 95 % du bois mort des hêtres seront décomposés au bout de 25 ans environ, contre quelque 80 ans pour celui des épicéas et des sapins.

Le processus de décomposition comporte divers stades (fig. 5), depuis le bois mort

Tabl. 1. Taux annuels de mortalité (en % des arbres vivants) du hêtre et de l'épicéa selon les classes de diamètre, dans onze réserves forestières naturelles de Suisse. Perturbation = tempêtes ou infestation de scolytes.

Essence	Altitude (m)	Perturbation	Taux de mortalité par classe de DHP			
			<20 cm	20-40 cm	>40 cm	moyenne
Hêtre	<1000	non	3,8 %	0,4 %	0,2 %	1,4 %
Épicéa	<1000	non	2,6 %	0,7 %	0,4 %	1,1 %
	>1000	non	1,6 %	0,8 %	0,6 %	0,9 %
		oui	2,4 %	3,2 %	3,9 %	3,1 %

Tabl. 2. Vitesse de décomposition des essences (selon DIN EN 350-2, modifié).

Vitesse de décomposition	Essences
très rapide	bouleau, hêtre, frêne, tilleul, peuplier
rapide	sapin, épicéa
moyennement rapide	pin, mélèze, douglas
lente à très lente	if, chêne, châtaignier, robinier

bien conservé et ferme des arbres dépéris de fraîche date jusqu'au bois vermoulu souple qui ne se différencie presque plus du sol organique. Même si le volume de bois mort diminue pendant la décomposition, il est présent dans des conditions naturelles en quantités similaires à tous les

stades. La raison en est que la phase de bois frais est la plus courte et la phase du bois vermoulu la plus longue. Ce phénomène entraîne, malgré la décomposition en tant que telle, une accumulation du bois mort dans les phases de décomposition avancée. Ainsi, dans les réserves forestières naturelles

Bois frais

conducteur de sève



Bois dur

sans sève, ferme; le couteau ne pénètre que très difficilement dans le sens des fibres



Bois pourri

moins ferme; le couteau pénètre facilement dans le sens des fibres, mais non en travers



Bois en décomposition

tendre; le couteau pénètre facilement dans tous les sens



Bois vermoulu

très spongieux et pulvérulent; quasi absence de cohésion



Fig. 5. Détermination du stade de décomposition à l'aide de la méthode du couteau suisse, telle qu'elle est utilisée dans l'Inventaire forestier national.

suisses, une part considérable du bois mort est présente sous forme de bois pourri ou en décomposition avancée (HERRMANN *et al.* 2012).

Dans les forêts exploitées, le bois a été très prisé au fil des siècles en tant que combustible ou matériau de construction. Même les arbres secs furent à peine épargnés. Aussi, pendant longtemps, le bois mort a-t-il été quasiment absent des forêts d'Europe centrale, y compris dans les zones difficiles d'accès. Lorsque le besoin en bois a diminué, le bois qui traînait à terre fut souvent évacué uniquement par «souci de propreté» ou pour des raisons de protection de la forêt.

Le bois mort dans la forêt suisse

Le volume de bois mort en Suisse s'est accru depuis la Seconde Guerre Mondiale. Il a fortement augmenté depuis les années 1980 selon l'Inventaire forestier national (IFN) (BRÄNDLI 2010) – principalement à la suite des tempêtes Vivian (1990) et Lothar (1999). S'y ajoute le fait que la récolte de bois n'est plus rentable dans les zones difficiles d'accès. Par rapport à jadis, une plus grande quantité d'arbres dépériss restent à nouveau en forêt. Selon l'IFN 2009/17, 20 % des peuplements forestiers suisses ne sont plus exploités depuis plus de 50 ans (BRÄNDLI *et al.* en prép.). N'oublions pas non plus qu'aujourd'hui, les propriétaires de

forêts et les exploitants sont mieux informés de l'importance écologique du bois mort.

L'IFN propose un aperçu représentatif du bois mort dans la forêt suisse. Celui-ci est inventorié selon deux méthodes. Dans un premier temps, on procède au relevé des arbres échantillons² morts sur pied ou au sol d'un diamètre minimum de 12 cm. Ce diamètre est mesuré à 1,3 m au-dessus du sol ou à 1,3 m des empattements pour les arbres au sol. Il est possible de comparer le volume de bois calculé de la sorte (fig. 6) avec la plupart des mesures de bois mort et les valeurs seuil issues de l'étranger. Le volume de bois mort en Suisse s'élève à 24 m³/ha en moyenne dans l'IFN 2009/17 (BRÄNDLI *et al.* en prép.). La deuxième méthode de relevé, méthode de transect, permet de mesurer, en plus des arbres échantillons, tout le bois mort à terre d'un diamètre de 7 cm minimum. Les résidus de coupe des arbres échantillons sont alors également recensés. Cette seconde méthode d'inventaire donne une quantité moyenne supérieure, à hauteur de 34 m³/ha, ce qui se rapproche davantage de la quantité effective de bois mort³. Toutefois, elle ne prend pas non plus en compte les souches de moins de 1,3 m de hauteur, les petites branches d'un diamètre inférieur à 7 cm et le bois mort du houppier. Les deux valeurs moyennes divergent de plus de 40 %. Cette différence majeure s'explique par la proportion élevée de bois mort de faible dimension dans les forêts exploitées.

Des modèles permettent de prévoir l'évolution future des volumes de bois mort. Si un volume donné est visé, de telles évaluations sont essentielles. Les informations sur la formation et la décomposition, ainsi que sur les quantités et qualités du bois mort déjà présentes (stade de décomposition), doivent alors être prises en considération. Le modèle présenté ci-dessous (DELONG *et al.* 2004; fig. 7) repose sur la constitution et la décomposition du bois mort, et permet de calculer les bilans de bois mort pour les conditions prévalant en Suisse.

² Arbre d'une placette d'échantillonnage de l'IFN, avec un DHP \geq 12 cm. Les arbres aux tiges brisées à plus de 1,3 m du sol sont aussi pris en considération.

³ Correspond au volume total de bois mort de l'IFN3.

