

Aperçu sur les forêts anciennes et matures de Méditerranée française et des montagnes limitrophes

Enjeux pour la conservation de la nature

par Magali ROSSI, Pierre BARDIN, Eugénie CATEAU
et Daniel VALLAURI

Alors que la notion de naturalité est un sujet de débat dans de nombreux pays d'Europe depuis plusieurs années, ce n'est que récemment qu'elle est entrée dans le monde méditerranéen.

Dans cet article, après avoir défini les critères servant à évaluer la naturalité, les auteurs nous présentent quelques peuplements représentatifs des hauts lieux forestiers du Sud méditerranéen de la France.

Introduction

Des forêts anciennes en Méditerranée ?

Les résultats des recherches en écologie (FRANKLIN *et al.*, 1997 ; LINDENMAYER & FRANKLIN, 2002 ; GOSSELIN & LAROUSSINIE, 2004) montrent de plus en plus clairement les clés de la structuration et de la viabilité des écosystèmes forestiers. Ils font ressortir notamment des qualités écologiques intrinsèques : diversité, indigénat, complexité structurale, maturité, dynamique, continuité, ancienneté. Ces qualités sont souvent rassemblées, par commodité de langage, sous le vocable générique de « naturalité » (VALLAURI, 2007 ; VALLAURI *et al.*, 2010 ; DUDLEY, 2011).

Si les forêts à haute naturalité sont un sujet de débat dans les régions tempérées et boréales de l'Europe depuis une vingtaine d'années (PETERKEN, 1996 ; SCHNITZLER 2003 ; VALLAURI (coord.), 2003 ; GILG, 2004), elles n'ont pas fait l'objet de recherches ou d'une priorité de conservation affirmée en Méditerranée, sauf récemment et/ou dans quelques pays seulement (Italie, Balkans).

Pour illustrer cela d'un exemple, dans la remarquable monographie sur les forêts méditerranéennes de QUÉZEL & MÉDAIL (2003), seulement dix pages sont consacrées aux forêts anciennes (sur 571), vues sous un angle principalement biogéographique. Les auteurs signalent pourtant l'importance du sujet et de son développement pour la conservation de la biodiversité de la Méditerranée.

Il semble que, par le passé, la réalité des forêts anciennes de l'écorégion ait été masquée par trois traits majeurs de la nature méditerranéenne, à savoir :

- leur histoire paléoécologique holocène tourmentée (REILLE *et al.*, 1996 ; MÉDAIL et DIADEMA, 2009). La nature méditerranéenne a co-évolué de façon étroite avec cette histoire, à la fois climatique, biogéographique et humaine. Elle permet de comprendre une partie de la structuration de la diversité des forêts, via la notion de refuge et la connaissance des voies de recolonisation. Ce domaine constitue à juste titre une large part des connaissances en écologie méditerranéenne ;

- la forte empreinte écologique humaine depuis des millénaires. Elle a indéniablement transformée les forêts (THIRGOOD, 1981 ; GUILAINE, 2001 ; BLONDEL, 2006 ; BLONDEL *et al.*, 2010). Toutefois, il peut être regretté le peu de place laissé dans ces études à l'analyse spatiale et temporelle des nuances relatives à l'intensité, aux formes et aux implications écologiques variées des multiples empreintes vécues. L'histoire humaine, pas plus que la nature, n'est un phénomène homogène. Or, la puissance même du concept de naturalité est de souligner la nécessité de ces nuances. Les empreintes passées sont incontestablement le terreau qui contingente la nature d'aujourd'hui (parfois avec une mémoire des effets à très long terme comme le montrent DUPOUEY *et al.*, 2002 a et b). Mais la nature présente également des processus fonctionnels propres, à l'origine d'une résilience souvent mal perçue, car s'exprimant à long terme ;

- la transition forestière vécue depuis plus d'un siècle, c'est-à-dire le retour récent d'une grande surface de forêts nouvellement nées, est une particularité de la rive nord de la Méditerranée (MATHER, 1992). Elle est très prégnante en France (MATHER *et al.*, 1999 ; VALLAURI *et al.*, 2012). Cette transition forestière rend floue certaines analyses à court et moyen termes. Dans la masse dominante des forêts récentes et jeunes, l'importance des

îlots de forêts anciennes passe inaperçue pour le non spécialiste, et les forêts matures sont souvent encore mal perçues par les gestionnaires forestiers soucieux de production, qui les connotent plutôt négativement (forêt mal gérée, riche en bois sénescents ou morts, signe de perte d'usages et d'absence de production).

Aujourd'hui, les forêts anciennes et matures comptent sans doute pour moins de 1 % de la surface totale de l'écorégion méditerranéenne (MANSOURIAN *et al.*, 2013). En France, LORBER et VALLAURI (2007) les estiment à environ 2 % pour la Méditerranée française et les montagnes limitrophes. Toutefois, elles existent bel et bien et possèdent une biodiversité originale et une valeur fonctionnelle clé. Elles sont importantes pour la compréhension des facteurs de résilience et l'adaptation face aux changements climatiques, si cruciale aujourd'hui. Les forêts anciennes et matures d'aujourd'hui ont été protégées en partie du fait de choix anciens de leurs propriétaires (monastère, aristocratie) ; d'autres, dans certains secteurs en déprise rurale depuis le XIX^e siècle ou inaccessibles à la mécanisation depuis 1960, se restaurent spontanément au fil des années passées sans qu'elles soient exploitées.

Ces forêts anciennes et matures, actuelles ou de demain, possèdent une riche biodiversité, une valeur économique totale (c'est-à-dire incluant les valeurs non-marchandes et les services écologiques) importante et une valeur culturelle spécifique. Elles font partie du patrimoine naturel méditerranéen.

Objectifs de l'étude en France

Cet article présente une synthèse partielle des résultats d'une étude destinée à caractériser la naturalité des forêts méditerranéennes, menée de 2010 à 2013 dans le cadre du programme « forêts anciennes¹ » du WWF France (ROSSI et VALLAURI, 2013 ; ROSSI *et al.*, 2013). Il contribue à répondre aux nombreuses questions posées par les forêts anciennes et matures. Où sont-elles dans l'écorégion méditerranéenne française ? En quoi les forêts les plus anciennes et matures sont-elles fondamentalement différentes des forêts récentes, jeunes ou gérées ? Quelle est la valeur écologique de ces forêts anciennes et matures ? Quel degré d'empreinte humaine ont-elles subi ? Peuvent-elles servir de référence ? Peuvent-elles inspirer et enrichir une réflexion de gestion vers d'autres sylvicultures ?

1 - www.forestsanciennes.fr

L'article est organisé en trois grandes parties. Après la présente introduction, deux chapitres sont consacrés à présenter succinctement la méthode d'évaluation proposée et l'échantillon de peuplements évalués. Couvrant tous les types d'habitats forestiers principaux des quinze départements méditerranéens, l'échantillon vise à décrire les hauts lieux forestiers de la région. La partie suivante présente successivement quelques résultats obtenus : valeurs de référence de chaque qualité écologique, degré d'empreinte humaine et de sentiment de nature perçu. Les résultats sont également analysés par habitat, avant de donner lieu à une classification ascendante hiérarchique, en vue d'expliquer l'ordination multicritère de la naturalité des peuplements. Suit une présentation succincte de quelques peuplements à haute naturalité, classés par étages (Cf. Fig. 1). Enfin, les résultats ouvrent sur une discussion ayant l'ambition d'évoquer des perspectives d'application à la gestion, qu'elle soit productive ou conservatoire.

Méthode d'évaluation utilisée

Elaborée avec l'aide du comité scientifique et technique du programme « forêts anciennes » du WWF, la méthode d'évaluation est le fruit d'un long processus d'échanges, de synthèses et de tests.

La méthode est multicritère et définie pour évaluer la naturalité de toute forêt métropolitaine, des plus artificielles aux hauts lieux

de naturalité. La méthode est appliquée à l'échelle dite « du peuplement », espace considéré comme homogène au niveau des paramètres stationnels, de l'habitat, de la structure forestière et de l'histoire des usages. La surface d'un peuplement est généralement comprise entre 1 et 10 ha.

