



RAPPORT D'ETUDE

Préfiguration d'un réseau de peuplements forestiers en libre évolution dans le Parc National du Mercantour



**Réalisé par :
UMR 1201 DYNAFOR « Dynamique et écologie des paysages
agriforestiers »**

<http://dynafor.toulouse.inra.fr/>

**Téledétection et Gestion de Territoires
Ecole d'Ingénieurs de Purpan
75 voie du TOEC BP 57611 – 31076 Toulouse Cedex 3**

**Pour :
Parc National du Mercantour
23 rue d'Italie – CS 51316 06006 Nice Cedex 1**

Décembre 2014

Résumé :

La « Stratégie Nationale pour la Biodiversité » vise à conserver la biodiversité forestière mise en péril par le raccourcissement du cycle sylvogénétique des forêts françaises. Pour répondre aux objectifs de sa Charte, le Parc National du Mercantour (PNM) a initié un projet pour mettre en place un réseau de peuplements forestiers en libre évolution sur son territoire. Suite à un appel d'offre du PNM, l'Unité Mixte de Recherche DYNAFOR de l'INRA a été retenue pour la réalisation de la première étape de ce travail. L'objectif de cette étude a consisté à identifier les espaces présentant le potentiel écologique pour constituer un réseau de forêts en libre évolution sur le territoire du PNM. La mise en œuvre sous SIG d'une Analyse Multicritère par la méthode de la Somme Linéaire Pondérée a permis d'aboutir à une cartographie caractérisant le degré d'aptitude des surfaces boisées du PNM à figurer au sein du réseau de peuplements forestiers en libre évolution. Cette analyse a été effectuée en prenant en compte cinq critères écologiques : l'ancienneté de l'état boisé, la présence d'habitats forestiers remarquables, l'historique des coupes forestières, la présence de peuplements remarquables (bois mort, dendro micro-habitats, très très gros bois...) et la richesse faunistique et floristique des zones boisées ciblées. Les résultats obtenus au terme de cette étude, proposent un réseau écologiquement pertinent composé de deux secteurs situés dans la zone de cœur du Parc et aptes à la création de réserves intégrales. Ces secteurs sont complétés par une série de sites répartis sur l'ensemble du territoire et présentant le potentiel pour la mise en place d'îlots de sénescence.

Mots-clés : forêt – libre évolution – SIG – analyse multicritères – réserve intégrale – îlot de sénescence

Abstract :

The French "National Biodiversity Strategy" aims to preserve forest biodiversity endangered by the shorten of the sylvogenetic cycle in French forests. To answer to the objectives of its "Charte", the National Park of Mercantour has initiated since 2013 a project to establish a network of non-logged forests patches. This study presents the results of the first step of the project. It consists on identifying areas within the forest matrix with the greatest ecological potential to be integrated in the network. Using GIS spatial tools, a multi-criteria analysis based on the Weighted Linear Combination method was implemented to classify forested areas in the National Park. This analysis was carried out taking into account five ecological criteria: age of the wooded state, presence of remarkable forest habitats, history of forest cuts, presence of remarkable wooded patches (dead wood, dendro micro-habitats, very very big wood...) and quantity of remarkable fauna and flora habitats of wooded areas. An ecological relevant network was obtained. It is composed of two areas located in the heart of the National Park, suitable to be proposed to become integral forest reserves, and a series of forest patches, located across the whole National Park territory, candidates to become "leave island" areas, that is areas where no management activities are allowed.

