

Inventaire en cours dans un peuplement de Chêne vert - Photo : Caroline Salomon

Inventaire des Réservoirs de biodiversité forestière et mise en place de la Trame de vieux bois Luberon-Lure

Caroline SALOMON*

RÉSUMÉ

Cinq ans après le début du projet de la Trame de vieux bois Luberon-Lure, le bilan des phases d'inventaire des Réservoirs de biodiversité forestière indique une surface inventoriée de 1392 ha de vieilles forêts sur le territoire de la Réserve de biosphère Luberon-Lure, répartie en 239 réservoirs. La Trame de Vieux Bois doit être considérée aux différentes échelles pour en apprécier l'efficacité écologique : l'échelle du massif avec la présence de Réserves biologiques intégrales, l'échelle de la forêt avec un réseau de réservoirs de biodiversité forestière, et l'échelle de la parcelle en considérant la sylviculture appliquée au peuplement et le réseau des arbres remarquables. Après avoir étudié la connectivité entre les zones participant à la Trame de vieux bois, il est possible d'identifier des zones à forts enjeux, où il convient d'agir de manière prioritaire. Le croisement avec les données de la gestion forestière actuelle montre que, même si les forêts publiques intègrent la protection des vieilles forêts dans leur mode de gestion durable, il reste encore beaucoup à faire auprès des autres acteurs de la filière, et notamment sensibiliser les propriétaires. Des propositions d'actions peuvent être soulignées, afin de mettre en œuvre la Trame de vieux bois à toutes les échelles. Intégrer les réservoirs de biodiversité dans les documents de gestion forestière, et conforter des alternatives pour pallier aux coupes rases de grandes surfaces afin d'améliorer la naturalité de la matrice forestière, en sont des exemples.

Mots-clés : trame de vieux bois, Naturalité, Biodiversité forestière, Vieilles forêts, Forêts anciennes, Îlot de vieux bois, Corridor, Réservoirs écologiques.

TITLE

Reservoirs of forest biodiversity inventory and the set up of the Luberon-Lure old growth forest network Summary.

ABSTRACT

Five years after the start of the project of the Luberon-Lure old growth forest network, the assessment of the Reservoirs of forest biodiversity inventory indicates 1392 ha inventoried on the territory of the Luberon-Lure Biosphere Reserve, distributed in 239 reservoirs. The Luberon-Lure old growth forest network must be considered at different levels to enjoy ecological efficiency the scale of the massif with the presence of integral biological reserve, the scale of the forest with a network of reservoirs of forest biodiversity, and the scale of the forest stand considering silviculture and the remarkable trees network. After studying the connectivity between the areas participating in the old growth forest network, it is possible to identify areas with high issue, where action has to be a priority. The junction with the current forest management data shows that, even if public forests include the protection of old growth forests in their sustainable management, there is much more to do with the other actors in the sector, and especially to raise awareness of the private owners. Proposals for action can be identified, in order to implement the old growth forest network at all scales. Integrate reservoirs of biodiversity in forest management documents, and support alternatives to avoid clear-cutting of large areas in order to improve the naturalness of the forest matrix, are examples.

Keywords : *Old growth forest Network, naturality, Forest biodiversity, Old growth forest, Age of forest land cover, Ecological reservoir, Ecological corridor.*

* Ingénieur forestier AgroParisTech - c.salomon@pnr-millevaches.fr - salomon.caro@gmail.com

INTRODUCTION

L'intérêt que l'on porte aux forêts anciennes se retrouve à travers les 3 piliers associés à la vision de la forêt : la sphère sociale, la sphère écologique et la sphère économique. En effet, la protection des vieilles forêts est une démarche qui témoigne du ressenti et de l'attachement qu'on éprouve face à une forêt de plus en plus sauvage. Il s'agit également de considérer la forêt comme le refuge d'une biodiversité particulière et riche, liée à la diversité des habitats et des micro-habitats. Cette biodiversité est aussi garante du bon fonctionnement de l'écosystème, offrant ainsi des services éco-systémiques divers.

En Méditerranée, les forêts sont l'héritage d'une époque particulièrement productrice en charbon de bois, ou en bois de chauffage plus récemment. Les forêts exploitées ont une structure de taillis, et témoignent d'une croissance lente dans les conditions difficiles du milieu. Les forêts gérées sont de plus exploitées avant d'avoir atteint l'âge de maturité, ou le stade de sénescence. Dans une perspective de préservation du patrimoine naturel, les vieilles forêts, et les espèces qui en dépendent, sont donc à protéger. Leur bon fonctionnement doit être assuré par une trame écologique prenant en compte le dynamisme spatial de la biodiversité. La Trame de vieux bois vise ainsi à protéger l'habitat des espèces liées aux vieux bois et la continuité intraforestière, mais elle est aussi la garantie de la préservation des paysages, et du patrimoine que ces forêts représentent.

Poussé par une démarche générale de mise en place d'une Trame verte et bleue, outil développé depuis le Grenelle de

l'environnement (2007) afin de restaurer la continuité écologique des milieux naturels, le Parc naturel régional a souhaité s'investir dans un projet de réalisation d'une Trame de vieux bois sur le territoire de la Réserve de biosphère Luberon-Lure, territoire d'une surface de 375 000 ha. Il s'inscrit donc dans une volonté de mettre en continuité la biodiversité liée aux milieux forestiers et aux vieilles forêts, et de réaliser une trame de biodiversité forestière.

Le projet de réalisation d'une Trame de vieux bois par le Parc naturel régional du Luberon a été initié en 2011, avec la numérisation de la carte d'État-major, qui donne un état des lieux de l'état boisé en 1830. Puis, les études se sont succédé pour mieux connaître et caractériser les réservoirs de biodiversité forestière présents sur le territoire de la réserve de biosphère de Luberon-Lure (Amandier, 2013 ; Dumont, 2013 ; Valladares *et al.*, 2016). Enfin, de 2012 à 2014, quatre phases d'inventaire des vieilles forêts ont été entreprises par des auteurs différents. Le détail du travail effectué par ces auteurs est présenté dans le tableau n° 1. À la suite des différentes phases d'inventaire jusqu'en 2014, 136 réservoirs de biodiversité forestière (voir la définition du terme dans l'encadré n° 1), soit 902 ha de forêts, ont été inventoriés. L'objectif du PNRL étant de créer une trame forestière fonctionnelle, il fallait donc compléter l'étude afin de fournir un inventaire sur la totalité du territoire.