La méthode d'évaluation s'articule autour de trois grands axes (naturalité, empreinte humaine, sentiment de nature). L'analyse de la naturalité se fait à partir de neuf critères (diversité, indigénat, complexité de la structure, microhabitats des arbres vivants, maturité, dynamique, continuité spatiale, ancienneté de l'état boisé), auxquels s'ajoute un critère de patrimonialité. Ces critères, et les indicateurs qui les composent, sont présentés et justifiés de façon détaillée dans ROSSI et VALLAURI (2013). L'empreinte écologique humaine est analysée de façon hiérarchisée en fonction de trois périodes historiques clé pour comprendre les forêts d'aujourd'hui (entre 1800 et 1960, de 1960 à nos jours, les 50 prochaines années), puis selon l'importance des principaux facteurs d'empreinte agissant à l'échelle du peuplement. Un dernier axe d'analyse concerne le sentiment de nature perçu. Il permet d'avoir une vision élargie des perceptions et représentations de la naturalité des forêts par le biais des sciences sociales. Noté ici de façon succincte, à titre illustratif et de comparaison aux autres axes d'analyse, le sentiment de nature donne lieu à des études spécifiques (LE QUEAU *et al.*, 2010, MORGE, 2012).

Pour plus de détails, le lecteur intéressé peut se reporter au guide de mise en œuvre

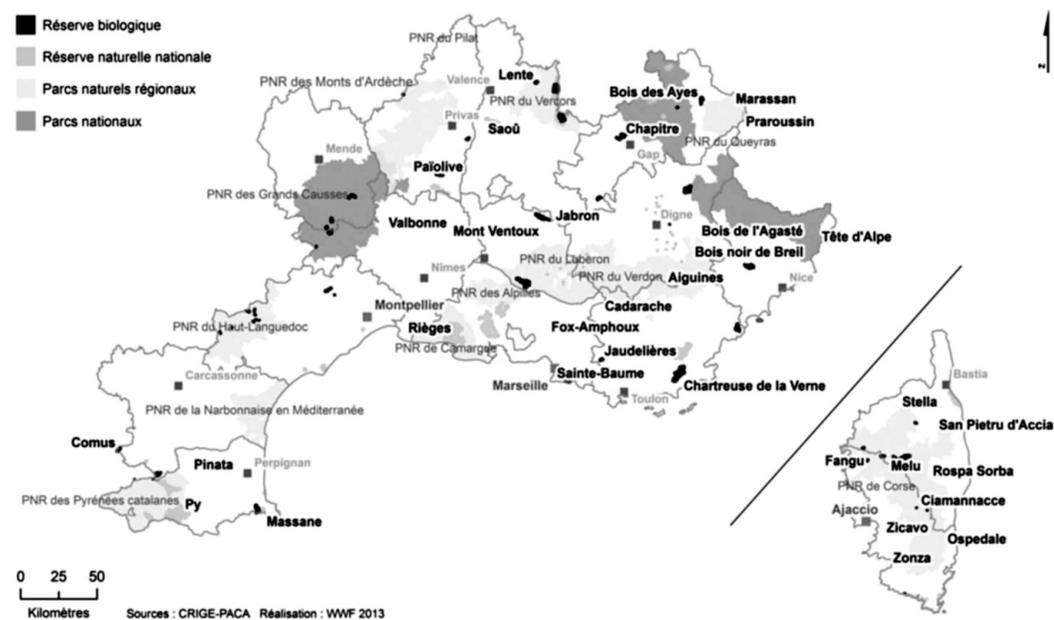


Fig. 1 : Localisation des 33 forêts dans lesquelles 52 peuplements ont été évalués.

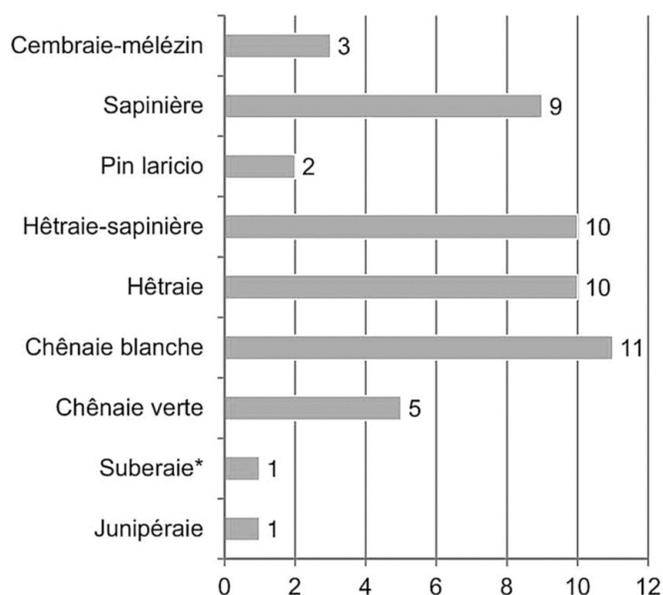


Fig. 2 :
Répartition
des peuplements étudiés
en fonction des types
d'habitat forestier.

* Pour les suberaies,
13 autres peuplements
ont été évalués dans
une étude spécifique
(MARTIN, 2012).

de l'évaluation de la naturalité d'un peuplement forestier publié par ROSSI & VALLAURI (2013).

Présentation de l'échantillon des peuplements analysés

Trente-trois forêts ont été sélectionnées à partir de la littérature disponible et de l'avis des experts.

Les forêts sélectionnées sont réparties dans 13 des 15 départements de l'écorégion méditerranéenne française, soit tous les départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et de la Corse, trois départements de la région Languedoc-Roussillon (Gard, Aude, Pyrénées-Orientales) et deux de la région Rhône-Alpes (Drome, Ardèche). La Lozère et l'Hérault n'ont pas été échantillonnées, faute de temps. Certaines forêts des Cévennes étudiées par le Parc national des Cévennes (FEBVRE, 2010) auraient été intéressantes à ajouter à l'échantillon.

Pour chaque forêt, 1 à 4 peuplements ont été pré-repérés au bureau suite aux informations recueillies (bibliographie et recueil des dires d'experts, consultation des cartes anciennes, notamment les minutes des cartes d'Etat-major, des photographies aériennes, des cartographies disponibles sur la végétation et les peuplements). Les critères de sélection recherchés étaient les suivants (critères non exclusifs ni obligatoires) :

- ancienneté de la forêt (via les minutes des cartes d'Etat-major) ;

- essences dominantes indigènes (données IFN ou tirées des plans de gestion et des aménagements) ;

- maturité des arbres (houppiers clairement visibles et de grande taille sur les photos aériennes, données des plans de gestion et des aménagements) ;

- faible empreinte humaine (date de dernière coupe > 60 ans, donnée par les plans de gestion ou les aménagements).

Cinquante-deux des peuplements pré-repérés ont été inventoriés (évaluation d'un peuplement d'un hectare). Ces peuplements ne sont pas représentatifs de l'ensemble de la forêt. Couvrant la majorité des grands types d'habitats forestiers des quinze départements méditerranéens, de l'étage mésoméditerranéen au subalpin, l'échantillon vise à décrire les hauts lieux de naturalité de l'écorégion (Cf. Fig. 2). Cinq peuplements ont été exploités il y a moins de 20 ans, parmi lesquels trois sont potentiellement toujours en exploitation. Au niveau des statuts de protection, 32 % des sites ne sont couverts que par Natura 2000, 26 % sont des réserves dirigées, 16 % des réserves intégrales, 19 % sont simplement situés dans un Parc naturel régional, 6 % n'ont aucun statut de protection.