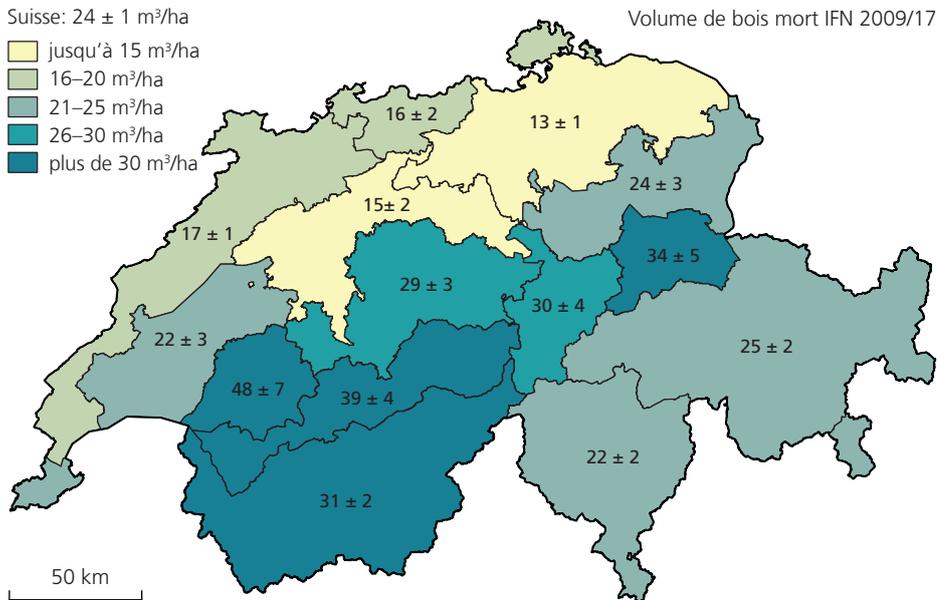


Fig. 6. Volume de bois mort dans les régions économiques de Suisse d'après l'IFN 2009/17 (BRÄNDLI *et al.* en prép.).

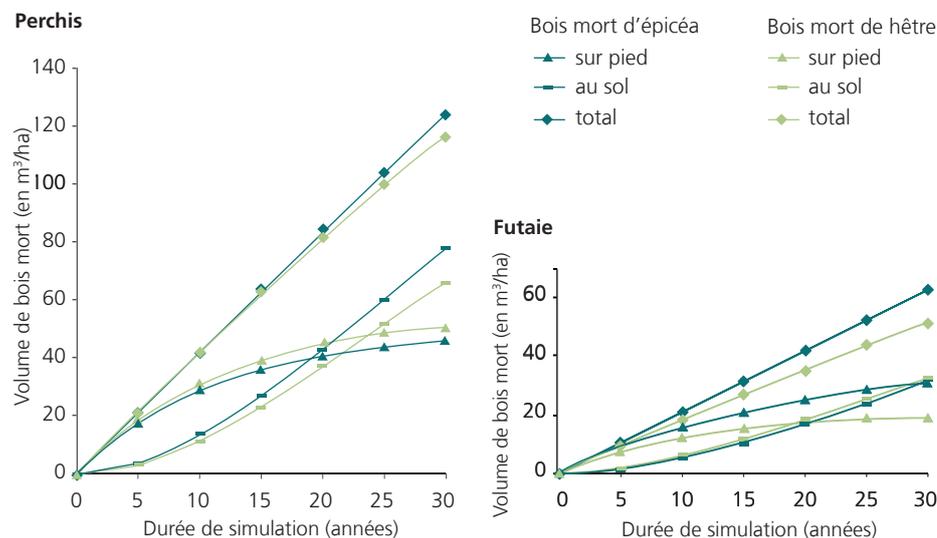


Fig. 7. Modélisation de l'accumulation de bois mort pendant 30 ans pour des peuplements inexploités d'épicéas et de hêtres, le bois mort sur pied se distinguant de celui au sol. Hypothèses pour les peuplements initiaux dans le perchis (à gauche): volume de bois = $180 \text{ m}^3/\text{ha}$ (épicéa) et $220 \text{ m}^3/\text{ha}$ (hêtre). DHP de la tige de surface terrière moyenne = 15 cm. Hypothèses concernant la futaie (à droite): volume de bois = $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ (épicéa) et $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ (hêtre). DHP de la tige de surface terrière moyenne = 35 cm (épicéa) et 30 cm (hêtre). Ces deux peuplements ne comportent à l'origine aucun bois mort.

Les scénarios représentés sur l'accumulation du bois mort dans un bas perchis et une jeune futaie pour l'épicéa et le hêtre (table de production – classe de fertilité 20), montrent qu'une quantité de bois mort sur pied supérieure à celle de bois mort au sol se crée au début. Mais 20 à 30 ans plus tard, la quantité de bois mort au sol est plus élevée. Les quantités présentes dans le perchis sont supérieures à celles de la futaie. Les simulations partent du principe qu'aucune tempête ni aucune autre perturbation n'ac-

croît la mortalité, et qu'aucun arbre n'est exploité. Les valeurs livrent un potentiel qui se trouve effectivement concrétisé dans la nature: les réserves forestières naturelles suisses comportent, après plusieurs décennies, des quantités de bois mort situées entre 50 et $130 \text{ m}^3/\text{ha}$, voire même $390 \text{ m}^3/\text{ha}$ après perturbations (HERRMANN *et al.* 2012). Dans le modèle de calcul, si les trois quarts du bois étaient exploités (exploitation normale du bois dans le contexte actuel), l'accumulation de bois mort chuterait à en-

viron $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ après 30 ans dans le bas perchis, et à $15 \text{ m}^3/\text{ha}$ dans la jeune futaie. Ces valeurs correspondent elles aussi à l'augmentation réelle de bois mort observée dans l'IFN en forêt exploitée.