Cette étude a permis de terminer l'inventaire des réservoirs de biodiversité forestière sur l'ensemble du territoire de la Réserve de biosphère Luberon-Lure. Il a également été réalisé une étude de ces réservoirs, afin d'en créer une typologie. Les questions de leur devenir et de leur intégration dans la gestion actuelle ont été également traitées.

Référence	Zone étudiée	A	B	Surf. totale (ha)
Bonnaffoux, 2012	Monts de Vaucluse	13	4	121
Baret & Vasselin, 2012	Plaine d'Apt et Monts de Vaucluse		22	122
Cardoso, 2013	Montagne de Lure	18	35	313
Du Lac <i>et al.</i> , 2013-2014 ¹	Petit Luberon	51		250
Salomon, 2016	Réserve de biosphère Luberon-Lure	45	51	586

Tableau 1

Résultats des phases d'inventaire des réservoirs de biodiversité forestière de la Réserve de biosphère Luberon-Lure.

A : nombre de réservoirs inventoriés en forêt publique
B : nombre de réservoirs inventoriés en forêt privée

1. Données issues de la plateforme d'échange en ligne (SIT) du PNR du Luberon (http://www.pnrpaca.org/carto/luberon/n_foret_anciennes/flash/)

Encadré°1 :

Le terme de réservoirs de biodiversité forestière

Le débat autour des vieilles forêts a longtemps été animé par une absence de consensus sur les termes employés, et sur la dérive des concepts que cela engendrait. En effet, la traduction en français du terme anglais *Old growth forest* est multiple, et réfère à des choses distinctes. Il est nécessaire d'éclaircir les différentes traductions possibles. D'autres termes sont souvent employés pour les mêmes entités : les îlots de vieux bois, et les **réservoirs de biodiversité forestière** concernent également les vieilles forêts. Mais, « îlots de vieux bois » est une dénomination utilisée par l'Office national des forêts (ONF) afin de définir des zones de forêts conservées pour laisser vieillir le peuplement (îlots de sénescence et îlots de vieillissement). Ainsi, afin de croiser le vocabulaire forestier avec celui de la Trame verte et bleue, et pour ne pas faire de confusion, l'expression « Réservoir de biodiversité forestière » a été choisie pour qualifier les îlots de vieux arbres inventoriés dans le reste de l'étude.

1- MÉTHODE

1.1- Caractérisation des réservoirs de biodiversité forestière selon l'évaluation de la Naturalité

Encadré°2 :

La naturalité (en anglais : *naturalness*) est une notion qui rassemble toutes les qualités fonctionnelles clés d'un écosystème : fertilité, production, résilience, ancienneté, dynamique, maturité. Elle se réfère au bon fonctionnement de l'écosystème, au travers de sa forte biodiversité, de son organisation spécifique, de sa complexité de fonctionnement et de sa spontanéité (Vallauri, 2007).

Afin d'uniformiser les résultats, toutes les phases d'inventaire ont utilisé le protocole 1.1 (version rapide) de l'évaluation de la naturalité (voir encadré n° 2) élaboré par le WWF (World wildlife found) en 2011 (Vallauri *et al.*, 2011). Il prend en compte chacune des caractéristiques de la biodiversité forestière et des vieilles forêts, tout en étant pratique et rapide dans sa réalisation (environ 30 à 60 mn par inventaire). Son fondement est similaire à celui de l'Indice de biodiversité potentielle (IBP), développé par Larrieu & Gonin (2008) puisqu'il renseigne des caractéristiques liées à la biodiversité forestière potentielle (présence de micro-habitats par exemple). Ce protocole de l'évalua-

tion de la naturalité a été choisi car il est adaptable à la végétation particulière de la région méditerranéenne, les dimensions des Très gros bois (TGB) étant définies selon la hauteur dominante du peuplement. Les critères de l'IBP sont également plus vite saturés (les notes les plus hautes sont très vite atteintes), et moins adaptés aux forêts méditerranéennes.

Le protocole est subdivisé en trois sous-catégories :

1. *L'évaluation du sentiment de nature.* L'auteur doit pouvoir estimer sa perception de la naturalité.

2. *La nature.* Il s'agit de toutes les mesures liées au fonctionnement de l'écosystème. Les mesures permettent de renseigner la diversité spécifique, la patrimonialité, la complexité structurale du peuplement (structure et surface terrière), la diversité des habitats et des micro-habitats (milieux rocheux, humides, ouverts, et les micro-habitats sur les arbres présentant des signes de sénescence), la maturité du peuplement (nombre de Très gros bois et bois mort), la dynamique de la sylvigénèse, la continuité spatiale et l'ancienneté (renseignée grâce aux cartes de Cassini de 1790 et d'État-Major de 1860).

3. *L'empreinte humaine.* Sont notées l'empreinte moderne (1800-1960) selon les usages passés, contemporaine (1960-actuelle) selon le nombre de souches et les dernières coupes forestières, et l'empreinte potentielle (estimation pour 50 ans) selon les pressions éventuelles.

Chaque critère est noté selon ses différentes modalités, mais le total de la note pour chaque critère est évalué sur 10. Enfin, 4 notes moyennes résumant les notes obtenues pour tous les critères et permettent de décrire au mieux le peuplement : la note de « Sentiment de nature », la note de « Diversité », la note de « Naturalité » et la note « d'Empreinte humaine ». Des graphes radars sont aussi réalisés pour détailler de manière précise et graphique les notes de diversité et de naturalité.

1.2- Phase d'échantillonnage, études cartographiques des zones à inventorier

Une phase d'échantillonnage, consistant en un pré-repérage cartographique sur SIG, est effectuée avant la phase de terrain pour permettre l'identification des zones à inventorier. Des documents cartographiques, tels que la carte



Très gros bois sur le site des Ocres - Photo : Caroline Salomon

du gradient de naturalité (Covemaeker, 2014), les cartes des aménagements et des inventaires naturalistes, ont été consultés afin de sélectionner les zones potentielles.

La carte du gradient de naturalité est une carte réalisée par Louise Covemaeker en 2014. Elle associe les informations des couches du type de peuplement (IFN V2) et celles de l'état d'ancienneté de l'état boisé. Chaque croisement obtient une note (de 1 à 14) selon la naturalité supposée du type de peuplement et selon l'ancienneté du peuplement. Ainsi, plus la note obtenue est élevée, et plus le peuplement voit son degré de naturalité augmenter (indigénat et diversité des essences, maturité, structure, fragmentation, empreinte humaine, etc.).