Quelques valeurs de référence pour la naturalité régionale

Les hauts lieux de l'échantillon, c'est-à-dire les peuplements qui maximisent au mieux les qualités écologiques, sont en moyenne caractérisés par :

- une diversité des arbres relativement élevée (supérieure à 5 espèces, à l'exception notable de quelques hêtraies) ;

- un couvert forestier composé à 100% d'essences indigènes ;

- une grande diversité et densité de microhabitats suivant la typologie de EMBERGER *et al.* (2013) (plus de 10 microhabitats par ha d'au moins 5 types différents ; plus de 5 loges de pic/ha) ;

- une structure irrégulière au moins en diamètre, parfois en diamètre et hauteur ;

- une surface terrière supérieure à 25 m²/ha ;

- une structure verticale des espèces ligneuses comprenant au moins trois strates ;

- un âge du peuplement considéré comme « mature » (âge supérieur à la moitié de la borne inférieure de la classe de longévité dont fait partie l'essence²) ou « âgé » si $> 3/4$;
- un nombre de très très gros bois (TTGB ; seuil de diamètre variant selon la fertilité de la station³) variable, un tiers des peuplements en comptant plus de 10 par hectare ;
- un volume de bois mort de diamètre > 30 cm variable, mais un quart des peuplements présentent plus de 50 m³/ha ;
- une dynamique dominée par les dryades, mais comportant rarement toutes les phases de la sylvigénèse.

L'empreinte humaine après 1960 est généralement faible dans les hauts lieux (absence d'exploitation du bois et des autres empreintes). Les présomptions d'exploitation ancienne sont nombreuses (pâturage, charbonnage, etc.). Toutefois, la non exploitation du bois est attestée depuis des dates remarquablement anciennes pour La Massane (1880), Comus (1886) et Lente (1897). Les pressions estimées pour les 50 ans à venir sont généralement inférieures à la moyenne des forêts, faute d'accessibilité notamment, sauf à Cadarache (Bouches-du-Rhône) où des projets d'aménagement importants jouxtent les peuplements décrits (et ont déjà fait disparaître des peuplements équivalents).

Le sentiment de nature perçu dans ces peuplements est très particulier, même pour le technicien habitué à parcourir les forêts de la région. Il est généralement fort à très fort. Il est exceptionnel à Zicavo en Corse-du-Sud et à la Sainte-Baume (Var, peuplement de la Grotte aux œufs).

Dans le but de faciliter une appréhension synthétique des multiples critères de naturalité, une analyse factorielle et une classification ascendante hiérarchique ont été conduites, permettant l'ordination de l'échantillon en sept groupes de naturalité décroissante. De même, une recherche d'indices synthétiques a été engagée dans ROSSI *et al.* (2013). Nous n'évoquerons pas ici les bases de construction de ces analyses. Toutefois, le classement des peuplements les uns par rapport aux autres permet de faire ressortir les hauts lieux de l'échantillon :

- les quatre peuplements de plus haute naturalité sont les sapinières ou hêtraies-sapinières du Bois noir de Breil dans la vallée de la Roya (Alpes-Maritimes), de Zonza (Punta di Ferru et Samulaghia) en Corse-du-Sud et du Bois du Chapitre (rive du Buech) dans les Hautes-Alpes ;

- suivent les sapinières du Ventoux (Coste Vieille) et un autre peuplement du Bois du Chapitre (combe de Lavanche), ainsi que les hêtraies de Zicavo (Luvana) en Corse-du-Sud et de La Massane (Corral dels Porcs) dans les Pyrénées-Orientales ;

- le top 10 pour la faible empreinte humaine depuis 1800 est composé de peuplements de Lente/Val Sainte-Marie (2 peuplements) dans la Drôme, à Comus (2) dans les Pyrénées-Orientales, dans le versant nord du Ventoux (2) en Vaucluse, à Zonza (2) en Corse-du-Sud et au Bois du Chapitre (2) dans les Hautes-Alpes ;

– pour chaque habitat, quelques peuplements se démarquent. Un peuplement de chêne vert du Fangu (Omita) en Haute-Corse présente une naturalité supérieure et une empreinte humaine très inférieure à toutes les autres chênaies vertes étudiées en Corse et sur le continent ; ce peuplement est exceptionnel pour l'habitat. La chênaie blanche de Montchamp à Paiolive en Ardèche a une naturalité significativement plus élevée que les autres peuplements de cet habitat, malgré une empreinte humaine restant moyenne. Pour les hêtraies, celles de Zicavo (Luvana) en Corse-du-Sud et de la Massane (Corral dels Porcs) dans les Pyrénées-Orientales sortent du lot. Les sapinières de Zonza en Corse-du-Sud et du bois noir de Breil dans la Roya (Alpes-Maritimes) sont les deux peuplements de plus haute naturalité de notre échantillon. Pour les cembraies, peu représentées dans cette étude, les peuplements de Marassan et du bois des Ayes présentent la plus forte naturalité, même si elle est très inférieure toutefois aux valeurs obtenues par celle de l'Orgère en Savoie ou de God Tammangur en Suisse.

Illustrations par quelques peuplements

Pour illustrer les hauts lieux de naturalité rencontrés dans la région échantillonnée, nous présentons ci-dessous quelques sites décrits. Les fiches de description peuvent être retrouvées sur le site web du programme « forêts anciennes »⁴. Il s'agit de peuplement d'un hectare ; en aucun cas toute la surface de la forêt concernée n'est identique. Cette liste cherche à être représentative des principaux habitats.

2 - Voir Rossi et Vallauri (2013) page 92
 3 - Voir Rossi et Vallauri (2013) page 96
 4 - <http://www.forêtsanciennes.fr/protoger-mieux/france/>



Fig. 3 et Photo 1 :
La forêt du Fango
en Haute-Corse.
© Daniel Vallauri



Dans la chênaie verte du Fango (Forêt territoriale, Haute-Corse)

La forêt du Fango (Cf. Photo 1) est l'une des yeuseraies les plus matures du bassin méditerranéen. La zone a été classée par l'UNESCO en réserve de biosphère en 1977, et par l'ONF en réserve biologique en 1988. Ce site est un véritable laboratoire de recherche sur la faune, la flore et les dynamiques naturelles (voir notamment PANAIOTIS, 1994, 2005 ; PANAIOTIS *et al.*, 1995, 1997, 1998). Le chêne vert existait déjà dans la vallée du Fangu en 5 600 ans av. J.C. À cette époque, il était confiné dans des zones dites « refuges » compte tenu du climat (CARCAILLET *et al.*, 1997). La végétation du haut de la vallée était constituée par une forêt de pins laricio, que les hommes du Néolithique ont défrichée par brûlage, favorisant le chêne vert pour le pacage des animaux (PANAIOTIS, 2005). Aujourd'hui, cette chênaie verte compte des peuplements exceptionnels, tel que celui d'Omita, du fait de :

- ses caractéristiques structurales (futaie irrégulière de surface terrière égale à 38 m²/ha, 16 TTGB/ha pour un diamètre seuil de 90 cm) ;
- sa maturité (arbres d'au moins 250 ans, volume de bois mort supérieur à 20 m³/ha) ;
- et sa dynamique naturelle (cycle sylvigénétique complet).

L'empreinte humaine passée est forte (charbonnage, pacage, prélèvement de bois de feu), mais le sol n'a jamais été labouré et l'abandon des pratiques sylvo-pastorales est suffisamment ancien (> 50 ans) pour que la dynamique puisse être considérée comme complète.

Aucune yeuseraie du continent, même la Chartreuse de la Verne (forêt domaniale des Maures, Var) connue pour sa belle futaie, ne peut être comparée au peuplement d'Omita dans la forêt du Fango.