Key-words: forest – non-logged – GIS – multicriteria analysis – integral reserve – leave island

Table des matières

Introduction

I. Contexte, objectifs et démarche générale de l'étude

1.1 Contexte.....	6
1.1.1 Parc National du Mercantour	6
1.1.2 Intérêt des peuplements forestiers en libre évolution.....	7
1.1.3 Politiques nationales	8
1.2 Objectifs.....	9
1.3 Démarche générale de l'étude	10

II. Matériels et Méthodes

2.1 Données utilisées	11
2.1.1 Ancienneté des forêts	11
2.1.2 Historique des coupes	12
2.1.3 Habitats forestiers remarquables	12
2.1.4 Peuplements forestiers remarquables.....	14
2.1.5 Observations faunistiques et floristiques	14
2.1.6 Validation des données	15
2.2 Etapes de la méthode générale.....	16
2.3 Délimitation de la zone d'étude.....	18
2.4 Choix d'une méthode pour l'identification des sites potentiels	20
2.4.1 Méthodes par logique booléenne et par expertise de terrain.....	20
2.4.2 Méthode ELECTRE III.....	20
2.4.3 Méthode par combinaison linéaire pondérée	21
2.5 Sélection des sites aptes à la mise en place d'îlots de sénescence	24
2.6 Sélection des sites aptes à la mise en place de réserves intégrales.....	25

III. Réseau potentiel de peuplements forestiers à laisser en libre évolution

3.1 Proposition de sites pour la mise en place d'îlots de sénescence	27
3.2 Proposition de sites pour la mise en place de réserves intégrales	30

Conclusion et perspectives

Bibliographie

Liste des sigles et abréviations

AMC : Analyse multicritère

CLP : Combinaison linéaire pondérée

CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière

DYNAFOR : Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers

EI Purpan : Ecole d'Ingénieurs de Purpan

ELECTRE : ELimination Et Choix Traduisant la REalité

GB/TGB/TTGB : Gros bois, très gros bois et très très gros bois

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

IRSTEA : Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

ONF : Office National des Forêts

PNM : Parc National du Mercantour

RI : Reserve Intégrale

RTM : Restauration des terrains en montagne

SIG : Système d'Information Géographique

SILENE : Système d'Information et de Localisation des Espèces Natives et Envahissantes

TGT : Télédétection et Gestion des Territoires

TVB : Trame Verte et Bleue

UMR : Unité mixte de recherche

WLC : Weighted Linear Combination

Introduction

Au niveau national, en France, il est maintenant reconnu l'intérêt de laisser des forêts en libre évolution. Le complet déroulement du cycle sylvogénétique (qui dure naturellement 300 à 500 ans en moyenne selon les types de forêts) permet la conservation des communautés animales, végétales, fongiques et bactériennes liées aux bois morts et aux microhabitats portés par les arbres (fentes, cavités, etc.). Ces communautés constituent près de 25 % de la biodiversité forestière européenne.

En effet, les milieux de vie nécessaires à un grand nombre de ces espèces sont liés aux phases matures du cycle sylvogénétique, pendant lesquels on observe une grande quantité et diversité de bois morts, ainsi qu'une densité et diversité importante de microhabitats, liés préférentiellement aux très gros arbres. Ces phases ne sont pas conservées dans le cycle sylvicole, beaucoup plus court que le cycle naturel (il dure seulement 80 à 200 ans dans la plupart des cas). Ainsi, à l'échelle nationale, les espèces liées au bois mort et aux microhabitats sont en péril et des assemblages intègres ne sont observés que dans quelques îlots de forêts subnaturelles, rares en France métropolitaine.

Préserver la biodiversité forestière fait partie d'un des objectifs de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité 2011-2020 et constitue l'une des priorités de gestion du Parc National du Mercantour (PNM) tel qu'annoncé dans les objectifs III et X de sa charte (PNM, 2013). Cela passe notamment par des actions sur les habitats forestiers visant à limiter leur dégradation et leur fragmentation. A ce propos, pour les forêts publiques, l'ONF a détaillé ces éléments de politique en fixant des objectifs dans différents documents : sur la biodiversité (ONF, 1993, révisée en 2006 et 2007), sur les réserves biologiques (ONF, 1998) et sur les réseaux d'îlots de vieux bois (ONF, 2009 a et b).

Dans ce cadre, le PNM a initié un projet visant à mettre en place un réseau de peuplements forestiers en libre évolution sur son territoire pour assurer une continuité spatiale entre les zones non gérées. Pour cela, l'UMR Dynafor a été mandatée en 2014 pour réaliser une étude d'identification de sites présentant le potentiel pour constituer ce réseau de forêts en libre évolution (îlots et réserves) sur le territoire du Parc.