Le bois mort en tant qu'habitat

Le bois mort est un habitat très riche en espèces. Fréquemment, plus le volume de bois mort est élevé, plus les organismes tributaires du bois mort sont nombreux. Cette corrélation est forte dans les forêts boréales, mais plus faible en zone tempérée (LASSAUCE *et al.* 2011). Sous nos latitudes, non seulement la quantité compte, mais aussi la diversité du bois mort. Cette diversité est liée aux différentes essences présentes, à la position (au sol/sur pied), à la dimension (petit diamètre/gros diamètre), à l'exposition (ensoleillé/à l'ombre), au microclimat (sec/humide) et au stade de décomposition (voir fig. 5). Dans les peuplements forestiers riches en bois mort, cela se traduit par des communautés d'espèces variées et caractéristiques du stade de succession. Environ un quart des espèces forestières ont besoin de bois mort. Parmi elles, les insectes et les champignons constituent les groupes les plus diversifiés. En Suisse, plus de 1700 espèces de coléoptères et plus de 2700 champignons supérieurs (fig. 8 et tabl. 4) sont tributaires du bois mort. Le sont aussi d'autres espèces recensées chez les mousses, les lichens et les oiseaux (les pics en particulier, mais aussi les colonisateurs secondaires des cavités d'arbres tels que les chouettes ou le pigeon colombin). De nombreuses espèces de chauves-souris, d'amphibiens et de reptiles font aussi partie du groupe des utilisateurs du bois mort. L'expression d'«espèce saproxylique» concerne toutes les espèces associées au bois mort, surtout les insectes qui, soit se nourrissent de bois, soit passent au moins une partie de leur vie dans le bois (dérivé du grec «sapos», pourri, et «-xylon», bois). Les prédateurs ou parasites des espèces saproxyliques font aussi partie de ce groupe, de même que ceux qui se nourrissent de champignons lignicoles (SPEIGHT 1989).

Le processus de dépérissement de l'arbre exerce également une grande influence sur la composition des espèces dans le bois mort. Un vieil arbre pourra par exemple rester plusieurs années voire plusieurs décennies sur pied avant de s'écrouler. Pendant cette longue période, de nombreuses

espèces du bois mort se succèdent, créant de nouveaux micro-habitats (cavités, galeries et déjections notamment). Lorsqu'un arbre vivant est renversé par une tempête, la succession des espèces diffère car la longue phase de vieillesse et de décrépitude fait défaut.

La plupart des insectes et champignons saproxyliques sont soit des spécialistes des feuillus, soit des résineux (STOKLAND *et al.* 2012). Certaines espèces sont même tribu-

taires d'un éventail encore plus restreint de plantes-hôtes. Les colonisateurs pionniers à l'image des scolytes sont souvent associés à un seul genre d'arbre. Au cours de la décomposition du bois, l'importance de l'essence diminue pour les espèces saproxyliques, car les propriétés physiques et chimiques du bois mort tendent à se confondre quelle que soit l'essence. La teneur en humidité gagne en revanche constamment en importance.



Fig. 8. De nombreux champignons saprophytes, à l'image de l'amadouvier (*Fomes fomentarius*), sont tributaires du bois mort, et même de certains stades de décomposition. Voir à ce sujet la Notice pour le praticien n° 49 du WSL: *Protéger et favoriser les champignons*.



Fig. 9. En Suisse, le bois mort de grande dimension est une denrée rare en forêt.

Pour les espèces saproxyliques, le diamètre du bois influe fortement sur les caractéristiques de l'habitat. Chez les vieux arbres de grande taille, l'écorce est en effet plus épaisse et souvent plus crevassée que chez les jeunes arbres, ce qui est primordial pour les espèces utilisant l'écorce comme habitat. Les arbres de gros diamètre disposent par ailleurs d'une surface inférieure par volume. Cette relation influence le microclimat (humidité et température) à l'intérieur du bois, plus stable dans le bois mort plus épais. Cet habitat est aussi plus constant car le bois mort de gros diamètre se décompose plus lentement que celui de petit diamètre. De plus, comme il présente souvent plusieurs états de décomposition en même temps, le bois mort de grande dimension (à partir de 50 cm environ pour le hêtre) offre une diversité supérieure d'habitats. Certes, avec des volumes équivalents, un nombre identique d'espèces se retrouve sur des gros ou des petits morceaux, mais la composition des espèces se distingue nettement (STOKLAND *et al.* 2012). Il n'est donc pas possible de substituer au bois mort de dimension supérieure un même volume de bois de dimension inférieure (BRIN *et al.* 2011). Une grande variété de diamètres s'avère donc déterminante pour préserver la communauté des espèces saproxyliques. Le bois mort de gros diamètre étant rare dans la forêt exploitée en Suisse, la conservation du bois mort devrait en faire une priorité (fig. 9).

Au cours du processus de décomposition, les conditions de vie pour les organismes évoluent dans le bois mort. C'est la raison pour laquelle des espèces disparaissent à l'échelle locale tandis que d'autres, mieux adaptées, s'établissent. De façon générale, il est possible de distinguer trois stades de succession (d'après STOKLAND *et al.* 2012): 1. colonisation par les espèces saproxyliques primaires; 2. remplacement des espèces saproxyliques primaires par des espèces saproxyliques secondaires durant la décomposition; et 3. remplacement des espèces saproxyliques par les organismes du sol pendant l'humification.

Or, conserver à long terme les espèces saproxyliques dans un massif forestier exige la coexistence incessante de tous les stades de succession. Le processus de décomposition a en effet un fort impact sur la diversité des espèces. Ainsi, tant sur le bois de feuillus que de résineux, les basidiomycètes présentent la diversité la plus grande lors des stades de décomposition intermédiaires. En revanche, la richesse spécifique des coléop-

tères saproxyliques atteint son paroxysme au début du processus de décomposition des résineux, tandis qu'elle se manifeste lors des stades intermédiaires et terminaux sur les feuillus (STOKLAND *et al.* 2012).

Valeurs seuil pour le bois mort

Quel est le volume de bois mort nécessaire à la conservation des espèces menacées? Les valeurs seuil aident à répondre à cette question. Elles indiquent les quantités minimales de bois mort requises pour préserver les espèces spécialisées. Il importe de déterminer les valeurs seuil écologiques pour le plus grand nombre d'espèces possible afin de mieux définir les valeurs cibles pour les quantités de bois mort. De telles valeurs cibles ont été fixées par l'Office fédéral de l'environnement dans la Politique forestière 2020 (OFEV 2013): 20 m³/ha pour le Jura, le Plateau et le sud des Alpes; 25 m³/ha pour les Préalpes et les Alpes. Une étude bibliographique sur les valeurs seuil concernant les organismes tributaires du bois mort démontre que la plupart des espèces peuvent survivre avec des volumes de bois mort compris entre 20 et 50 m³/ha (tabl. 3; MÜLLER et BÜTLER 2010). Du point de vue de la protection de la nature, ces valeurs constituent des valeurs cibles pour la forêt de production. Toutefois, elles ne suffisent pas pour assurer la conservation des espèces rares et exigeantes qui demandent parfois plus de 100 m³/ha de bois mort. *Antrodiella citrinella* notamment, un champignon très rare, a besoin de volumes de bois mort dépassant 120 m³/ha (BÄSSLER et MÜLLER 2010). Le pic tridactyle (*Picooides tridactylus*) quant à lui, ne nichera en général que dans des forêts comportant au moins 74 m³/ha de bois mort (KRATZER 2008). Les réserves forestières naturelles ou les îlots de bois mort sont en conséquence des instruments adaptés à la préservation de telles espèces (BOLLMANN et BRAUNISCH 2013).