Dans la forêt de la chartreuse de la Valbonne (Forêt domaniale, Gard)

L'origine des hêtres de la forêt domaniale de la Valbonne (Cf. Photo 2) a fait couler beaucoup d'encre, et ce dès FLAUGÈRE *et al.* (1931). Certains voient en ces hêtres une relique glaciaire, les autres une relique historique du Moyen-Âge. Michel COINTAT (1955), soutient, lui, l'hypothèse d'une introduction par les moines de la Chartreuse dans les années 1750. Toujours est-il que plus de 200 ans plus tard, les hêtres sont toujours présents à la Valbonne, à seulement 200 m d'altitude en moyenne, même si des problèmes de dépérissements se font sentir depuis quelques années (périodes de sécheresse plus longues). On dispose de très nombreuses archives sur l'histoire de la gestion de la forêt de la Valbonne, mais pas de données paléocologiques (pollens ou charbons de bois). Actuellement, l'aménagement fixe comme objectif principal la protection du milieu, et secondairement la production de bois d'œuvre feuillu et résineux et l'accueil du public. Les peuplements présentent d'anciennes futaies (chênaies pubescentes ou hêtraies-chênaies) depuis longtemps protégées et de jeunes futaies sur souche provenant de taillis mis en repos aujourd'hui mais anciennement exploités. Les peuplements sont très diversifiés dans la forêt (chêne, hêtraie, pinède, etc.). Le peuplement de chênaie-hêtraie dont la naturalité a été évaluée près de la Chartreuse est composé de nom-



breuses essences : chêne pubescent, chêne vert, hêtre, tilleul à petites feuilles, houx, érable champêtre, alisier torminal, alisier blanc, noisetier, arbousier, ainsi que le pin noir d'Autriche et le charme-houblon, qui ont été introduits. Le peuplement est une futaie irrégulière, avec 2 TTGB/ha seulement (plus de 70 cm de diamètre pour les chênes et 120 cm pour les hêtres et les pins). Le peuplement est adulte (en moyenne une centaine d'années), avec peu de bois mort (3 m³/ha). La date de la dernière coupe remonte aux années 1950 pour ce peuplement particulier. La dynamique naturelle n'est pas encore complète (pas de phases de vieillissement ni d'écroulement).

Pour ce qui est des chênaies pubescentes, un peuplement dans le Bois de Païolive (forêt privée, Ardèche), celui dit de Montchamp, présente une naturalité rare (structure, maturité) notamment du fait des difficultés d'exploitation (imbrications dans un lapiaz profond). Cela est rare pour cet habitat qui a généralement fait l'objet de nombreuses coupes de taillis ou, au mieux, de pâturage avec réserves âgées comme à Stella (forêt territoriale, Haute-Corse) ou à Cadarache (forêt domaniale, Bouches-du-Rhône), deux peuplements remarquables également, mais de naturalité plus faible.



Dans la hêtraie catalane de La Massane (Forêt communale d'Argelès-sur-Mer, Pyrénées-Orientales)

Cette hêtraie (Cf. Photo 3) est remarquable pour l'écorégion méditerranéenne. Riche de 6 367 espèces répertoriées sur 336 ha seulement, certains peuplements sont dominés par des hêtres de 150 à 300 ans ; certains spécimens dépassent les 300 ans (GARRIGUE & MAGDALOU, 2012). Le volume moyen de bois mort est estimé à environ 30 m³/ha, en dépit d'une fertilité réduite (hauteur dominante de l'ordre de 22 m). La structure irrégulière des peuplements et la complexité de la structure verticale sont également très favorables à la biodiversité. Cette hêtraie est

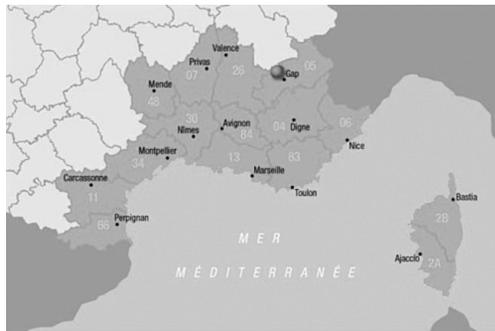
Fig. 4 et Photo 2 :
La forêt de la Chartreuse de la Valbonne (Gard).
© Daniel Vallauri

Fig. 5 et Photo 3 :
La hêtraie de la Massane (Pyrénées-Orientales)
© Joseph Garrigue
(RNN de la forêt de La Massane)





Fig. 6 et Photo 4 :
Le bois du Chapitre
dans les Hautes-Alpes.
© Daniel Vallauri



ancienne, bien qu'ayant fait l'objet d'activités humaines intenses jusque dans les années 1850 : charbonnage pour les forges de la région et pâturage intensif en sous-bois ont laissé des traces importantes. Néanmoins, depuis 1880, aucune coupe de bois n'a été réalisée, et la réserve de la Massane est ainsi devenue l'un des rares lieux en France où l'on peut vraiment comprendre l'organisation et le fonctionnement d'un écosystème forestier méditerranéen ancien et mature. Un exclos, qui couvre notamment le peuplement évalué à Corral dels Porcs, a été mis en place en 1954 et permet de mieux voir l'impact du pâturage bovin extensif encore actuellement pratiqué ailleurs dans la réserve (race bovine locale). Depuis la création du Laboratoire Arago en 1882, l'activité de recherche y est active. Avec le classement en Réserve naturelle en 1973, les travaux scientifiques ont pris une nouvelle ampleur (TRAVÉ *et al.*, 1999 ; TRAVÉ, 2000 ; GARRIGUE *et al.*, 2008, 2010). Les recherches sur la biodiversité du bois mort y ont été pionnières. Les travaux portent aujourd'hui à la fois sur la taxonomie des groupes les moins connus

(Ichneumonidés, espèces saproxyliques, champignons, algues, etc.), sur le fonctionnement des écosystèmes (génétique évolutive du hêtre, dynamique de certains compartiments de l'écosystème), évaluation de l'intégrité écologique des habitats par l'étude des Syrphes, ou l'histoire humaine (paléoanthracologie, archéologie). La petite forêt de La Massane est un laboratoire irremplaçable sur la nature, une référence à l'échelle internationale.

D'autres hêtraies présentent une naturalité remarquable dans la région, notamment à la Sainte-Baume (forêt domaniale, Var) et en Corse. Dans la vallée de la Luvana (forêt communale de Zicavo, Corse-du-Sud), un peuplement en hêtraie a été décrit et présente une naturalité forte, notamment en termes de structure et de maturité (hêtres âgés de plus de 150 ans, avec certains individus atteignant les 300 ans ; volume de bois mort > 50m³/ha ; quelques pins laricio dépassent les 600 ans pour 150 cm de diamètre). Les forêts de cette vallée (dont la pineraie du bois de Lama non inventoriée) gagneraient à être étudiées en détails.

Dans la hêtraie-sapinière du bois du Chapitre (Forêt domaniale, Haute-Alpes)

Le bois du Chapitre (Cf. Photo 4) est classé en réserve biologique dirigée depuis 1990. Le cirque montagneux de Chaudun bénéficie depuis 2004 d'un classement en réserve biologique intégrale (RBI). La réserve couvre 552 hectares appartenant à deux forêts domaniales (celles de Gap-Chaudun et des Sauvas). La majorité des peuplements sont des hêtraies-sapinières, hébergeant des espèces remarquables, telles que le sabot de Vénus. Le bassin versant de Gap-Chaudun et particulièrement le bois du Chapitre constitue un site pilote pour la recherche en matière d'écologie forestière. L'histoire très particulière de ce bassin versant (abandon de la commune par ses habitants à la fin du XIX^e siècle), la moindre empreinte humaine depuis 1960 et les ensembles forestiers qui le composent ont très tôt intéressé les scientifiques (programme forêts subnaturelles du Cemagref et de l'ENGREF⁵ dans les années 1990). D'après SABLAIN (2003), le bois du Chapitre fut traité en futaie jardinée entre 1883 et 1953 (révolution de 160 ans, rotation des coupes de 20 ans). Des coupes sont effectuées jusqu'en 1953, année qui marque l'arrêt définitif des exploitations. La révision

5 - ENGREF : Ecole nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts.

d'aménagement en 1990, créant la Réserve biologique dirigée du Chapitre, consacre la non-intervention comme objectif de gestion de ce massif remarquable par sa flore et sa faune. Structuré en futaie irrégulière, le bois du Chapitre est constitué de peuplements d'un âge remarquable pour la région, les hêtres comme les sapins dépassent les 200 ans. Les volumes de bois mort dépassent par ailleurs localement plus de 50 m³/ha (MARAGE et LEMPÉRIÈRE, 2005 ; LEMPÉRIÈRE et MARAGE, 2010).