Contexte, objectifs et démarche générale de l'étude

I. Contexte, objectifs et démarche générale de l'étude

1.1 Contexte

1.1.1 Parc National du Mercantour

Situé à l'extrême Sud-Est de la France, le Parc National du Mercantour (PNM) figure parmi les 10 parcs nationaux sur le territoire français. Etablissement public à caractère administratif, le parc national constitue en France un des outils juridiques les plus stricts pour la préservation des espaces naturels. Le territoire du PNM est divisé en deux secteurs à la législation distincte (**Figure 1**) : Une zone dite de « cœur » (68 500 ha) où l'action de l'homme est fortement réglementée et une zone qualifiée « d'aire d'adhésion » (146 500 ha) qui fédère les 28 communes adhérentes autour d'un projet commun de développement durable, défini par la charte du parc.

Le PNM a pour mission principale la protection et la valorisation des milieux naturels, de la flore, de la faune, du patrimoine culturel et des paysages du territoire. La sensibilisation et l'accueil du public ainsi que le développement durable en partenariat avec les acteurs locaux font également partie de ses missions.

Les surfaces boisées du PNM s'étendent sur près de la moitié du territoire (zone de cœur et aire d'adhésion confondues). Ces forêts sont majoritairement communales et domaniales, en particulier dans la zone de cœur du parc où les forêts domaniales sont essentiellement consacrées à la restauration des terrains en montagne (RTM). Le territoire du PNM est caractérisé par une importante diversité d'habitats forestiers. Les peuplements résineux occupent une majeure partie des surfaces boisées, où le mélèze est l'essence prédominante, généralement accompagnée par le sapin pectiné ou le pin cembro selon l'altitude. En effet, on retrouve classiquement en adret (versant exposé au Sud) des peuplements de pins sylvestre, s'opposant en ubac (versant exposé au Nord) au sapin. Ces peuplements ont souvent été éliminés en faveur du mélèze, une essence adaptée à l'économie traditionnelle agro-sylvo-pastorale, formant ainsi des paysages caractéristiques des montagnes du Mercantour (PNM, 2002).



Figure 1. Présentation du territoire du Parc National du Mercantour

1.1.2 Intérêt des peuplements forestiers en libre évolution

Aujourd'hui, en France, on peut constater dans les forêts de production, un raccourcissement du cycle forestier naturel ou « cycle sylvogénétique » (**Figure 2**) dû à la diminution de l'âge d'exploitation des arbres et du traitement en futaie régulière, souvent monospécifique. En effet, une forêt naturelle (où l'empreinte de l'homme est quasi-absente) va suivre une série de phases allant de la colonisation du terrain nu par les premières essences pionnières jusqu'à l'installation d'essences dryades nécessitant une ambiance forestière pour se développer. Ces boisements, arrivés à maturité, connaîtront une mortalité naturelle qui permettra un rajeunissement progressif, une hétérogénéité de leur structure ainsi que la diversité des essences en place et un important volume de bois mort sur pied comme au sol. Cette modification du cycle naturel par l'exploitation du bois n'est pas sans conséquences sur la biodiversité forestière et notamment sur les communautés animales, végétales, fongiques et bactériennes liées aux bois mort et à la présence de microhabitats portés par les gros et très gros bois matures et sénescents qui font défaut dans les forêts gérées (Vallauri *et al.*, 2002, Cateau *et al.*, 2013b, Rossi *et al.*, 2013).