La méthode mise en place pour la sélection des zones à inventorier se veut être la plus automatique possible pour uniformiser l'échantillonnage sur tout le territoire étudié. Pour ce faire, le gradient de naturalité a été choisi pour offrir une source d'information homogène sur tout le territoire. Ainsi, dans un premier temps, il n'a été retenu

pour l'échantillonnage que les notes de naturalité hautes (11-12) et moyennes (8-9-10). Selon la méthodologie de Louise Covemaeker, il se trouve qu'en prenant cette fourchette de notes, on balaye les principaux types de peuplements présents sur le territoire ayant une structure de « forêt fermée », ce qui satisfait à la condition de couvrir un maximum les différentes essences de peuplement. Le premier pré-repérage des réservoirs à inventorier a donné des surfaces trop importantes pour pouvoir les prospecter, avec 3356 ha pour les zones de « Haute naturalité » (notes 11-12-13) et 38490 ha pour les zones de « Naturalité moyenne » (notes 8-9-10). Il a alors été effectué un premier tri des zones à prospecter selon les sources d'information (Baret *et al.*, 2012) et enfin un second tri selon leur intérêt potentiel, selon les conditions stationnelles (en favorisant les peuplements de fond de vallon et stations plus fraîches, en versant nord par exemple). Enfin, un affinage et une validation des zones du pré-repérage de terrain ont été réalisés grâce à des dires d'experts et de personnes ressources possédant la connaissance du terrain. Au final, la surface totale à inventorier est de 3260 ha.

L'échantillonnage a été réalisé de manière homogène sur tout le territoire. Ainsi, même si les unités des monts de Vaucluse, du Petit Luberon et du massif de la montagne de Lure ont déjà été parcourues par les auteurs des phases précédentes d'inventaire, une prospection de terrain était prévue afin de les compléter. Malheureusement, le massif de la montagne de Lure n'a pas été prospecté en complément, par manque de temps.

2- RÉSULTATS

En 2016, 1 195 ha ont été prospectés sur les 3 260 ha prévus par l'échantillonnage. Huit cent soixante hectares parcourus n'ont pas fait l'objet d'un inventaire, et 90 réservoirs de biodiversité forestière (soit 586 ha) ont été identifiés. Par manque de temps, il reste ainsi 1 204 ha à prospecter. Ont été laissées en priorité des zones trop difficiles d'accès, qui ne semblaient pas présenter de critères de naturalité évidents, ou inconnues des personnes ressources.

Au total, suite aux 5 phases d'inventaire de 2012 à 2016, 239 réservoirs de biodiversité forestière ont été inventoriés dans la Réserve de biosphère Luberon-Lure, représentant environ 1 392 ha. Les données relevées lors des inventaires réalisés par Julien Cardoso (2013) n'ont pas pu être récupérées à temps auprès du CRPF (Centre régional de la propriété forestière), car le transfert de données nécessite un accord et une convention à mettre en place. Les analyses statistiques concernant les notes obtenues lors des inventaires ne prennent donc pas en compte les inventaires réalisés par Julien Cardoso sur la montagne de Lure. Cependant, la situation géographique de ces inventaires a pu être recueillie afin de les intégrer dans les analyses spatiales des études de la Trame de vieux bois.

Plus de la moitié (53%) des réservoirs inventoriés ont une taille comprise entre 1 et 5 ha, ce qui est la surface préconisée pour des îlots de vieux bois « idéaux » par la bibliographie (Rouveyrol, 2009). On remarque que 10% des réservoirs ont une taille inférieure à 1 ha. Cependant, dans la majorité des cas il s'agit de sous-catégories de réservoirs, inventoriés en plusieurs fois pour améliorer la précision de la description. Ces petits réservoirs accolés entre eux n'ont pas été fusionnés pour conserver la précision de la donnée. Les surfaces inventoriées sont pour 59% en forêts publiques (10% en forêts domaniales et 49% en forêts communales). Ceci s'explique notamment par le fait qu'historiquement les forêts publiques sont plus pérennes (puis-

gérées selon un document d'aménagement). Du fait de ces documents, il s'agit également de zones plus simples à prospecter.

La répartition en cloche des notes « Sentiment de nature », « Naturalité », « Diversité » et « Empreinte humaine », issues des inventaires, souligne que les forêts anciennes inventoriées sont globalement de naturalité moyenne. En effet, si les réservoirs ayant des notes de naturalité exceptionnelles sont très rares, c'est parce qu'ils reflètent la réalité et qu'ils sont à l'image de la majorité des forêts du territoire.

3- ANALYSE

3.1- Réalisation d'une typologie des réservoirs de biodiversité forestière

Il a été réalisé une typologie afin de mieux décrire les réservoirs et de mieux les comprendre. Cette étude statistique reprend les données relevées par les inventaires de l'évaluation de la naturalité, sur les 187 réservoirs identifiés sur le territoire (les réservoirs inventoriés sur le massif de la montagne de Lure par Julien Cardoso n'ont pas pu être pris en compte car les données n'étaient pas disponibles au moment de l'étude).

Afin de comprendre quels sont les critères qui influencent le plus le regroupement des réservoirs inventoriés, il a été réalisé une Analyse des correspondances multiples (ACM). L'ACM compare des variables qualitatives, ce qui est adapté à notre cas puisque les notes, attribuées aux critères selon des classes de valeurs, ne sont pas continues et reflètent des « catégories » ou des « niveaux ». Cette analyse a donc été réalisée en prenant en compte les notes pour chacun des 14 critères, obtenues pour chacun des réservoirs.

Le premier axe de l'ACM, qui explique 24,43% de l'inertie totale du jeu de données, est principalement expliqué par les critères ayant un rapport de corrélation supérieur à 0,5 : maturité, structure et patrimonialité du peuplement, présence de micro-habitats.

L'interprétation du deuxième axe (qui explique 16,78% de l'inertie totale) est moins claire. Il semble que le critère principal qui explique ce deuxième axe soit l'essence dominante.

Afin de conforter ces résultats, il a été testé la composante continue et quantitative des notes (donc sans la variable « essence dominante ») et le fait qu'une note plus élevée représente un état de naturalité plus élevé. Une ACP a donc été réalisée. On remarque alors deux groupes de variables

qui expliquent au mieux les variabilités des inventaires : un premier groupe de variables, plutôt liées à la présence de vieux bois et à la maturité de la forêt : les variables maturité, structure, dynamique et présence de micro-habitats. Un deuxième groupe de variables a été identifié, plutôt liées à l'essence dominante : Patrimonialité, Indigénat et Continuité spatiale.