Dans la sapinière de la Pinata (Forêt domaniale, Pyrénées-orientales)

La réserve biologique dirigée de la Pinata (Cf. Photo 5) a été créée en 1993 dans la forêt domaniale de Montnaie-Gravas. Les objectifs de gestion sont tournés vers la préservation des tourbières et du grand tétras, espèce emblématique de la réserve. Les forêts de la réserve, peu considérées jusqu'à présent, sont pourtant d'une naturalité déjà relativement intéressante. L'arrêt de l'exploitation forestière est récent (autour de 1960) et le peuplement n'a pas retrouvé encore un cycle sylvigénétique complet. Cependant, dominé par le sapin, il est mature et l'âge des arbres est compris entre 150 et 200 ans. Le volume de bois mort est compris entre 10 et 20 m³/ha. La structure du peuplement est irrégulière, avec 13 TTGB/ha (soit des sapins de plus de 90 cm ou des hêtres de plus de 70 cm de diamètre). Les peuplements sont anciens : le sol n'a jamais été labouré, mais l'activité sylvo-pastorale était marquée au XIX^e siècle.

Des sapinières de naturalité supérieure sont à noter dans la région d'études, notamment celles du bois noir de Breil (forêt communale, Alpes-Maritimes), de Zonza ou de Ciamannacce (forêts communales, Corse-du-Sud). Cette dernière comprend d'impressionnants pins laricio de plus de 150 cm de diamètre qui approchent les 700 ans.

Conclusion et perspectives

Une problématique nouvelle en Méditerranée

L'état des lieux conduit récemment dans le bassin méditerranéen sur la thématique des

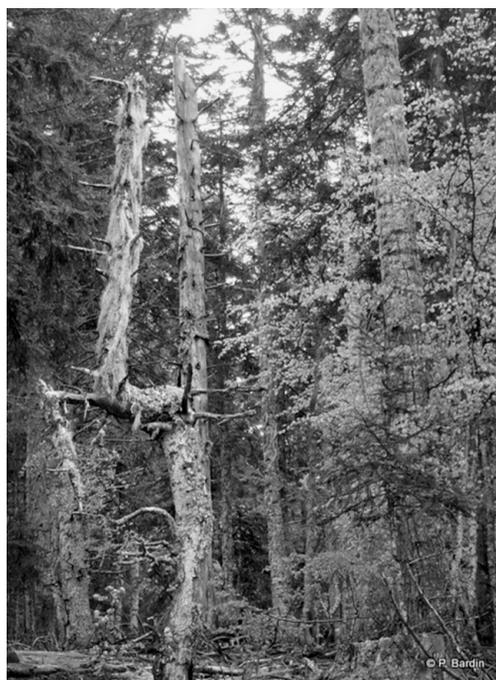


Fig. 7 et Photo 5 :
La sapinière de Pinata dans les Pyrénées-Orientales.
© Pierre Bardin

forêts anciennes par MANSOURIAN *et al.* (2013) montre que :

- la maturité des arbres, l'ancienneté de l'état boisé, la quantité de bois mort, l'indigénat des arbres, la structure et l'absence d'intervention humaine, sont les caractéristiques les plus évidentes à considérer selon les scientifiques méditerranéens pour caractériser les forêts anciennes et matures de l'écorégion. Notre étude confirme ce point ;

- plus de 80 sites potentiels dans 15 pays (du Portugal à la Turquie) ont été proposés comme forêts anciennes et matures potentielles, et bien d'autres restent à rechercher et à découvrir par des inventaires systématiques. La présente étude complète cet inventaire pour la France et décrit un nombre important de peuplements dont certains peuvent servir de référence pour le bassin (ex. de celui du Fango en Corse ou de La Massane dans les Pyrénées-Orientales).

Vers une analyse pan-méditerranéenne ?

En France, ces données seront à comparer avec celles d'études plus fines en cours. Par exemple :

- celles du programme Gestion Naturalité Biodiversité⁶, lorsqu'elles seront disponibles. Certains sites concernent les mêmes forêts. Les sites du Ventoux ou de la montagne de Lure ;

- l'étude de la structure de la végétation dans les forêts anciennes du CRPF PACA (AMANDIER, 2013) ;

- les données publiées sur La Massane depuis des décennies (TRAVÉ, 2000 ; TRAVÉ *et al.*, 1999 ; GARRIGUE *et al.*, 2008 ; GARRIGUE *et al.*, 2010) ou au Fangu (RICHARD *et al.*, 2004, 2005 ; PANAIOTIS, 1994 ; PANAIOTIS *et al.*, 1995, 1997, 1998 ; CARCAILLET *et al.*, 1997), mais également à un degré moindre à la Sainte-Baume (BONIN *et al.*, 1984) ou dans le bois du Chapitre (MARAGE & LEMPÉRIÈRE, 2005 ; LEMPÉRIÈRE & MARAGE, 2010) font de ces sites des références pour l'analyse de la naturalité des habitats forestiers méditerranéens.

De plus, MANSOURIAN *et al.* (2013) font apparaître un désir commun de conservation des forêts anciennes parmi les écologues des pays méditerranéens, de même que des perceptions sensiblement différentes d'un pays à l'autre. Nul doute que des échanges fructueux pan-méditerranéens verront le jour sur le sujet dans les années à venir, de façon à élargir et confronter à d'autres forêts les résultats obtenus.

Les hauts lieux étudiés dans les Balkans ou en Italie (BLASI *et al.*, 2010 ; LOMBARDI *et al.*, 2010 ; CHIRICI & NOCENTINI, 2010 ; PIOVESAN *et al.*, 2005, CALAMINI *et al.*, 2011 ; BONCINA, 2011 ; BOTTERO *et al.*, 2011 ; NAGEL *et al.*, 2012 ; MARINČEK & MARINČEK, 2004), présentent des valeurs comparables à l'échantillon de la présente étude (structure, surface terrière) ou supérieures (quantité de bois mort). Toutefois, une comparaison fine à partir de données originales et de la bibliographie, serait riche d'enseignements. Par exemple, dans les Balkans, la mosaïque de phases de la sylvigénèse décrite est généralement plus complète, marquant sans ambiguïté la haute naturalité des dynamiques à l'œuvre (comme décrit par BOTTERO *et al.*, 2011 à Lom en Bosnie-Herzégovine par exemple). Autre exemple, PIOVESAN *et al.* (2005) trouvent dans les Abruzzes une longévité exceptionnelle du hêtre, dépassant les

500 ans, et remet en cause la longévité de 300 ans généralement admise pour l'essence.

Aucune étude n'est toutefois totalement comparable à la présente analyse, car aucune n'est réalisée sur une base aussi large et complète de critères et indicateurs. De plus, dans les études italiennes et des Balkans, la diversité des habitats étudiés est le plus souvent restreinte à la hêtraie et à la hêtraie-sapinière (-pessière). Peu de données existent pour les autres habitats, notamment ceux strictement méditerranéens.

Si l'on élargit la comparaison à l'Europe, comme le font BURRASCANO *et al.* (2013) dans leur méta-analyse recherchant les valeurs communes des forêts matures dans le monde forestier tempéré, on retiendra notamment que :

- les valeurs d'âge du peuplement des hauts lieux de notre échantillon sont comprises ou supérieures à l'intervalle des valeurs pour l'Europe (médiane à 217 ans) ;

- les valeurs de surface terrière des hauts lieux de notre échantillon sont supérieures au minimum de 24 m²/ha observé en Europe, même si elles n'atteignent pas la valeur maximale européenne (57 m²/ha) ;

- le nombre de gros bois (définis avec un seuil fixe de 50 cm de diamètre) est égal à 75/ha en Europe (minimum 36/ha ; maximum 122/ha) et semble être comparable au nombre de TGB de l'Indice de biodiversité potentielle (seuil variant de 30 à 70 cm). Le diamètre fixe des gros bois de BURRASCANO *et al.* (2013) ne permet toutefois pas d'analyser plus en détail cet indicateur, ni de extrapoler aux TTGB et biaise l'évaluation au profit des stations de plus grande fertilité, ce qui est rarement le cas en Méditerranée ;

- le volume de bois mort atteint dans les hauts lieux de notre échantillon des valeurs supérieures au minimum observé dans les hauts lieux de l'Europe (45 m³/ha). Un quart de notre échantillon présente plus de 50 m³/ha de bois mort.