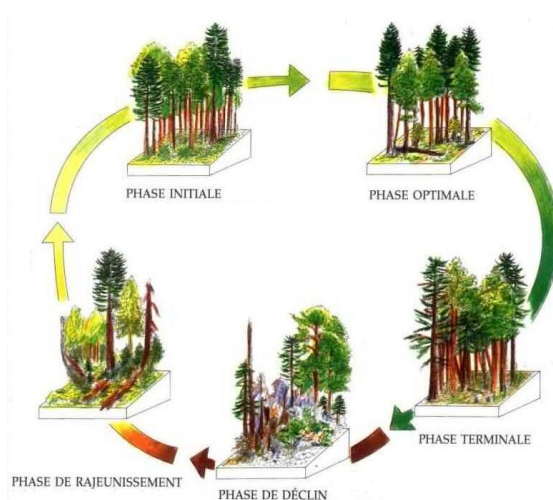


Figure 2. Succession des phases du cycle sylvo-génétique (Fischesser et Dupuis, 2007)

Depuis quelques années, la dimension « biodiversité » des forêts françaises tend à s'imposer et les gestionnaires forestiers sont à la recherche d'outils visant à limiter la dégradation et la fragmentation des habitats forestiers. Parmi ces outils, figurent les réserves intégrales et îlots de sénescence, espaces mis volontairement hors exploitation où l'objectif est la conservation de la biodiversité et du fonctionnement naturel des écosystèmes forestiers. En respectant l'intégralité du cycle sylvo-génétique, il est ainsi possible d'atteindre la maturité des peuplements forestiers et un volume important de bois mort permettant de restaurer progressivement les cortèges floristiques et faunistiques inféodés à ce type de milieu. Cette démarche a déjà été entreprise au sein de plusieurs massifs forestiers, notamment dans les forêts du Parc National des Cévennes, du Mont-Ventoux, de la Motte-Servolex (Savoie) ou encore dans les forêts domaniales de la République et du Canton du Jura, en Suisse (Lachat et Büttler, 2007, Rouveyrol, 2009, Friedli *et al.*, 2008, Cateau *et al.*, 2013a). Si le principe d'une réserve intégrale et d'un îlot de sénescence est identique (interdiction de la récolte de bois pour une durée illimitée), c'est le critère de surface qui varie : de 25 à plus de 3 000 ha pour une RI contre 0,5 à 10 ha pour un îlot de sénescence (Rouveyrol, 2009).

1.1.3 Politiques nationales

En 2007, les débats du Grenelle Environnement ont souligné l'importance de la biodiversité « ordinaire », des projets de création des réservoirs de biodiversité, des corridors écologiques et plus généralement des trames vertes et bleues. L'intérêt de laisser des forêts ou des portions de forêts en libre évolution est aujourd'hui reconnu, bien que les plans d'action en faveur de la conservation de la biodiversité varient selon les états. En effet, les politiques et les engagements de la communauté internationale et des états en matière de conservation de la biodiversité se sont progressivement mis en place depuis les années 1990. En France, la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (définie en 2004) a pour objectif principal de stopper la perte de biodiversité, notamment forestière, en maintenant « le bon fonctionnement des écosystèmes » ainsi qu'en maintenant et développant les « trames écologiques ». Cette stratégie se décline en plusieurs objectifs et plans d'action tels que l'objectif n°2 « *Mieux prendre en compte la biodiversité dans la gestion forestière aux différentes échelles* » ou encore l'objectif n°3 « *Compléter les réseaux d'espaces protégés et les plans de restauration* ».

d'espèces protégées, améliorer l'efficacité de ces dispositifs ». Concernant les forêts publiques (domaniales et communales), l'Office National des Forêts (ONF) a adopté dans sa politique environnementale un axe biodiversité, comprenant des instructions et consignes relatives aux réserves et réseaux d'îlots de vieux bois. Si ces instructions sont parfois assez précises, la méthodologie de mise en place de ces réseaux est laissée à l'interprétation du gestionnaire forestier. Cependant, plusieurs travaux de recherche (Cateau *et al.*, 2013a, Rouveyrol, 2009, Lachat et Büttler, 2007) proposent de mutualiser les expériences tout en proposant un cadre méthodologique et des outils adaptés (PNM, 2014, ONF, 1993, 1998, 2009a, 2010).