Afin de regrouper les réservoirs inventoriés en groupes qui partagent des critères semblables, une Classification ascendante hiérarchique (CAH) est réalisée sur les 187 réservoirs étudiés. Quatre groupes de valeurs se détachent clairement. Plusieurs essais ont été réalisés afin de tester le nombre optimal de groupes, et d'en expliquer le regroupement. Malheureusement, si les variables « Essence dominante » et « Maturité » semblent être les deux principales variables déterminantes pour former des groupes de réservoirs, les résultats de la CAH sont beaucoup moins clairs. En effet, il s'agit plus exactement d'un cocktail de variables diverses définissant chacun de ces groupes.

L'objectif de la typologie étant alors de décrire au mieux les réservoirs de biodiversité forestière, il a alors été créé un re-

groupement manuel se basant sur l'essence dominante du peuplement, puis sur ses critères de maturité si le groupe formé était assez conséquent. Cette typologie ne prend pas en compte les essences en mélange, et ne considère que l'essence majoritaire pour plus de clarté.

3.2- Analyse des réservoirs de biodiversité forestière dans la gestion forestière actuelle

3.2.1- Analyse en forêt publique

Afin de constituer une Trame de vieux bois fonctionnelle, il a été étudié le statut actuel des réservoirs inventoriés, afin de déterminer lesquels bénéficient déjà d'une mesure de protection, et lesquels ne sont soumis à aucun statut de cette nature. Ces derniers sont ceux sur lesquels il est utile d'agir.

Le bilan des mesures de protection de la forêt publique, sur le territoire de la Réserve de biosphère Luberon-Lure est dressé dans le tableau n° 2 et la figure n°1 :

Types de zonages contribuant à la Trame de vieux bois	Surface dans les forêts publiques (ha et %)	
Réserve biologique intégrale (existante + projet)	1 053	2,8
Ilots de sénescence	159	0,4
Ilots de vieillissement	431	1,1
« Hors sylviculture »	564	1,5
Zone (série) d'intérêt écologique	5 787	15,6
Zone « en évolution naturelle »	4 528	12,2
Sans intervention pendant la durée de l'aménagement	4 717	12,7
Total	16 186	46,3

Tableau 2 : détail de la contribution des forêts publiques dans la Trame de vieux bois Luberon-Lure.

On remarque que 46,3% des forêts publiques de la Réserve de biosphère contribuent à la Trame de vieux bois. Néanmoins ce pourcentage est à relativiser à la vue de la grande contribution des zones « en évolution naturelle », « sans intervention pendant la durée de l'aménagement » et des « séries d'intérêt écologique ». Ces zones ne garantissent aucune mesure de protection et de conservation du peuplement sur le long terme. Ainsi, sur ces 46,3% seuls 5,8% y contribuent de manière certaine sur le long terme. Par ailleurs, 24% des réservoirs inventoriés sont inscrits dans les îlots de vieux bois (îlots de sénescence et de

vieillessement) définis dans les forêts publiques. Ce chiffre s'explique par la simplicité de reconnaissance de ces peuplements qui ont été priorisés lors des phases d'échantillonnage des différents opérateurs.

De plus, 35% des réservoirs inventoriés sont en zones classées « hors sylviculture », « en évolution naturelle », « sans intervention pendant la durée de l'aménagement » et en « série d'intérêt écologique ». Ce haut pourcentage s'explique par la grande surface de ces zones, issues des anciens aménagements, mais qui n'ont pas forcément de vocation écologique.

Enfin, 36% des réservoirs inventoriés ne bénéficient d'aucune mesure particulière de protection. Ils représentent la marge de manœuvre pour la création de nouvelles zones potentielles pour la conservation de la forêt et la concrétisation de la Trame de vieux bois en forêt publique.

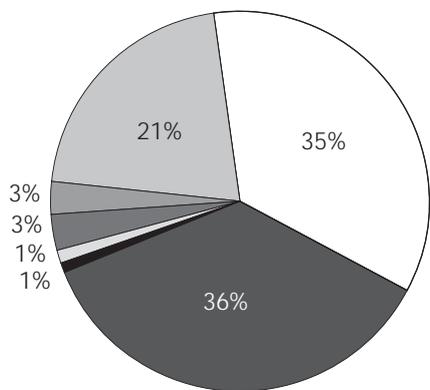


Fig. 1 : bilan de la répartition des réservoirs inventoriés dans la gestion actuelle de la forêt publique.

- Zone en évolution naturelle
- Zone en sylviculture
- RBI en projet
- Unité de conservation
- Contrats N2000 potentiels
- Îlots de vieillissement
- Îlots de sénescence

3.2.2- Analyses en forêts privées

Les forêts privées représentent 70% des forêts de la Réserve de biosphère Luberon-Lure (soit 110 000 ha). Sur ces forêts, les seules zones existantes qui participent à la Trame de vieux bois sont les îlots de sénescence prévus dans les Plans simples de gestion, les sites classés, et les zones qui ont fait l'objet d'un contrat Natura 2000 « F 227 - bois sénescents » (fig. 2).

Les plans simples de gestion (PSG) ne sont obligatoires que pour les propriétés de plus de 25 ha. Sur le territoire de la Réserve de biosphère Luberon-Lure, 730 propriétés forestières (soit 49 000 ha) sont soumises à réalisation d'un PSG, dont une grande partie le sont de manière récente (nouveau seuil en 2011, source : CRPF, comm. pers.). Le taux de réalisation de PSG sur le territoire est de 17,4% (127 PSG réalisés au 01/01/2015, source : CRPF, comm. pers.). De plus, les réservoirs inventoriés sont à 23% situés sur des propriétés de plus de 25 ha et qui ne disposent pas

encore de PSG. Ils représentent la marge de manœuvre pour la création de nouveaux îlots de sénescence en forêts privées, lors de la rédaction de nouveaux PSG.

Les contrats Natura 2000 constituent de véritables leviers économiques pour la mise en place d'îlots de sénescence. Ils ne sont applicables que sur les propriétés situées en site Natura 2000. Sur le territoire du Parc du Luberon, les sites Natura 2000 sont au nombre de 9, dont 7 ZSC et 2 ZPS, et représentent une surface de 54 000 ha. Ces sites sont animés, pour 7 d'entre eux, par le PNR du Luberon, qui définit les objectifs et propose des actions de gestion dans un Document d'objectifs (Docob). La démarche des sites Natura 2000 propose également la contractualisation de certaines actions. La création d'îlots de sénescence ou le maintien de vieux arbres peuvent faire l'objet de contrats Natura 2000. Il existe deux contrats dans le milieu forestier, le contrat « arbre sénescents » et le contrat « bois sénescents ». Le propriétaire doit s'engager à ne pas couper les arbres (et à préserver le fond forestier dans le cas d'un îlot de sénescence), pour une période de 30 ans, en contrepartie de quoi une somme lui est reversée. Les financements sont portés par l'État et par l'Union européenne (Feader et Feder). Les dossiers de demande de contrat Natura 2000 peuvent être appuyés par des organismes de gestion forestière, par le PNR du Luberon, par l'ONF ou par le CRPF. La réalisation de ces contrats n'est pas évidente, et il convient de les engager pour des situations où la protection a un caractère urgent ou lorsqu'elle est difficile à mettre en œuvre.