Pour un réseau de hauts lieux forestiers de référence

L'étude confirme l'importance pour l'écorégion méditerranéenne française, et parfois au-delà, de peuplements de référence déjà connus en chânaie verte au Fangu–Omita (Haute-Corse), en chânaie blanche au Bois de Païolive (Ardèche), en hêtraie à la Massane (Pyrénées-Orientales) ou à la Sainte-Baume (Bouches-du-Rhône), en

6 - <http://gnb.irstea.fr/>

hêtraie-sapinière et sapinière au Bois du Chapitre (Hautes-Alpes), à Py (Pyrénées-Orientales) et au Ventoux (Vaucluse).

D'autres peuplements analysés sont situés dans des sites peu ou pas étudiés à ce jour. Les peuplements analysés en Réserve biologique dirigée de la Pinata (Aude) et Réserve biologique intégrale de Comus (Aude), en forêt domaniale du Jabron (Alpes-de-Haute-Provence), en forêt communale du Bois noir de Breil (dans le Parc national du Mercantour) sont protégés ou en voie de l'être. D'autres, tels que ceux décrits en forêt communale de Zonza et en forêt communale de Zicavo (Corse-du-Sud) sont mal connus à ce jour : leur biodiversité et histoire restent à explorer. De même que de nombreux autres sites corses, ils représentent un patrimoine important à mieux inventorier, étudier et protéger.

Des compléments d'analyses semblent indispensables pour compléter notre échantillon et le réseau de hauts lieux forestiers de référence dans l'écorégion. Ces lacunes sont géographiques et/ou concernent des habitats que la présente étude n'a pas eu le temps d'explorer suffisamment :

- en Corse, les pineraies de pin laricio d'altitude ont été insuffisamment analysées dans notre échantillon ;

- de façon certaine, la Corse possède bien d'autres peuplements très intéressants en termes de naturalité. Leur inventaire est en cours de préparation par le Conservatoire botanique national de Corse et ses partenaires (Christophe PANAIOTIS, communication personnelle). Il pourra concerner des habitats variés (chênaie liège, hêtraie, sapinière, maquis thermo méditerranéens matures, très rares et spécifiques, etc.). Des secteurs, tels que la forêt communale non aménagée de Castiglione, semblent également intéressants à prospecter ;

- aucun peuplement des Cévennes n'a été inclus dans notre échantillon, faute de temps. Pourtant, l'inventaire des forêts anciennes et matures de FEBVRE (2010) présente des peuplements intéressants (hêtraies et sapinières notamment) ;

- enfin, les habitats alluviaux ont été peu travaillés dans cette étude. L'analyse de la naturalité selon la méthode mise en œuvre est possible, certains seuils ayant été révisés spécifiquement pour les forêts alluviales. Une exploration détaillée mériterait d'être conduite, notamment en s'appuyant sur le considérable travail de suivi permanent réa-

lisé depuis plus de 10 ans au sein des réserves naturelles (PONT, 2001).

Par ailleurs, MANSOURIAN *et al.* (2013) montrent que les sites potentiellement très intéressants pour servir de référence de naturalité en forêt méditerranéenne sont plus nombreux qu'il n'y paraît. Parmi les 80 forêts citées, certaines mériteraient d'être décrites selon la méthode proposée et ainsi entrer dans l'échantillon des hauts lieux forestiers de référence. Cela concerne prioritairement les *foreste vetuste* de l'Italie (BLASI *et al.*, 2010 ; LOMBARDI *et al.*, 2010 ; CHIRICI & NOCENTINI, 2010), des Appenins et Abruzzes en particulier (PIOVESAN *et al.*, 2005 ; CALAMINI *et al.*, 2011), mais aussi des Balkans (BONCINA, 2011 ; BOTTERO *et al.*, 2011 ; NAGEL *et al.*, 2012 ; MARINČEK & MARINČEK, 2004).

MANSOURIAN *et al.* (2013) recommandent notamment de définir une méthode commune pour identifier et évaluer les forêts anciennes et les valeurs qui leur sont associées ; d'utiliser cette évaluation et les sites déjà protégés comme des références, et inventorier/cartographier de façon complète les forêts anciennes. Cette étude contribue à l'échelle de l'écorégion française à ces deux objectifs, sans toutefois prétendre à l'exhaustivité.

Vers des applications à la gestion productive

Toutes les sylvicultures productives modifient plus ou moins certaines qualités écologiques des forêts, ne serait-ce qu'en prélevant du bois : elles ne sont toutefois pas toutes équivalentes. Connaître cet impact et, pour une même production et résultat économique, chercher des solutions minimisant les impacts les plus forts, font partie de bien des débats sylvicoles actuels.

Les applications de la sylviculture irrégulière continue proche de la nature (SICPN) prennent en compte différentes qualités écologiques. Les questions de la conservation du bois mort, des très gros bois et de l'indigénat notamment, sont toutefois interprétées de façon variable, surtout en Méditerranée. La comparaison des peuplements gérés pour la production de bois avec les hauts lieux de naturalité est une des clés de la réflexion pour une amélioration continue des sylvicultures irrégulières, continues et proches de la nature (TURCKHEIM et BRUCIAMACCHIE, 2005). Cet enjeu est d'autant plus important en

7 - Férale : ensauvagée,
en libre évolution
après un passé souvent
agro-pastoral.

8 - [http://www.
forêtsanciennes.fr/
projets/autres-projets/
projets-en-lien/](http://www.forêtsanciennes.fr/projets/autres-projets/projets-en-lien/)

Méditerranée où ces sylvicultures sont
aujourd'hui moins formalisées qu'en forêts
tempérées, par manque d'expérience et de
références.

Création de réserves sans exploitation et de réseaux d'îlots de vieux bois

Suivant les objectifs de la Stratégie de
création des aires protégées (SCAP), l'amé-
lioration du réseau de protection des forêts
est en cours. La logique mise en œuvre
demeure toutefois encore trop souvent bâtie
sur la recherche de la représentativité rigou-
reuse de la diversité des habitats ou une liste
limitée d'espèces cible.

Cette dernière conception (largement pré-
sente dans la définition du réseau des RBI
de l'ONF) semble dépassée aujourd'hui tant
les dynamiques à l'œuvre (naturelles post-
déprise et climatiques sous pression
humaine) obligent toute stratégie de protec-
tion de la nature à la prise en compte des cri-
tères fonctionnels et spatio-temporels cru-
ciaux à moyen terme (résilience, trames).
Les questions de la naturalité, des grands
espaces et de la nature férale⁷ (SCHNITZLER &
GÉNOT, 2012) semblent également impor-
tantes aujourd'hui à intégrer dans la SCAP.

De nombreux gestionnaires se préoccupent
de cette thématique pour leur territoire.
Aussi, les projets d'inventaires de vieilles
forêts ou de réseau d'îlots de vieux bois sur
des territoires vastes sont nombreux⁸. Parmi
ceux-ci, signalons ceux portés en
Méditerranée par :

– les Parcs nationaux : dans les Cévennes
(FEBVRE, 2010) et le Mercantour (en cours),
les gestionnaires cherchent à mettre en
œuvre un réseau de vieilles forêts. Même en
zone cœur, les forêts à haute naturalité sont
rares et le besoin de protection reste crucial ;

– dans les réserves de biosphère, cette
même problématique est développée en colla-
boration avec les acteurs. CATEAU *et al.*
(2013) s'inspirent de la méthode d'évaluation
utilisée ici pour, en la simplifiant, chercher à
définir un réseau d'îlots de vieux bois répon-
dant au mieux à un scénario donné pour le
massif du mont Ventoux. Sur le territoire de
la Réserve de Biosphère du Luberon et de la
montagne de Lure, un inventaire des vieilles
forêts du territoire est également en cours.