C'est dans ce contexte que le PNM s'est donné pour objectif de **mettre en place un réseau de peuplements forestiers en libre évolution** afin de suivre les objectifs de la charte qui prévoit la création de réserves intégrales et d'îlots de sénescence (extraits de la Charte du PNM):

- **Objectif III** : « *Créer des réserves intégrales pour suivre l'évolution naturelle des milieux de manière pérenne* ».
- **Objectif X** : « *Favoriser la libre évolution des sapinières ligures et des forêts anciennes et adapter la gestion forestière* ».

1.2 Objectifs

Selon le cahier des charges établi par le PNM pour la mise en place du réseau de peuplements forestiers en libre évolution (PNM, 2014), deux objectifs sont identifiés :

- **Objectif III** : Dans la zone cœur du Parc, il s'agit d'identifier **2 réserves intégrales** de plus de 100ha chacune, de préférence d'un seul tenant, qui constitueraient des espaces de référence où l'action de l'homme serait limitée.

« Au moins deux réserves intégrales représentatives de la diversité et l'originalité des écosystèmes du coeur seront créées. La priorité sera notamment donnée aux bois de pin cembro sur grés, aux forêts subalpines à mélèze et pin cembro et aux sapinières supraméditerranéennes ou montagnardes sous influence climatique méditerranéenne et notamment ligure ».

- **Objectif X** : Dans les zones exploitées du cœur et de l'aire optimale, il s'agit d'identifier des secteurs présentant des habitats forestiers remarquables où pourraient être mis en place des **îlots de sénescence**.

« Pour ce faire, il est prévu dans les sapinières ligures et les forêts anciennes de maintenir 15% de volume de bois mort dans le volume total du peuplement, de conserver les arbres à cavités et des bois sénescents, et pour les autres espaces forestiers du cœur faisant l'objet d'une coupe, de préserver les feuillus et de créer des îlots de sénescence de taille supérieure à 1 ha ».

1.3 Démarche générale de l'étude

L'objectif général est d'identifier les espaces présentant le potentiel pour constituer un réseau de forêts en libre évolution sur le territoire du Parc National du Mercantour. Pour cela, il convient de définir une méthodologie pertinente d'identification de sites, qui prendra en compte les différents éléments patrimoniaux du territoire du parc (habitats et peuplements forestiers remarquables, forêts anciennes...). On portera donc une attention toute particulière à la définition des objectifs du réseau de peuplements forestiers en libre évolution (surface boisée totale du réseau, part de chaque habitat à placer en libre évolution...) mais aussi à la hiérarchisation et au choix des critères retenus parmi les données mis à disposition par le PNM. En effet, si des expériences similaires existent, la méthode et les données exploitées ne sont pas toujours bien définies.

Dans la méthode proposée, nous dissocions le travail à mener selon qu'il s'agit de la création des réserves ou des îlots. Pour l'ensemble du travail, nous identifions trois tâches listées ci-dessous ; deux concernent l'identification des réserves et îlots, la troisième tâche consiste à évaluer l'efficacité du réseau obtenu à répondre aux objectifs définis :

- Tâche 1 : Identification de deux sites potentiels dans la zone cœur du Parc pour la création de réserves intégrales.
- Tâche 2 : Identification de sites potentiels dans l'aire d'adhésion du Parc pour la création d'îlots de sénescence.
- Tâche 3 : Evaluation du réseau obtenu par rapport aux objectifs fixés par le Parc.

Plusieurs étapes sont nécessaires à la réalisation des tâches 1 et 2. Dans cette étude, ce n'est pas l'habitat d'une ou plusieurs espèces en particulier que l'on vise à préserver à travers la mise en place d'un réseau, mais plutôt la naturalité des écosystèmes et les espèces y habitant potentiellement (Rouveyrol, 2009). Les zones proposées pour la mise en place du réseau de peuplements forestiers en libre évolution doivent répondre à un certain nombre de critères de décisions comme par exemple l'habitat naturel, l'ancienneté, le degré de maturité, la taille minimale des îlots et des réserves. Ces critères ne sont pas tous d'égale importance. Il convient donc de choisir une méthode d'analyse multicritères (AMC). Que ce soit pour l'identification des réserves ou des îlots, la démarche utilisée s'appuie sur deux étapes :