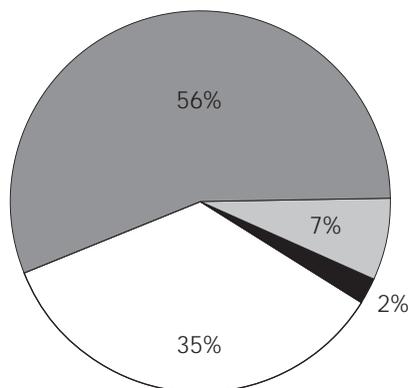


Fig. 2 : bilan de la répartition des réservoirs inventoriés dans la gestion actuelle de la forêt privée.

- Contrats N2000 réalisés ou en projet
- Aucun contrat ni zonage particulier
- Sites classés
- Sites N2000 sans contrat



Diversité des habitats - Photo : Caroline Salomon

Les zones Natura 2000 ne concernent que 35% de la surface des réservoirs inventoriés qui ne disposent pas de contrat. Sur cet ensemble de réservoirs (environ 80), pourront être ainsi identifiés ceux qui sont en situation prioritaire pour l'application d'un contrat Natura 2000.

Il existe de nombreux freins à la création d'îlots de sénescence en forêt privée. La perte économique engendrée sur le court terme, la peur de contraintes et de l'engagement sur le long terme en sont des exemples. Les contrats Natura 2000 représentent une compensation financière à la création d'îlots de sénescence. Cependant, elle ne peut pas être une solution généralisable car elle n'est applicable que pour un petit nombre de propriétés, étant elle-même limitée par son financement.

3.2.3- Connexité et zones de forts enjeux

Afin de constituer une Trame de vieux bois, il est essentiel de prendre en compte l'enjeu spatial d'un corridor écologique. Ainsi, après avoir inventorié les réservoirs de biodiversité forestière, et étudié leur prise en compte dans la

gestion forestière actuelle, il est primordial de prendre du recul et de les replacer au sein de l'étude de la Trame de vieux bois.

Des hypothèses doivent être faites concernant le comportement des espèces étudiées et les zones où ces espèces sont présentes. Dans la suite de l'étude, on appellera ces « zones de présence » des « zones sources ».

Afin de considérer les différents types d'espèces visés dans la Trame de vieux bois, deux grands groupes d'espèces ont été définis selon leurs traits de vie :

- Les espèces mobiles : dont les déplacements se définissent sur des distances de l'ordre de plusieurs kilomètres.

- Les espèces à faible mobilité : dont les déplacements se définissent sur des distances de l'ordre de plusieurs centaines de mètres.

- Les « zones sources » de biodiversité forestière liée aux vieux bois sont limitées aux zonages concrets de la Trame de vieux bois : sont pris en compte tous les réservoirs inventoriés, les îlots de vieux bois définis par l'ONF, et les RBI (Réserve biologique intégrale).

Les cartes de distance et de densité: étude de la connexion

L'étude de la distance entre les « zones sources » de biodiversité forestière est une première approche pour étudier la proximité et le déplacement potentiel des espèces d'une zone à une autre. Dans un deuxième temps, il a été tenu compte d'un certain seuil de présence de milieux ouverts entre les « zones sources » ou de présence de la biodiversité forestière. Pour ce faire, il a été calculé la densité des forêts de haute naturalité sur une surface donnée. La densité a été calculée dans un rayon de 2 km autour des « zones sources », puis dans un rayon de 200 m, afin de prendre en compte les deux groupes d'espèces considérés.

La carte de connexion montre que les zones de présence de la biodiversité forestière liée au vieux bois, au sein des forêts à haute naturalité, sont généralement assez bien connectées entre elles, si on considère une distance entre elles de l'ordre de 1 ou 2 km, ce qui s'explique par le fort taux de boisement sur le territoire d'étude.

Les cartes des efforts de déplacement entre les réservoirs: étude de la connectivité

La connectivité des « zones sources » de biodiversité forestière ne prend pas seulement en compte la connexion géogra-

phique, mais également la notion de déplacement au sein de ces connexions. Similaire à la notion de connectivité, il a été choisi le terme de connectivité car c'est celui repris par l'étude effectuée par l'IMBE (Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie) dans le cadre de l'étude de la Trame de vieux bois au sein de la Trame verte et bleue. Afin de considérer ces déplacements, l'occupation du sol selon le gradient de naturalité a été utilisée, en attribuant pour chaque type d'occupation du sol (associé au type de végétation), une note relative à la difficulté de déplacement, représentant « l'effort » ou le « coût » de déplacement que doit fournir l'espèce pour traverser la zone et rejoindre une zone « source ». Ces notes arbitraires postulent que plus la naturalité du peuplement est haute, plus la présence (ou le passage) de l'espèce considérée est facile. Ensuite, trois scénarios ont été imaginés. Le premier scénario considère que les espèces sont présentes dans tous les types de forêts à haute, moyenne et basse naturalité (ouvertes et fermées). Le second scénario considère que les espèces ne sont présentes que dans les forêts de haute et de moyenne naturalité (ce qui revient à ne considérer que les forêts fermées), et enfin un 3^e scénario plus extrême considère que les espèces ne sont présentes que dans les forêts de haute naturalité (voir Tableau n° 3).

Zones	Notes relatives de difficulté de déplacement selon le scénario		
	1 ^{er} scénario	2 ^e scénario	3 ^e scénario
Forêts de haute naturalité: notes de 9 à 12	1	1	1
Forêts de moyenne naturalité: notes de 6 à 8	2	2	25
Forêts de basse naturalité: notes de 2 à 5	4	25	30
Landes et prairies	10	30	35
Autres	50	50	80

Tableau 3: attribution de notes selon les zones considérées.