Déficits malgré de hautes valeurs moyennes

En Suisse, le volume moyen de bois mort en forêt (24 m³/ha) est suffisant pour préserver nombre d'organismes dépendant de ce substrat. Il existe néanmoins des déficits régionaux et locaux. Au niveau régional, les principaux déficits se situent dans les forêts bien desservies du Plateau et du Jura. Sur le Plateau, seules les zones affectées par les tempêtes font état de volumes conséquents de bois mort. Dans les forêts naturelles et

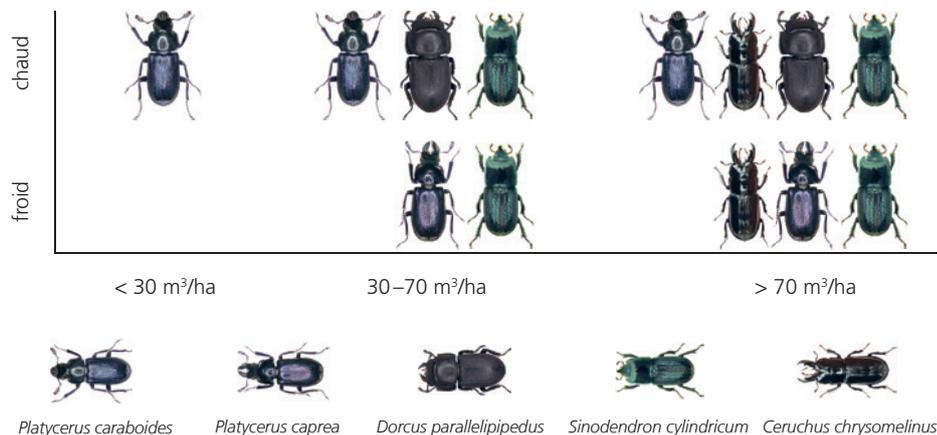
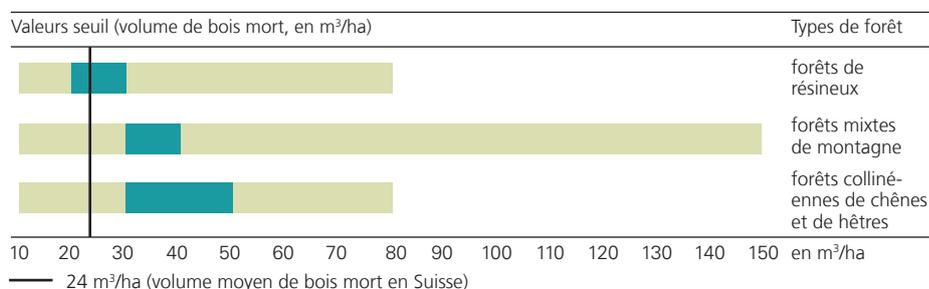


Fig. 10. Les représentants de la famille des lucanes (Lucanidae) sont de bons indicateurs de la quantité de bois mort et de la température dans les hêtraies (LACHAT *et al.* 2012).

Tabl. 3. Fourchettes de valeurs seuil indiquant le volume de bois mort requis par différentes espèces saproxyliques dans les forêts européennes. Dans la partie foncée, la majorité des espèces survit. La barre montre la gamme de volumes de bois mort dont ont besoin les espèces étudiées (MÜLLER et BÜTLER 2010).



les forêts primaires européennes, la variabilité spatiale des quantités de bois mort est également très grande. Celles-ci fluctuent le plus souvent entre quelques dizaines et quelques centaines de mètres cubes par hectare. Le volume moyen de bois mort, à hauteur de 140 m³/ha, est toutefois bien plus élevé qu'en Suisse. Dans la plus vaste forêt primaire de hêtres d'Europe (forêt d'Uholka en Ukraine), il atteint même 163 m³/ha (COMMARMOT *et al.* 2013). Dans la forêt suisse, il manque en particulier du bois mort de gros diamètre, à des stades de décomposition avancés, car celui-ci présuppose de grands arbres dépérissants, souvent uniquement présents dans les vieux peuplements non exploités.

Espèces indicatrices

Du fait de leurs exigences spécifiques particulièrement pointues vis-à-vis de l'habitat, les coléoptères saproxyliques sont de très bonnes espèces indicatrices. Les représentants de la petite famille des Lucanidae requièrent par exemple différentes combinaisons de quantités de bois mort et de températures (LACHAT *et al.* 2012, fig. 10).

Elles indiquent de ce fait parfaitement les caractéristiques de l'habitat dans les hêtraies. D'autres espèces de coléoptères de grande taille sont de bons indicateurs de la «naturalité» car elles ne sont présentes que dans les forêts non exploitées, proches de l'état naturel, abritant du bois mort de dimension supérieure (GOSSNER *et al.* 2013).

Une liste qui énumère 168 espèces reliques des forêts primaires a été établie pour l'Europe centrale (ECKELT *et al.* 2018). Ces espèces ont des exigences élevées en termes de qualité et de quantité du bois mort, et dépendent de stades de sénescence et de décrépitude présents en continu (BUSSLER 2008). Parmi elles figurent la rosalie des Alpes (*Rosalia alpina*; fig. 11) et *Rhyssodes sulcatus*, espèce très rare en Europe occidentale et centrale. Faute de forêts primaires, les espèces reliques sont extrêmement rares dans nos contrées. Elles ne se rencontrent quasiment plus que dans les peuplements forestiers qui ne sont pas ou plus exploités. Dans les hêtraies suisses, sept espèces reliques ont été dénombrées, dont six dans des forêts non exploitées, ce qui souligne leur valeur en vue de la protection de la nature.