- Etape 1 : Détermination des critères permettant de caractériser le potentiel d'un site à être placé en libre évolution et identification/préparation/mise en forme des données SIG à mobiliser pour l'analyse. Les critères utilisés sont identiques pour la création de zones de réserves et d'îlots de sénescence à l'exception du critère de surface minimale (100 ha minimum pour les RI et 2 ha pour les îlots) et de la localisation (dans les espaces « à vocation dominante naturelle » de la Charte pour les réserves intégrales et dans les espaces « à vocation dominante forestière » de la Charte pour les îlots).
- Etape 2 : Classement des sites en fonction de leur aptitude à être laissé en libre évolution par analyse multicritères.

Dans la partie suivante, nous décrivons dans un premier temps les données utilisées et les prétraitements effectués pour leur mise en forme pour l'analyse. Ensuite, nous présentons la méthode d'identification des sites potentiels à laisser en libre évolution en détaillant les 6 étapes la composant.

Matériels et Méthode

II. Matériels et Méthode

2.1 Données utilisées

Le travail d'identification de sites potentiels s'appuie sur l'analyse des différents éléments forestiers patrimoniaux du parc, mis à disposition par le service SIG du PNM. L'une des étapes clé de cette étude a consisté à choisir les critères. Ce travail a été réalisé en collaboration avec les experts du PNM, en fonction des objectifs fixés par la charte du parc ainsi que des travaux de recherche déjà existants et des projets similaires en France. Les critères retenus sont au nombre de cinq : l'**ancienneté** de l'état boisé, l'**historique des coupes**, la présence d'**habitats forestiers remarquables**, les **observations faunistiques et floristiques** et la « **remarquabilité** » **des peuplements** en place (bois mort, dendro micro-habitats, très gros bois...). Nous décrivons chacun de ces critères dans les paragraphes suivants.

2.1.1 Ancienneté des forêts

Comme énoncé dans l'objectif X de la charte du PNM, ce projet doit privilégier les zones boisées qualifiées de « forêts anciennes » dans la création du réseau final de peuplements en libre évolution. Le caractère « ancien » d'une forêt correspond à la continuité de l'état boisé pendant plusieurs siècles (Cateau *et al.*, 2013b). Il est généralement pris pour référence la présence de surfaces boisées sur les cartes de Cassini de 1750 (Vallauri *et al.*, 2012). On retrouve dans ces zones de forêts anciennes un cortège faunistique et floristique spécifique (Hermy *et al.*, 1999, Dupouey *et al.*, 2002, Sciama *et al.*, 2009).

Pour la présente étude, nous avons utilisé la couche SIG intitulée « Forêts_anciennes » au format vecteur, issue du travail de F. SUMERA, membre du conseil scientifique du PNM, qui a compilé des cartes de Cassini, d'Etat-major, d'anciens cadastres français et italiens. Par comparaison sur orthophotos et selon les commentaires des gardes moniteurs du PNM, il a été constaté une grande imprécision dans la localisation des polygones de « forêts anciennes » de cette couche sur l'ensemble du département Alpes-de-Haute-Provence (04), c'est-à-dire la partie ouest du Parc. Le critère d'ancienneté de l'état boisé étant un facteur majeur de l'analyse multicritères, il a été nécessaire de procéder à une correction. Pour cela, des cartes imprimées au format A0 des deux secteurs du PNM situés dans le département Alpes-de-Haute-Provence (avec les polygones de la couche d'origine et un fond de carte Scan25 issu de l'IGN) ont été envoyées aux gardes moniteurs du PNM afin qu'ils recalent les polygones de forêt ancienne selon leur connaissance du territoire lorsque des erreurs ont été relevées. Les modifications proposées ont ensuite été digitalisées pour mettre à jour la couche SIG d'origine. Bien qu'il soit possible que des erreurs perdurent, le travail réalisé sur la couche « forêts_anciennes » permet d'intégrer cette dernière dans l'analyse multicritères avec plus de fiabilité.