La fonction utilisée par ArcGis (« *CostDistance* » ou distance de coût) stocke dans chaque pixel de l'image créée, la valeur correspondant au coût minimal à fournir pour rejoindre une « zone source », en additionnant ainsi tous les coûts qui séparent le pixel de la « zone source » la plus proche. La carte présentée en 4^e de couverture du présent volume illustre la connectivité entre les réservoirs de biodiversité forestière inventoriés et les zones participant à la trame de vieux bois Luberon-Lure selon le 3^e scénario. Les cartes montrent une connectivité forte au sein de chacun des massifs fores-

tiers, quel que soit le scénario considéré. La connectivité entre les massifs est plus ou moins importante selon le scénario considéré. Plus la sélection des forêts favorables au passage des espèces est large (scénario 1 et 2), plus la connectivité est importante. Le 3^e scénario est un peu fort et montre de grosses discontinuités dans la connectivité.

Cependant, il est intéressant de remarquer que certaines zones apparaissent toujours en discontinuité, quel que soit le scénario considéré. Ces zones sont à définir comme des « obstacles » pour le déplacement des espèces considérées.

Il s'agit, soit de zones non favorables à leur déplacement, telles que les zones urbanisées, soit de zones globalement trop « moyennes » (de naturalité trop faible) et trop éloignées de « zones sources » de biodiversité forestière.

Les zones qui relient les massifs entre eux sont des zones très stratégiques pour le passage de la biodiversité, et doivent attirer toute notre attention. Il est possible de définir des zones de forts enjeux, là où la connexité entre les massifs forestiers est restreinte à une toute petite zone de forêt, menacée par les pressions alentour. Ainsi, 3 zones à forts enjeux de corridor ont été identifiées sur le territoire étudié, et assurent le passage de la biodiversité entre les massifs selon un axe nord-sud.

La priorisation d'action envers ces zones peut être alors pensée selon plusieurs stratégies :

- renforcer et pérenniser la naturalité (déjà assez élevée) des zones de « corridors » afin de maintenir et de garantir cette fonction
- améliorer la naturalité de ces zones de « corridor », si le peuplement existant présente alors une faible naturalité.

5- RÉFLEXIONS, DÉVELOPPEMENT

5.1- Les différentes échelles de la TVB

La Trame de vieux bois a pour objectif d'assurer la continuité des milieux forestiers dans l'espace, afin de permettre le bon fonctionnement de ces éco-systèmes, et la bonne conservation de ces espèces.

Pour ce faire, il a été défini les éléments importants du réseau qui constitue une Trame écologique (Lachat & Bütler, 2007). Les forêts en libre évolution, ou « cœurs de nature », sont de véritables refuges pour la biodiversité, agissant comme des zones nodales au sein de la trame. Il s'agit de zones de grande surface où les espèces forestières sont en évolution naturelle. Pour assurer la continuité et le passage des espèces entre elles, il faut considérer plusieurs échelles :

- La matrice forestière (ensemble de l'espace boisé), lorsqu'elle est de haute naturalité, avec des arbres d'intérêt écologique qui constituent des habitats ponctuels disséminés sur tout le territoire, est une zone de corridor pour le passage des espèces au travers des autres forêts moins accueillantes ou des zones non forestières
- Les îlots en libre évolution sont des réservoirs de biodiversité forestière de plus petite échelle. Dispersés dans

l'espace, ils constituent des zones de refuge intermédiaire, et des zones de passage sous forme de « pas japonais ».

5.2- Intégrer les réservoirs de biodiversité dans la gestion forestière, en tant que réservoirs et corridors de la Trame de vieux bois

L'intégration des réservoirs de biodiversité doit être réfléchi de manière pratique et concertée. En effet, sa mise en œuvre se fait de manière progressive, selon le renouvellement des documents d'aménagement des forêts publiques ou la création des Plans simples de gestion pour les forêts privées. Elle se base sur le volontariat des propriétaires publics et privés. Toute démarche doit ainsi être valorisée et acceptée en tant que telle.

Dans les forêts publiques, la démarche de création d'îlots de vieux bois est adoptée dans le fonctionnement de l'ONF, et renseignée dans la note de service sur les îlots de vieux bois (ONF, 2009). Les réservoirs de biodiversité inventoriés sont déjà assez bien intégrés dans les forêts publiques puisqu'un tiers d'entre eux sont déjà inscrits dans les aménagements forestiers. L'intégration de nouveaux îlots de vieux bois est un processus qui se met en place lors des révisions des documents d'aménagement.

En forêts privées, les documents de gestion ne sont pas très nombreux en proportion de leur surface (15% de la surface des forêts privées de la Réserve de biosphère Luberon-Lure sont gérées selon un PSG et 0,2% selon le Code de bonnes pratiques sylvicoles, source : CRPF, comm. pers.), et il n'y a pas de règle qui fixe la mise en place des îlots de vieux bois. La démarche doit être proposée individuellement aux propriétaires forestiers, qui, dans certains cas, peuvent être dédommagés financièrement par un contrat Natura 2000.

5.3- Création de réserves, zones nodales de la biodiversité de la Trame de vieux bois

Les réserves possèdent la surface nécessaire afin de constituer des « cœurs de nature », véritables réservoirs de la biodiversité forestière. Les divers types de réserves (RBI, RBD², Réserves régionales et autres) diffèrent selon l'importance du cadre réglementaire qui dicte la gestion et les interventions possibles sur la zone. Cependant, la création

de réserves est une démarche longue et compliquée. Sur le territoire, la Réserve biologique intégrale (RBI) de Lagarde d'Apt est un projet qui est sur le point d'aboutir.

5.4- Vers une gestion durable des forêts, impact de la sylviculture pour améliorer la qualité de la matrice forestière

La sylviculture touche directement la Trame de vieux bois puisqu'elle impacte le maintien des vieux arbres, des vieux peuplements, l'amélioration de la naturalité de la matrice forestière et le maintien de zones en vieillissement (vieilles forêts en devenir).

La politique adoptée par l'ONF est une gestion durable des forêts, puisqu'elle relève du Régime forestier, dont le cadre est réglementé dans le Code forestier.

De plus, certaines communes sont engagées dans la certification PEFC (Programme européen des forêts certifiées), pour garantir la gestion durable de leurs forêts. Outre la création d'îlots de vieux bois, les directives préconisent le mélange des essences autochtones, et le maintien des arbres « bio » (de gros diamètre ou présentant des signes de sénescence) au nombre minimum de 1 par hectare (ONF, 2009).

Cependant, depuis le Grenelle de l'environnement, une nouvelle politique forestière vise à augmenter les prélèvements pour produire plus de bois. Cette politique va conduire à un rajeunissement des forêts et localement à une décapitalisation des peuplements en place.