Tabl. 4. Richesse spécifique de différents groupes d'organismes en Suisse avec indication du nombre total d'espèces, du nombre d'espèces saproxyliques par groupe et du nombre d'espèces prioritaires au niveau national parmi les saproxyliques.

Groupe	Nombre total d'espèces	Espèces saproxyliques	Espèces saproxyliques prioritaires au niveau national
champignons	7526	2750 (37%)	256 (9%)
coléoptères	6229	1743 (28%)	94 (5%)*
lichens	1795	157 (9%)	47 (30%)**
mousses	1093	32 (3%)	8 (25%)
oiseaux	217	30 (14%)	8 (25%)
chauves-souris	30	23 (77%)	13 (57%)

* seulement quatre familles de coléoptères prises en considération (Buprestidae, Cerambycidae, Lucanidae, Cetoniidae)

** y compris proposition pour les lichens lignicoles

Espèces prioritaires dans le bois mort

De nombreuses espèces animales, végétales, lichéniques et fongiques tributaires du bois mort figurent dans la liste des espèces prioritaires au niveau national (OFEV 2011; tabl. 4). Celles-ci sont en effet menacées. Or, si la Suisse assume une responsabilité particulière pour leur conservation, c'est parce qu'une grande partie de leurs populations et de leurs aires de répartition se situe dans notre pays.

Parmi les 256 espèces de coléoptères buprestidés, cérambycidés, cétoniidés et lucanidés, coléoptères saproxyliques évalués pour la première fois en 2016, 118 (46%) figurent sur la Liste rouge selon les critères de l'UICN (MONNERAT *et al.* 2016). Ces espèces menacées de coléoptères trouvent les conditions de vie les plus favorables dans les peuplements forestiers riches en vieux arbres et en bois mort.

Aspects juridiques

Selon la loi sur les forêts (art. 1 al. 1 LFo; RS 921.0) de la Confédération, la forêt suisse doit être protégée en tant que milieu naturel (let. b) et gérée de façon durable (let. c). Elle assure de surcroît une fonction clé de détente pour les visiteurs qui, conformément au Code civil (art. 699 CC; RS 210) et à la loi sur les forêts (art. 14), y ont libre accès.

Qui est responsable en cas de chute de bois mort?

Les arbres secs sur pied et les branches sèches présentent des dangers potentiels pour les promeneurs et les ouvriers forestiers. En principe, le propriétaire forestier n'a pas l'obligation d'exploiter sa forêt, et les visiteurs y pénètrent à leurs risques et périls. C'est donc aux personnes lésées elles-mêmes qu'incombe la responsabilité des dommages subis en forêt. Cela vaut en particulier en cas d'irrespect des règles élémentaires de prudence, lorsque ces personnes se promènent par exemple en forêt un jour de tempête ou ignorent les panneaux avertisseurs de danger (faute propre du lésé).

La responsabilité du propriétaire d'ouvrage selon le Code des obligations (art. 58 CO; RS 220) constitue cependant une exception importante à cette règle. Par ouvrage, on entend juridiquement un objet disposé artificiellement et rattaché au sol, à l'image d'une route ou d'un chemin. Le propriétaire est tenu de prendre les mesures

Les pics en progression

Huit espèces de pics nichent régulièrement dans les forêts suisses. Un grand nombre trouve sa nourriture (larves d'insectes) de préférence dans le bois mort. Ces dernières années, les populations de six espèces ont présenté une tendance positive. Même si d'autres facteurs, à l'image du climat plus chaud, influent positivement sur cette tendance, l'augmentation des vieux arbres et du bois mort joue probablement un rôle important dans cette évolution réjouissante (MOLLET *et al.* 2009). D'autres colonisateurs secondaires des cavités d'arbres comme le pigeon colombin, le gobe-mouches ou la mésange boréale, font aussi état de cette même tendance à la hausse.



Pic épeiche

Les quartiers des chauves-souris

Plusieurs espèces de chauves-souris occupent les cavités et les fentes des arbres sur pied. La barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*) tire ainsi parti de plaques d'écorce décollée sur de vieux arbres, morts ou vivants. Le murin de Bechstein (*Myotis bechsteini*) et le pic mar se manifestent à nouveau davantage dans les forêts de feuillus de plaine, le premier réutilisant les cavités de nidification délaissées par le second. Le murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) se sert des cavités d'arbres en forêt comme quartiers d'été. Les fentes ou fissures des arbres secs sur pied jouent un rôle déterminant pour le murin d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*) ou le murin de Brandt (*Myotis brandtii*).



Murin de Daubenton

nécessaires, dans les limites du raisonnable, pour garantir la sécurité de l'utilisation de son ouvrage. Cela concerne non seulement le chemin ou la route en tant que tels, mais aussi la protection contre la chute des branches notamment.

Le facteur décisif dans l'évaluation du caractère raisonnable des mesures de sécurité est la relation entre les dépenses, l'étendue potentielle du dommage et la probabilité que celui-ci survienne. Dans les forêts à fonction récréative fortement fréquentées, les obligations de sécurité ont tendance à être plus élevées.

Recommandations à l'attention des propriétaires de forêt et des employeurs

Le long des routes, des chemins très fréquentés, des parcours sportifs et des zones de détente (aires de pique-nique aménagées, emplacements pour barbecues, etc.), il importe d'évaluer de façon périodique le risque inhérent aux arbres morts sur pied, et de les abattre le cas échéant. Comme il est mentionné ci-dessus, les mesures de sécurisation doivent se situer dans les limites du raisonnable. Il est crucial de documenter les mesures prises. Des panneaux didactiques en bordure des réserves forestières ou des îlots de sénescence peuvent rendre attentif aux dangers éventuels, accroître le devoir de prudence des victimes potentielles, et de ce fait amoindrir la responsabilité des propriétaires de forêt.

Conformément au Code des obligations, l'employeur est tenu de veiller à la sécurité de ses employés (art. 328 al. 1). Il doit prendre les mesures nécessaires à cet effet. Ce devoir correspond au principe ancré dans la loi sur l'assurance-accidents (art. 82 al. 1 LAA; 832.20), selon lequel l'employeur est tenu «de prendre, pour prévenir les accidents et maladies professionnels, toutes les mesures dont l'expérience a démontré la nécessité, que l'état de la technique permet d'appliquer et qui sont adaptées aux conditions données». La formation est alors un élément clé: les ouvriers forestiers doivent être sensibilisés à ces problèmes, et recevoir des instructions appropriées sur les façons de garantir la sécurité au travail dans des forêts à la proportion accrue de vieux arbres et de bois mort.