Magali ROSSI
Pierre BARDIN
Daniel VALLAURI
WWF
6 rue des Fabres
13001 Marseille
Mél :
dvallauri@wwf.fr

Eugénie CATEAU
EIP
75 voie du Toec
31076 Toulouse
cedex 3
Mél : eugenie.cateau@
purpan.fr

Références

- Amandier, L., Pares E., 2013. Etude floristique et
structurale de quelques forêts matures de
Provence-Alpes-Côte d'Azur. Comparaison avec
des forêts "ordinaires". Rapport CRPF PACA, 108
p.
- Blasi, C., Burrascano, S., Maturani, A., Sabatini,
F.M., 2010. Foreste Vetuste in Italia Contributo
Tematico alla Strategia Nazionale per la
Biodiversita. Roma: ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio e del mare, 28 p.
- Blondel, J., 2006. The "design" of Mediterranean
landscapes: a millennial story of humans and eco-
logical systems during the historic period. *Human
Ecology* 34(5):713-29.
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.Y., Boeuf, G.,
2010. *The Mediterranean region: Biological
Diversity in Space and Time*. Oxford: Oxford
University Press, 378 p.
- Boncina, A., 2011. History, current status and
future prospects of uneven-aged forest manage-
ment in the Dinaric region: an overview. *Forestry*,
84(5): 467-478.
- Bonin, G., Gamisans, J., Gruber, M., 1983. Etude
des successions dynamiques de la végétation du
massif de la Sainte-Baume (Provence). *Ecologia
mediterranea*, tome IX(3-4): 129-171 .
- Bottero, A., Garbarino, M., Dukic, V., Govedar, Z.,
Lingua, E., Nagel, T.A., Motta, R., 2011. Gap phase
dynamics in the old-growth forest of Lom, Bosnia
and Herzegovina. *Silva Fennica* 45(5): 875-887.
- Burrascano, S., Keeton, W.S., Sabatini, F.M., Blasi,
C., 2013. Commonality and variability in the struc-
tural attributes of moist temperate old-growth
forests: A global review. *Forest Ecology and
Management* 291:458-479.
- Calamini, G., Maltoni, A., Travaglini, D., Iovino, F.,
Nicolaci, A., Menguzzato, G., Corona, P., Ferrari,
B., Di Santo, D., Chirici, G. and Lombardi, F.,
2011. Stand structure attributes in potential Old-
Growth Forests in the Apennines, Italy. *Ital. For.
mont.* 66: 365-381.
- Carcaillet, C., Barakat, H., Panaiotis, C., Loisel, R.,
1997. Fires and late Holocene expansion of
Quercus ilex and *Pinus Pinaster* in Fango valley
(MAB reserve, in Corsica). *Journal of Vegetation
Science*, 8(1):85-94.
- Cateau, E., Parrot, M., Reyna, K., Roux, A., Rossi,
M., Bruciamacchie, M., Vallauri, D. 2013. Réseau
d'îlots de vieux bois. Eléments de méthode et test
dans les forêts publiques du Mont Ventoux.
Rapport, 66 p.
- Chirici, G., Nocentini, S., 2010. Old-Growth Forests
in Italy: Recent Research Developments and
Future Perspectives. *L'Italia Forestale E Montana
Rivista Di Politica Economia e Tecnica*, 65 (5): 475-
480.
- Cointat, M., 1954. La dégradation des forêts dans le
département du Gard. *Revue forestière française*,
pp. 99-114.
- De Turckheim, B., Bruciamacchie, M., 2005. *La
futaie irrégulière. Théorie et pratique de la sylvicul-
ture irrégulière, continue et proche de la nature*.
Editions Edisud, 288 p.
- Dudley, N., 2011. *Authenticity in Nature: making
Choices about the Naturalness of Ecosystems*.
London: Earthscan, 224 p.
- Dupouey, J. L., Dambrine, E., Laffite, J. D., Moares,
C., 2002. Irreversible Impact of Past Land Use On
Forest Soils and Biodiversity. *Ecology* 83:2978-
2984.

- Dupouey, J.-L., Sciama, D., Koerner, W., Dambrine, E., 2002. La végétation des forêts anciennes. *Revue forestière française*, 54 (6), 521-532.
- Emberger, C., Larrieu, L., Gonin, P., 2013. Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Document technique. Paris. Institut pour le développement forestier, 56 p.
- Febvre, V., 2010. Les forêts anciennes du parc national des Cévennes. Contribution à l'élaboration d'une stratégie de gestion et de préservation. Mémoire FIF-ENGREF, Nancy, 130 p.
- Flaugère, B., Marcelin, P., Khunholtz-Lordat, G., Joubert, A., 1931. L'enseignement de la Forêt de Valbonne. Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.
- Franklin, J.F., Berg, D.R., Thornburgh, D.A., Tappeiner, J.C. 1997. Alternative silvicultural approaches to timber harvesting: Variable retention systems. In Kohm K.A., Franklin J.F. (eds.) *Creating a Forestry for the 21st Century: The Science of Forest Management*. Island Press, pp. 111-139.
- Garrigue, J., Magdalou, J.-A., 2012. La Massane, Tour d'horizon 2012. FNRC, 20 p.
- Garrigue, J., Magdalou, J.-A., Hurson, C., 2008. Les effets de la canicule et de la sécheresse sur la forêt de la Massane (Pyrénées-Orientales). *Forêt méditerranéenne*, XXIX(2): 183-189.
- Garrigue, J., Magdalou, J.-A., Grel, A., Boeuf, G., 2010. Enjeux et Actions, La Massane, une forêt à l'épreuve du temps. *Reserve Naturelle de la Massane, Travaux* 88: 1-28
- Gilg, O. 2004. Forêts à caractère naturel. Caractéristiques, conservation et suivi. Gestion des milieux et des espèces. *Cahiers techniques ATEN*, n°74, 89 p.
- Gosselin, M., Laroussinie, O. (coord.) 2004. *Biodiversité et gestion forestière. Synthèse bibliographique*. Cemagref Editions, collection Etudes, 320 p.
- Guilaine, J. 2001. Changeons d'échelles : pour la très longue durée, pour de larges espaces. *Forêt méditerranéenne*, XXII(2):123-129.
- Le Quéau, P., Dodelin B., Paillet Y., 2010. Convergences écologiques et sociologiques sur la naturalité forestière, ou les formes de la naturalité. In D. Vallauri et al. (Eds.) *Biodiversité, Naturalité, Humanité, pour inspirer la gestion des forêts*. Paris : Tec et Doc Lavoisier, pp.169-177.
- Lempérière, G., Marage, D., 2010. The influence of forest management and habitat on insect communities associated with dead wood: a case study in forests of the southern French Alps. *Insect Conservation and Diversity*, 3: 236-245.
- Lindermayer, D.B., Franklin, J.F. 2002. Conserving forest biodiversity. A comprehensive multiscaled approach. Island Press, 352 p.
- Lombardi, F., Chirici, G., Marchetti, M., Tognetti, R., Lasserre, B., Corona, P., Barbati, A., Ferrari, B., Di Paolo, S., Giuliarelli, D., Mason, F., Iovino, F., Nicolaci, A., Bianchi, L., Maltoni, A., Travaglini, D., 2010. Deadwood in forest stands close to oldgrowthness under Mediterranean conditions in the Italian Peninsula. *L'Italia Forestale e montana*, 65(5): 481-504.
- Lorber, D., Vallauri, D., 2007. Contribution à l'analyse des forêts anciennes méditerranéennes : critères et indicateurs du gradient de naturalité. Marseille : WWF France, 91 p.
- Mansourian, S., Rossi, M., Vallauri, D., 2013. Ancient Forests in the Northern Mediterranean: Neglected High Conservation Value Areas. Marseille, WWF France, 80 p.
- Marage, D., Lempérière, G., 2005. The management of snags: a comparison in managed and unmanaged ancient forests of the southern French Alps. *Annals of Forest Science*, 62: 135-142.
- Marinček, L., Marinšek, A., 2004. Vegetation of the Pečka Virgin Forest Remnant. *Hacquetia* 3(2): 5-27.
- Martin, M., 2012. Etude des forêts anciennes du massif des Maures (83) selon le protocole d'évaluation du degré de naturalité du WWF. Nancy. Rapport de stage de licence professionnelle. Université de Lorraine.
- Mather, A.S., 1992. The forest transition. *Area* 24(4): 367-379.
- Mather, A.S., Fairbairn, J., Needle, C.L., 1999. The course and drivers of the forest transition: The case of France. *Journal of Rural Studies*, 15(1): 65-90.
- Médail, F., Diadema, K., 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36: 1333-1345.
- Morge, A., 2012. Représentation sociale, perceptions et sentiment de nature inspirés par le bois de Païolive (Ardèche). Marseille, WWF France, 73 p.
- Nagel, T. A., Diaci, J., Rozenberger, D., Rugani, T., Firm, D., 2012. Old-growth forest reserves in Slovenia: the past, present, and future. *Schweiz Z Forstwes*, 163(6): 240-246.
- Panaïotis, C., 1994. Diversité structurale des formations forestières à chêne vert (*Quercus ilex* L.) et des maquis de la forêt domaniale du Fangu (Reserve de la Biosphère). *Travaux Scientifiques du Parc Naturel Régional de Corse et des Réserves Naturelles*, 48 :1-68.
- Panaïotis, C., 2005. Dynamique naturelle et gestion forestière. Le cas de la réserve MAB du Fangu (Corse). *Premières rencontres : réserves de biosphère - réserves naturelles. Quelle place pour la naturalité dans la gestion des territoires ? Séminaire Vosges du Nord-Pfalzerwald*, 9 p.
- Panaïotis, C., Carcaillet, C., M'Hamedi, M., 1997. Determination of the natural mortality of an holm oak (*Quercus ilex* L.) stand in Corsica (Mediterranean Island). *Acta Oecologica*, 18 (5):519-530.
- Panaïotis, C., Loisel R, Roux M., 1998. Analysis of vegetation response to naturally occurring gaps in old-growth forests of *Quercus ilex* L. in Corsica. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1125-1134.
- Panaïotis, C., Loisel, R., Paradis G., 1995. Dating natural gaps in the holm oak forest (*Quercus ilex* L.) in Fangu MAB Reserve (Corsica) by reading rings of maquis components. *Ann. Sc. Forest.*, 52 : 477-487.
- Peterken, G.F., 1996. *Natural Woodland: Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, 540 p.
- Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F., Schirone, B., 2005. Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science*, 16: 13-28.
- Pont B., 2001. Suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales dans les Réserves naturelles de France. *Revue Forestière Française*, LIII (n° spécial) : 368-371.
- Quézel P., Médail F. 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier (Collection Environnement), Paris, 573 p.