Sur le territoire, les forêts sont en majeure partie constituées de peuplement de Chêne vert et de Chêne pubescent en taillis. Les caractéristiques dendrométriques de ces peuplements sont souvent faibles, dues aux conditions stationnelles peu fertiles: déficit hydrique important et faible épaisseur du sol. Ainsi, la sylviculture appliquée à ces peuplements pauvres est habituellement réalisée par des coupes de rajeunissement, ou coupes rases. En effet, le volume après la coupe de ces peuplements méditerranéens étant très faible, il est même parfois difficile de rentabiliser les coupes (selon un professionnel rencontré, le volume moyen de bois à sortir pour rentabiliser une coupe

en contexte méditerranéen serait de 40 à 50 stères/ha). De ce fait, la coupe rase décapitalise la totalité du peuplement et permet de rentabiliser la coupe.

Outre l'impact de ce genre de sylviculture sur le paysage, l'impact sur la biodiversité forestière est indéniable. Malheureusement, si les annexes vertes du Schéma régional de gestion sylvicole (SRGS) indiquent des recommandations vis-à-vis de la gestion en coupe rase, le décret dans la réglementation forestière qui fixe les données de surface « seuil » maximum au-delà de laquelle les coupes rases sont interdites n'est pas encore approuvé. Néanmoins, la coupe rase est interdite pour des surfaces supérieures à 15 ha en zone Natura 2000 uniquement. De plus, sur tout le territoire, elle est systématiquement soumise à autorisation du préfet pour une surface de plus de 4 ha d'un seul tenant (et prélevant plus de 50% du volume sur pied).

À l'échelle du massif, des coupes rases de toute petite surface peuvent créer une mosaïque de paysage favorable à la faune. Son impact écologique est de plus négligeable. La question se pose alors sur la gestion de grandes surfaces forestières en coupe rase.

En raison des faibles volumes à l'hectare que le taillis méditerranéen représente, son exploitation n'est généralement envisagée que par la coupe rase. Pourtant, il serait possible d'entreprendre, dans des conditions fertiles, une gestion différente par des sylvicultures un peu plus innovantes. Ainsi, des initiatives ont été soulevées, comme celle développée par Nicolas Luigi, expert forestier en région PACA. Il a réalisé des essais de sylviculture en layons (de 2 ou 3 m de largeur, tous les 15 m environ) dans du taillis méditerranéen, qui s'apparente alors à des cloisonnements mais dont le but n'est pas l'accès aux machines permettant l'exploitation des inter-bandes. Il demande aux exploitants de diminuer les coûts d'investissement du matériel, afin de ne pas être obligé de couper davantage de bois pour rentabiliser la coupe. Enfin, il promeut la vente en régie, qui permet de maîtriser la qualité d'exploitation en choisissant et en contrôlant les opérateurs, tout en optimisant la rentabilité par la vente en bord de route.

Cette sylviculture amène à des réflexions. D'une part, il est possible de revenir sur la nature de ce traitement en se posant la question de la suite: exploitation des inter-bandes

2. Les Réserves biologiques intégrales et les Réserves biologiques dirigées sont des parties de forêts soumises au régime forestier (essentiellement des forêts de l'Etat et des collectivités) dont la fonction est d'assurer la conservation d'habitats naturels ou d'espèces remarquables.

(dans ce cas il s'agit bien de cloisonnements), réalisation de layons parallèles (cela s'appelle une coupe par bandes), ou bien l'amélioration du taillis entre les bandes (ce qui revient à faire des cloisonnements suivis d'un balivage). D'autre part, il est intéressant de s'interroger sur l'impact paysager d'une telle sylviculture, qui pourrait être amélioré en envisageant un traitement de coupes par cépée. Il s'agit de prélever 3 à 5 cépées du taillis sur un pourcentage de la surface calculé de sorte que la totalité des cépées soit coupée en plusieurs passages, et en un temps déterminé. Ce délai peut être lié au vieillissement des brins en évitant, par exemple, d'aller au-delà de 80 ou 90 ans pour les plus vieux. Cette technique peut être utilisée pour les stations moins fertiles, alors que les secteurs plus fertiles voisins peuvent être balivés. Cette hétérogénéité des traitements peut être également favorable au sylvopastoralisme, en permettant à l'herbe de pousser dans les trouées (sous réserve de bien gérer la période de protection des rejets, surtout avec des caprins).

Pour compenser le fait que le volume par hectare soit faible, il est encore possible de considérer la mutualisation des coupes, après regroupement possible de plusieurs propriétaires publics et privés, afin de baisser le coût d'investissement du matériel et des machines et ainsi de moins avoir à prélever dans le peuplement, pour rentabiliser la coupe.

Ces expériences, ces initiatives sont à développer et à communiquer auprès des propriétaires, pour leur diffusion et leur application. Elles soulèvent une autre question sous-jacente, celle de la valorisation possible et de la vente du bois d'œuvre de feuillus en région méditerranéenne.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cinq ans après le début du projet de la Trame de vieux bois Luberon-Lure, démarré en 2011 par le Parc naturel régional du Luberon, la synthèse des actions réalisées amène à considérer les zones inventoriées au sein d'un réseau écologique, et à en analyser la prise en compte par la gestion forestière.

Le bilan des phases d'inventaire des Réservoirs de biodiversité forestière indique une surface inventoriée de 1 392 ha de vieilles forêts sur le territoire de la Réserve de biosphère Luberon-Lure, répartis en 239 réservoirs. Ces réservoirs sont présents à 59% en forêts publiques. Ils se caractérisent d'après leur essence dominante et leurs critères de maturité

selon la typologie qui a été créée pour mieux les décrire. Les inventaires des réservoirs de biodiversité forestière doivent être poursuivis afin de connaître davantage la répartition des vieilles forêts sur le territoire et de proposer un réseau toujours plus complet.

La Trame de vieux bois doit être examinée aux différentes échelles pour en apprécier l'efficacité écologique : l'échelle du massif, de la forêt, et de la parcelle. Afin d'étudier la connectivité entre les zones participant à la Trame de vieux bois, une carte montre les efforts de déplacement d'une biodiversité potentielle. Cette carte souligne des zones à forts enjeux, où il convient d'agir de manière prioritaire.