Les réserves forestières, les arbres-habitats et les îlots de sénescence relèvent en définitive d'une exploitation forestière moderne (OFEV 2013). Il faut donc tabler sur des dangers éventuels. Même si aucun précédent juridique dans le contexte du



Fig. 11. Pour le développement de ses larves, la rosalie des Alpes a besoin, pendant plusieurs années, de bois mort de hêtre, de préférence exposé au soleil.

bois mort n'existe à ce jour en Suisse, la situation juridique pour les propriétaires de forêt et les exploitants reste insatisfaisante, notamment lorsque les propriétaires d'ouvrage et de forêt sont des personnes distinctes. De surcroît, les recommandations entraînent «seulement» un amoindrissement de la responsabilité. Or, les propriétaires forestiers préféreraient obtenir une exonération totale de responsabilité.

Favoriser le bois mort

Le bois mort et sa biocénose sont de bons indicateurs de la diversité des espèces, ainsi que de la proximité de l'écosystème forestier avec l'état naturel. Favoriser les organismes tributaires du bois mort signifie contribuer à une gestion forestière durable visant à remplir toutes les fonctions et prestations forestières de façon équivalente. Un volume de bois mort minimal devrait ainsi être présent sur l'ensemble de la surface forestière. En principe, il est toutefois plus avisé de disposer de quelques peuplements aux quantités de bois mort supérieures à la moyenne plu-

tôt que d'en avoir de faibles quantités à vaste échelle qui, de toutes façons, seront insuffisantes pour les espèces spécialisées.

Dans le cadre de la politique forestière suisse (PFS-CH 2004, OFEV 2013), l'Office fédéral de l'environnement soutient financièrement depuis des années deux mesures efficaces, liées à la surface, afin de promouvoir l'évolution naturelle de la forêt et de favoriser le bois mort: la création de réserves forestières et d'îlots de sénescence. La Confédération et les cantons se sont fixé l'objectif suivant d'ici à 2030: 10% de la surface forestière suisse devraient être protégés en tant que réserves, dont la moitié environ comme réserves forestières naturelles sans aucune exploitation. Dans le cadre des conventions-programmes entre la Confédération et les cantons, les arbres-habitats laissés sur pied bénéficieront aussi d'une aide financière.

En plus des peuplements forestiers protégés contractuellement, la Suisse compte de nombreuses forêts sans intervention depuis plus de 50 ans. Leur proportion atteint 1% sur le Plateau, 6% dans le Jura, et dépasse 50% au sud des Alpes. Ces fo-

rêts offrent un fort potentiel en vue de la conservation des organismes saproxyliques. Certes, rien ne garantit qu'elles demeureront inexploitées sur le long terme, mais un certain nombre devrait le rester dans le proche avenir. Aussi doivent-elles être intégrées de façon conséquente dans la conservation du bois mort.

Conseils en vue de la conservation du bois mort

La conservation du bois mort peut se faire à différents niveaux, de la planification régionale à la récolte du bois. Dans les plans directeurs forestiers, les objectifs régionaux sont définis et les réserves forestières potentielles délimitées. Sous la forme de réserves forestières et d'îlots de sénescence, la conservation du bois mort est garantie contractuellement à long terme avec le propriétaire de forêt (approche ségrégative).

Laisser sur pied du bois mort et des arbres-habitats devrait figurer comme objectif des plans de gestion forestière (approche intégrative). La pérennité des arbres-habitats peut uniquement être assurée par la sensibilisation, la formation et la formation continue du personnel forestier. Des réflexions sur les arbres-habitats devraient toujours intervenir lors du martelage. L'abattage involontaire représentant le plus grand danger pour les arbres-habitats, un marquage durable et leur report éventuel sur des plans préviendraient en partie ces menaces. Au cours de cette étape, il importe de prendre en compte la sécurité des ouvriers forestiers et des promeneurs en forêt en plus des aspects écologiques et économiques.

Favoriser par ailleurs le bois mort au sol en forêt lors de la récolte du bois suppose d'y laisser à terre des résidus de coupe ou des arbres entiers de moindre qualité. Le fait d'abandonner au sol de façon conséquente des houppiers d'arbres coupés à partir de la première grosse branche permet un réapprovisionnement régulier de bois mort pendant la récolte. Il existe cependant un conflit d'intérêts manifeste entre le besoin accru de bois-énergie et la conservation du bois mort.

Mise en réseau d'habitats

Des habitats diversifiés et riches en bois mort sont nécessaires à la survie à long terme des organismes tributaires du bois mort. Les réserves forestières naturelles constituent des habitats clés et fournissent une base vitale indispensable à de nombreuses espèces saproxyliques. Les îlots de sénescence,

les arbres-habitats, ainsi que le bois mort des forêts exploitées, sont des habitats à petite échelle qui permettent d'interconnecter les réserves forestières naturelles (fig. 12). Ces biotopes-relais facilitent l'échange d'individus entre populations, tout en constituant eux-mêmes des habitats. Ainsi, le pique-prune (*Osmoderma eremita*; fig. 13), coléoptère extrêmement rare et fortement menacé, colonise exclusivement de grandes cavités d'arbres à terreau. Un seul arbre peut abriter des générations de ce coléoptère sur plusieurs années.

Il n'existe pas de recette miracle pour la mise en réseau des trois éléments suivants dans le paysage: réserves forestières naturelles, îlots de sénescence et arbres-habitats. Les exigences des espèces saproxyliques mobiles, qui volent facilement, se distinguent fortement de celles des sédentaires, peu mobiles. De surcroît, les processus de l'échange d'individus et de l'échange génétique sont encore peu connus pour une multitude d'espèces, de même que les distances maximales pouvant être parcourues entre les habitats. De nouveaux résultats de recherche démontrent que les coléoptères saproxyliques et les champignons saprophytes sont plus limités par les processus de colonisation et d'établissement que par la dispersion (KOMONEN et MÜLLER 2018). Les habitats dotés d'une grande quantité de bois mort de bonne qualité sont de ce fait probablement plus déterminants pour la conservation des organismes tributaires du bois mort que la répartition spatiale du bois mort en forêt (SEIBOLD et al.