- Reille, M., Andrieu, V., Beaulieu (de), J.L., 1996. Les grands traits de l'histoire de la végétation des montagnes méditerranéennes occidentales. *Ecologie*, 27 (3): 153-169.
- Richard, F., Millot, S., Gardes, M., Selosse, M., 2005. Diversity and specificity of ectomycorrhizal fungi retrieved from an old-growth mediterranean forest dominated by *Quercus ilex* L. *New Phytologist*, 166, 1011-1023.
- Richard, F., Moreau, P.-A., Selosse, M.-A. and Gardes, M., 2004. Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal and saprobic fungi in an old-growth Mediterranean forest dominated by *Quercus ilex* L. *Can. J. Bot.*, 82: 1711-1729.
- Rossi, M., Bardin P., Cateau E., Vallauri D. 2013. Forêts anciennes de Méditerranée et des montagnes limitrophes. Références pour la naturalité régionale. WWF, Marseille, 144 pages.
- Rossi, M., Vallauri, D. 2013. Evaluer la naturalité. Guide pratique, version 1.2. WWF, Marseille, 154 pages.
- Sablain, V., 2003. Rapport de présentation en vue de la création de la réserve et premier plan de gestion (2004-2013). ONF, 70 p.
- Schnitzler, A. 2003. Vers un réseau de réserves intégrales dans une matrice de gestion durable. In Vallauri D. (coord.) 2003. *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines*. Lavoisier, Tec & Doc, Paris, pp. 227-233.
- Schnitzler, A., Génot, J.-C., 2012. *La France des friches*. Editions Quae, 192 p.
- Thirgood, J.V., 1981. *Man and the Mediterranean forest: a history of resource depletion*. London: Academic Press, 194 p.
- Travé, J., 2000. La Réserve Naturelle de la Massane. Un exemple de forêt ancienne protégée. *Forêt méditerranéenne*, XXI (2) : 278-282.
- Travé, J., Duran, F., Garrigue, J. 1999. Biodiversité, richesse spécifique, naturalité: L'exemple de la Réserve Naturelle de la Massane. *Reserve Naturelle de la Massane, Travaux scientifiques*, 50: 1-30.
- Vallauri, D. (coord.), 2003. *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France. Forêts métropolitaines*. Paris : Lavoisier, Tec & Doc, 261 p.
- Vallauri, D., 2007. Biodiversité, naturalité, humanité. Application à l'évaluation des forêts et de la qualité de la gestion. Rapport scientifique. Marseille, WWF France, 86 p.
- Vallauri, D., André, J., Génot, J.-C., De Palma, J.-P., Eynard-Machet, R. (coord.), 2010. *Biodiversité, naturalité, humanité. Pour inspirer la gestion des forêts*. Tec & Doc, 474 p.
- Vallauri, D., Grel, A., Granier, E., Dupouey, J.L. 2012. Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles. Rapport WWF/INRA, Marseille, 64 pages + CD.

Résumé

Cet article propose un aperçu de la naturalité de 52 peuplements représentatifs de la diversité des hauts lieux forestiers de 15 départements du sud de la France. En moyenne, ils sont caractérisés par une diversité des arbres élevée (> 5 espèces, à l'exception notable de quelques hêtraies) ; une grande densité de microhabitats ; une structure irrégulière ; une surface terrière > 25 m²/ha ; un âge du peuplement avancé ; un nombre de très très gros bois (TTGB) et un volume de bois mort parfois respectivement > 10 TTGB/ha et > 50 m³/ha ; une dynamique dominée par les dryades, mais avec une sylvigénèse souvent incomplète. L'empreinte humaine est généralement faible après 1960 mais importante auparavant (pâturage, charbonnage, etc.). La non exploitation du bois est attestée depuis 1880 à La Massane, 1886 à Comus et 1897 à Lente. Les analyses conduisent à l'ordination des peuplements suivant leur naturalité relative. Ceux de plus haute naturalité sont des sapinières ou hêtraies-sapinières (Bois noir de Breil, Zonza, Bois du Chapitre) ou hêtraie (Ventoux, Zicavo, La Massane). Pour les autres habitats, la chênaie verte du Fango-Omita et la chênaie blanche de Montchamp à Païolive sont à remarquer. Ces résultats ouvrent une discussion et des perspectives d'application à la gestion, qu'elle soit productiviste ou conservatoire.

Summary

Overview of very old and mature forests around the french Mediterranean and adjacent mountains: challenges for nature conservancy

This article gives an overview on the naturalness of 52 forest stands representative of the diversity of forest hotspots in 15 *Départements* in Southern France. On average, they are characterized by a high diversity of tree species (>5 species, except some beech forest stands); a great density of microhabitats; an uneven-aged stand structure; a basal area >25 m²/ha; an advanced stand age; a number of very very large tree (VVL) and deadwood volume respectively >10 VVL/ha and >50m³/ha; their dynamic is dominated by dryad species though forest renewal is often incomplete. Human impact has been generally low after 1960 but was considerable before (grazing, charcoal, etc.). The absence of wood cutting is documented from 1880 on in La Massane, 1886 in Comus and 1897 in Lente. Analysis has resulted in ranking the forest stands on the bases of their relative naturalness. The most natural are the fir and mixed beech-fir stands (Bois noir de Breil, Zonza, Bois du Chapitre) or beech stands (Ventoux, Zicavo, La Massane). For the other habitats, holm-oak stand in Fango-Omita and the downy oak stand in Montchamp (Païolive) stand out. These results facilitate discussion and reveal perspectives for both productive forest management and conservation.