Le croisement de ces informations avec les données de la gestion forestière actuelle montre que, même si les forêts publiques font des efforts quant à la protection des vieilles forêts dans leur mode de gestion durable de la forêt, il reste encore beaucoup à faire auprès des autres acteurs de la filière. Le bilan des outils disponibles auprès des gestionnaires montre que la difficile prise en compte de la Trame de vieux bois dans les documents de gestion forestière vient surtout d'un manque de sensibilisation des propriétaires. Afin de mettre en œuvre la Trame de vieux bois à toutes les échelles, il faut encourager et valoriser les actions comme l'intégration des réservoirs de biodiversité dans les documents de gestion forestière de manière progressive et concertée, et soutenir les alternatives pour pallier aux coupes rases de grandes surfaces et améliorer la naturalité de la matrice forestière. Une boîte à outils peut être diffusée aux gestionnaires pour faciliter leur prise en compte de la Trame de vieux bois dans leurs travaux, comme proposé dans le tableau n° 4.

La Trame de vieux bois doit être davantage envisagée comme un enjeu dynamique, autant de manière spatiale que de manière temporelle. Le vieillissement d'une forêt doit ainsi être pensé sur le long terme par les gestionnaires et les propriétaires forestiers. De plus, l'étude de sa fonctionnalité et de la connectivité doit être poursuivie de manière plus précise, par la prise en compte d'espèces identifiées et de leurs comportements face aux milieux qu'elles traversent. Ces informations, encore mal connues par les scientifiques, doivent faire l'objet d'une étude plus approfondie. En effet, un projet mené par l'IMBE étudiera prochainement cet aspect de la continuité écologique de la Trame de vieux bois, en s'appuyant sur l'occupation du sol défini selon un modèle très précis, le Mode d'occupation du sol (MOS), combiné à une note « d'aptitude » des espèces capables de traverser ces milieux (Réseau régional

Échelle de travail	Massif forestier	Forêt	Parcelle
Éléments de la Trame de vieux bois	Forêts en libre évolution (de 10 ha à + de 100 ha)	Réservoirs de biodiversité forestière (de 1 à 10 ha)	Arbres d'intérêt écologique Naturalité de la matrice forestière
Fonction écologique	Réservoirs de biodiversité		
		« Corridors écologiques »	
Outils de protection et de gestion disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - Réserves biologiques intégrales, Réserves Nationales ou régionales - Arrêté de protection de Biotope - Classement « hors sylviculture » dans les plans de gestion - « milieux exceptionnels » de la charte du PNR du Luberon - Acquisition publique (ENS/ réserves régionales) 	<ul style="list-style-type: none"> - Classement en îlots de sénescence (ou îlots de vieillissement) dans les plans de gestion - Contrats Natura 2000 « bois sénescents » - Espaces Boisés Classés 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrats Natura 2000 « arbres sénescents » - Gestion durable de la matrice forestière : • Recommandations sylvicoles (intégration dans les plans de gestion) • Sylviculture innovante pour palier aux coupes rases • Conseils de gestion durable du SRGS.

Tableau 4 : bilan des outils possibles pour l'intégration de la Trame de vieux bois dans la gestion forestière.

des espaces naturels PACA, 2015). L'étude est réalisée pour chaque type d'espèces établi selon un examen préalable qui définit des groupes d'espèces de mêmes traits de vie. À terme, l'objectif de ce projet est également la déclinaison locale du Schéma régional de cohérence écologique (SRCE). Dans ce cadre, il est possible de réfléchir à la possible considération des réservoirs de biodiversité forestière inventoriés en tant qu'Espaces boisés classés (EBC). Cette disposition, explicitée par l'article L130-1 du Code de l'urbanisme, est intégrée dans les PLU et vise à protéger les espaces boisés (forêts, bois ou arbres isolés) et à maintenir leur rôle paysager ou écologique.



Importance du bois mort - Caroline Salomon

Bibliographie

AMANDIER L., 2013. *Étude floristique et structurale de quelques forêts matures de Provence Alpes-Côte d'Azur, comparaison avec des forêts « ordinaires »*. Rapport CRPF-PACA, 109 p.

BARET J. & VASSELIN L. 2012. *Inventaire et cartographie des forêts privées anciennes du Parc naturel régional du Luberon*. Étude réalisée pour le PNRL. BIODIV, Écologie appliquée, Aix-en-Provence, 16 p.

BONNAFOUX C., 2012. *Vers la mise en place d'une trame fonctionnelle de vieux bois sur une partie du massif forestier du Parc naturel régional du Luberon*. Mémoire de stage de deuxième année, Agroparistech-ENGREF, 50 p.

CARDOSO J., 2013. *Détermination et hiérarchisation des forêts vieilles de la Charte forestière de territoire montagne de Lure, en vue de la mise en place d'une Trame de vieux bois*. Mémoire de stage Master II, Université de Bordeaux 1, 58 p.

COVERMAEKER L., 2014. *Élaboration d'une méthodologie pour la définition d'une « Trame de vieux bois » dans le Parc naturel régional du Luberon*. Mémoire de fin d'études, Groupe ISA Lille, Ingénieur pour la Terre, 90 p.

DUMONT J., 2013. *Les forêts anciennes du Parc naturel régional du Luberon. Étude floristique et compléments cartographiques*. Mémoire de mission professionnelle, AgroParisTech, 131 p.

LACHAT T. & BÜTLER R., 2007. *Gestion des vieux arbres et du bois mort. Îlots de sénescence, arbres habitat et méta-populations saproxyliques*. Mandat de l'Office fédéral de l'environnement. OFEV.

LARRIEU L. & GONIN P., 2008. *L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers*. *Revue Forestière Française*. 06-2008, p. 727-748.

ONF, 2009. *Note de service sur les îlots de vieux bois 09-T-310*. 6 p.

Réseau régional des espaces naturels PACA, 2015. *Analyse des continuités écologiques. Le cas des piémonts agricoles de l'arrière-pays provençal. Guide méthodologique. Mise en œuvre du Schéma régional de cohérence écologique (SRCE)*. Agence régionale pour l'environnement PACA, Aix-en-Provence, 96 p.

ROUYEYROL P., 2009. *Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne. État des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion*. Mémoire de fin d'étude, AgroParisTech-ENGREF, 185 p.

SALOMON C., 2016. *Inventaire des réservoirs de biodiversité forestière et mise en place de la Trame de Vieux Bois Luberon-Lure*. Mémoire de fin d'étude, AgroParisTech-ENGREF, 72p.

VALLADARES L., BRUSTEL H. & COURTIN O., 2016. *Évaluation de la biodiversité entomologique des vieilles forêts de la Réserve de biosphère Luberon-Lure. Rapport final*. École d'ingénieurs de Purpan, Toulouse, 41 p.

VALLAURI D., 2007. *Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion*. Rapport scientifique WWF, Marseille, 86 p.

VALLAURI D. & ROSSI M., 2011. *Évaluer la naturalité. Guide pratique version 1.1*. WWF, Paris, 154 p.