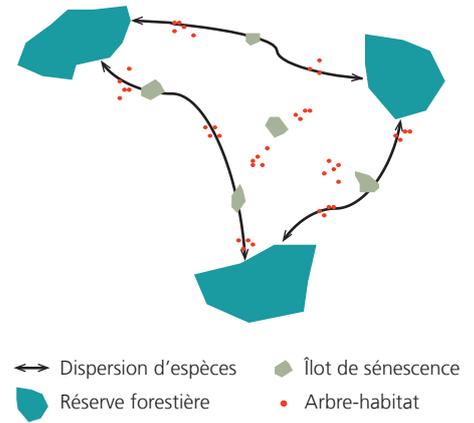


Fig. 12. Les îlots de sénescence et les arbres-habitats améliorent la mise en réseau fonctionnelle entre les réserves forestières naturelles afin de favoriser la dispersion d'espèces fortement menacées, présentes à l'échelle locale dans des habitats spatialement isolés. L'idéal serait de disposer de peuplements forestiers offrant des quantités élevées de bois mort et de multiples arbres-habitats, intégrés dans des forêts gérées de façon durable.

2017). Il est dès lors recommandé de favoriser autant que possible les réserves forestières naturelles et les îlots de sénescence aux quantités de bois mort supérieures à la moyenne. La mise en réseau spatiale à l'échelle du paysage est certes importante, mais en cas de limitation des ressources destinées aux mesures d'encouragement, il convient d'axer la priorité sur la conservation et la promotion d'habitats de grande qualité.

Des approches de mise en réseau sont toutefois nécessaires afin de favoriser la dis-



Fig. 13. L'habitat du pique-prune est si spécifique et si rare que ce coléoptère ne se retrouve que de façon très isolée.

persion d'espèces fortement menacées, présentes à l'échelle locale dans des habitats spatialement isolés. Des individus des populations résiduelles peuvent ainsi se propager sur de vastes distances dans des habitats adaptés. Pour ces espèces, la règle générale veut que soient délimités, en plus des réserves forestières naturelles, environ 2 à 3 îlots de sénescence par kilomètre carré de forêt, d'une surface minimale d'un hectare, et que soient conservés 5 à 10 arbres-habitats par hectare. Les arbres-habitats peuvent être répartis de façon régulière comme arbres individuels ou – variante privilégiée – en groupes d'arbres sur pied. Cette dernière variante présente moins de risques lors des travaux forestiers. Les bordures de ces groupes d'arbres demeurent toutefois dangereuses, et une grande prudence est de mise pendant les travaux forestiers.

Les défis à relever dans l'avenir

La demande croissante de bois-énergie pourrait stopper, voire inverser, la tendance qui se manifeste en Suisse par une hausse du volume de bois mort en forêt. Intensifier l'exploitation d'assortiments laissés à ce jour en forêt détériorerait les conditions de vie des communautés saproxyliques. La préservation de la biodiversité, de même que l'utilisation des sources d'énergies renouvelables, sont des objectifs de gestion durable. Le défi en forêt consistera à exploiter la ressource renouvelable qu'est le bois sans pour autant nuire à la biodiversité.

Bibliographie

- BÄSSLER, C.; MÜLLER, J., 2010: Importance of natural disturbance for recovery of the rare polypore *Antrodia citrinella* Niemelä & Ryvarden. *Fungal Biol.* 114: 129–133.
- BOLLMANN, K.; BRAUNISCH, V., 2013: To integrate or to segregate: balancing commodity production and biodiversity conservation in European forests. In: KRAUS, D.; KRUMM, F. (eds) Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. Joensuu, EFI. 18–31.
- BRÄNDLI, U.-B. (Réd.) 2010: Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004–2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Berne, Office fédéral de l'environnement, OFEV. 312 p.
- BRÄNDLI, U.-B.; ABEGG, M.; DÜGGELIN, CH., 2020: DIVERSITÉ BIOLOGIQUE. DANS: BRÄNDLI, U.-B.; ABEGG, M.; ALLGAIER, B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du quatrième inventaire 2009–2017. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Berne, Office fédéral de l'environnement, OFEV. En préparation.
- BRIN, A.; BOUGET, C.; BRUSTEL, H.; JACTEL, H., 2011: Diameter of downed woody debris does matter for saproxylic beetle assemblages in temperate oak and pine forests. *J. Insect Conserv.* 15: 653–669.
- BUSSLER, H., 2008: Reliktarten: Fenster in die Vergangenheit. *LWF aktuell* 63: 8–9.
- COMMARMOT, B.; BRÄNDLI, U.-B.; HAMOR, F.; LAVNYI, V. (eds) 2013: Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; L'viv, Ukrainian National Forestry University; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve. 69 S.
- DELONG, S.C.; FALL, S.A.; SUTHERLAND, G.D., 2004: Estimating the impacts of harvest distribution on road building and snag abundance. *Can. J. For. Res.* 34: 323–331.
- Direction du Projet PFS, BHP – BRUGGER & PARTNER, 2004: Programme forestier suisse (PFS). Cahier de l'environnement n° 363. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 117 p.
- ECKELT, A.; MÜLLER, J.; BENSE, U. *et al.*, 2018: «Primeval forest relict beetles» of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. *J. Insect. Conserv.* 22: 15–28. <https://doi.org/10.1007/s10841-017-0028-6>.
- GOSSNER, M.M.; LACHAT, T.; BRUNET, J.; ISACSSON, G.; BOUGET, C.; BRUSTEL, H.; BRANDL, R.; WEISSER, W.W.; MÜLLER, J., 2013: Current near-to-nature forest management effects on functional trait composition of saproxylic beetles in beech forests. *Conserv. Biol.* 27: 605–614.
- HERRMANN, S.; CONDER, M.; BRANG, P., 2012: Totholzvolumen und -qualität in ausgewählten Schweizer Naturwaldreservaten. *Schweiz. Z. Forstwes.* 163, 6: 222–231.
- KOMONEN, A.; MÜLLER, J., 2018: Dispersal ecology of deadwood organisms and connectivity conservation. *Conservation Biology*, 32: 535–545. doi:10.1111/cobi.13087.
- KRATZER, R., 2008. Totholzschwellenwertanalyse für die Habitate des Dreizehenspechts (*Picoides tridactylus alpinus*) im Schwarzwald. Diploma, Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften. University Freiburg. Freiburg. 83 S.
- LACHAT, T.; WERMELINGER, B.; GOSSNER, M.M.; BUSSELER, H.; ISACSSON, G.; MULLER, J., 2012: Saproxylic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. *Ecol. Indic.* 23: 323–331.
- LASSAUCE, A.; PAILLET, Y.; JACTEL, H.; BOUGET, C., 2011: Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecol. Indic.* 1027–1039.
- MOLLET, P.; ZBINDEN, N.; SCHMID, H., 2009: Steigende Bestandszahlen bei Spechten und anderen Vogelarten dank Zunahme von Totholz? *Schweiz. Z. Forstwes.* 160, 11: 334–340.
- MONNERAT, C.; BARBALAT, S.; LACHAT, T.; GONSETH, Y., 2016. Liste rouge des Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Cétoniidés et Lucanidés. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement. Berne; Info Fauna – CSCF, Neuchâtel; Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf. L'environnement pratique 1622: 118 p.
- MÜLLER, J.; BÜTLER, R., 2010: A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *Eur. J. For. Res.* 129: 981–992.
- OFEV, Office fédéral de l'environnement, 2008: Aide à la décision en cas de dégâts de tempête en forêt. Aide à l'exécution pour le choix du traitement par peuplement. Aide-mémoire en cas de dégâts de tempête 2008, partie 3. L'environnement pratique n° 0801. Berne, Office fédéral de l'environnement. 132 p.
- OFEV, Office fédéral de l'environnement, 2011: Liste des espèces prioritaires au niveau national. Espèces prioritaires pour la conservation au niveau national, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1103. Berne, Office fédéral de l'environnement. 132 p.
- OFEV, Office fédéral de l'environnement (éd.) 2013: Politique forestière 2020. Visions, objectifs et mesures pour une gestion durable des forêts suisses. Berne, Office fédéral de l'environnement. 66 p.
- PRIEWASSER, K.; BRANG, P.; BACHOFEN, H.; BUGMANN, H.; WOHLGEMUTH, T., 2013: Impacts of salvage-logging on the status of deadwood after windthrow in Swiss forests. *Eur. J. For. Res.* 132: 231–240.
- SEIBOLD, S.; BÄSSLER, C.; BRANDL, R.; FAHRIG, L.; FÖRSTER, B.; HEURICH, M.; HOTHORN, T.; SCHEIPL, F.; THORN, S.; MÜLLER, J., 2017: An experimental test of the habitat-amount hypothesis for saproxylic beetles in a forested region. *Ecology*. 98, 6: 1613–1622. doi: 10.1002/ecy.1819.
- SPEIGHT, M.C.D., 1989: Saproxylic invertebrates and their conservation. *Nature and Environment Series N° 42*. Council of Europe, Strasbourg. 81 S.
- STOKLAND, J.; SIITONEN, J.; JONSSON, B.G., 2012: Biodiversity in dead wood. Cambridge, Cambridge University Press. 509 S.

Remerciements

Nous tenons à remercier Kaspar Sollberger (Service juridique de l'OFEV) pour ses précisions juridiques, le Centre suisse d'information sur les espèces (InfoSpecies) pour sa mise à disposition des données et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) pour son soutien financier à la recherche sur le bois mort.

Pour de plus amples informations

SENN-IRLET, *et al.*, 2012: Protéger et favoriser les champignons. Not. prat. 49: 12 p.

SCHIEGG PASINELLI, K.; SUTER, W., 2000: Le bois mort – un habitat. Not. prat. 33: 6 p.

www.boismort.ch

Personnes à contacter

Rita Bütler Sauvain
Institut fédéral de recherches WSL
Case postale 96
CH-1015 Lausanne 15E
rita.buetler@wsl.ch

Thibault Lachat
Haute école des sciences agronomiques,
forestières et alimentaires HAFL
Länggasse 85
CH-3052 Zollikofen
thibault.lachat@bfh.ch

Claudio de Sassi
Office fédéral de l'environnement OFEV
Section Faune sauvage et biodiversité en forêt
CH-3003 Berne
claudio.de-sassi@bafu.admin.ch

Illustrations

Beat Wermelinger (fig. 1, 8), Peter Brang (fig. 2), Ueli Wasem (fig. 3), Yvonne Rogenmoser (fig. 4), Thomas Reich (fig. 5), Andreas Rigling (fig. 9), Udo Schmidt und Jörg Müller (fig. 10), Thibault Lachat (fig. 11), John Hallmén (fig. 13), Josef Senn (pic épeiche), www.fledermausschutz.ch (murin de Daubenton)

Référence bibliographique

LACHAT, T.; BRANG, P.; BOLLIGER, M.; BOLLMANN, K.; BRÄNDLI, U.-B.; BÜTLER, R.; HERRMANN, S.; SCHNEIDER, O.; WERMELINGER, B., 2019: Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. 2^e édition remaniée. Not. prat. 52: 12 p.

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Les résultats de la recherche sont élaborés pour constituer des pôles de savoir et des guides d'action à l'intention des acteurs de la pratique. Cette série s'adresse aux milieux de la foresterie et de la protection de la nature, aux autorités, aux écoles ainsi qu'aux non-initiés.

Les versions allemandes de cette série sont intitulées

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876.

Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique

Notizie per la pratica (ISSN 1422-2914).

Les dernières parutions (consultez www.wsl.ch/notices)

N° 62: Le pourcentage d'abrutissement – valeur de référence pour la gestion du gibier. O. Odermatt 2018. 8 p.

N° 61: Cycles et importance de la tordeuse du mélèze. B. Wermelinger *et al.* 2018. 12 p.

N° 60: Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol. M. Walser *et al.* 2018. 12 p.

N° 59: La forêt suisse face aux changements climatiques: quelles évolutions attendre? B. ALLGAIER LEUCH *et al.* 2017. 12 p.

N° 58: Chalcographe et micrographe. B. FORSTER 2017. 8 p.

N° 57: Le dépérissement des pousses du frêne. Biologie, symptômes et recommandations pour la gestion. D. RIGLING *et al.* 2016. 8 p.

N° 56: Développement urbain et paysager dans les zones proches des agglomérations. Exigences spatiales de l'être humain et de la nature. S. TOBIAS *et al.* 2016. 16 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/notices

Le WSL est un institut de recherche du Domaine des EPF.

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Mise en page: Jacqueline Annen, WSL
Impression: Rüegg Media AG