2.1.2 Historique des coupes

Ne disposant pas d'inventaire exhaustif de l'âge des peuplements en place ou du volume de bois mort, la maturité des bois a été estimée par la dernière date connue de leur exploitation. En effet, cibler des peuplements qui ont déjà atteint le stade mature permet :

- de conserver une biodiversité déjà présente sur les gros et très gros bois porteurs de microhabitats (Dupouey *et al.*, 2002, Larrieu, 2011, Fahrig, 1998) ;
- d'espérer obtenir plus rapidement un important volume de bois mort sur pied et au sol lors des phases de sénescence.

Pour la présente étude, nous avons utilisé les trois couches SIG « coupes_avant_2000_2004 », « coupes_2000_2004_2011 » et « coupes2012_po20130320 », toutes au format vecteur et issues des services de l'ONF. Elles renseignent les dates de martelage et de coupes forestières des forêts domaniales et communales. La structure des tables de ces couches n'étant pas identique, les données ont été combinées pour créer une nouvelle couche SIG intitulée « Date_derniere_coupe_forestiere », caractérisant le critère de maturité, et renseignant la dernière date d'exploitation des parcelles forestières selon 4 classes en fonction de la date de dernière coupe : moins de 50 ans (classe 1), de 50 à 100 ans (classe 2), plus de 100 ans (classe 3) et date de dernière coupe non renseignée (classe 4).

Seules les parcelles relevant du domaine public sont renseignées. Même si cela peut constituer une limite pour l'étude, il faut le nuancer par le fait que la quasi-totalité des surfaces boisées de la zone de cœur du parc relèvent du domaine public. Il est vraisemblable que les peuplements forestiers situés dans l'aire d'adhésion du parc et les plus aptes à la mise en libre évolution, constituent des forêts domaniales ou communales. Les forêts privées sont en effet majoritairement de jeunes peuplements issus de la recolonisation d'anciennes terres agricoles. D'autre part, l'exploitation forestière de certaines zones peut être localisée et ne concerner qu'une portion de la parcelle alors que l'intégralité de celle-ci est renseignée comme exploitée. Néanmoins les coupes les plus récentes, et donc les plus discriminantes dans le cadre de cette étude, sont correctement localisées. Un travail reste à faire pour distinguer les forêts mûres n'ayant pas fait l'objet d'exploitation forestière depuis plus de 100 ans et les peuplements récents n'ayant jamais fait l'objet d'exploitation forestière.

2.1.3 Habitats forestiers remarquables

Le PNM dispose de plusieurs couches SIG renseignant sur l'existence et la localisation des habitats forestiers du territoire du Mercantour, avec des degrés de précisions géographiques et thématiques différents. Un travail, commandité par le PNM auprès des Conservatoires Botaniques Nationaux (Offerhaus *et al.*, 2012), a permis de compiler les différentes cartographies de végétation disponibles sur l'ensemble du Parc pour retenir 22 habitats forestiers remarquables (**Tableau 1**). C'est en exploitant la cartographie de ces 22 habitats forestiers qu'il a été possible de localiser les milieux les plus représentatifs du Parc (zones de mélezins, pessières-sapinières, ostryaies...), les plus rares (ripisylves, formations de genévriers...) et de cibler les habitats définis dans l'objectif III de la charte du PNM comme les sapinières ligures par exemple.

HABITATS FORESTIERS REMARQUABLES	SURFACE TOTALE (HA)
Boisements marécageux et ripisylves	1 781
Châtaigneraie	1 633
Chênaie de Quercus cerris	6
Chênaie pubescente à Sesleria argentea	787
Chênaie pubescente indifférenciée	3 493
Chênaie verte	404
Erablaie, tillaie de ravin	242
Formation de Juniperus phoenicea	430
Formation de Juniperus thurifera	542
Sapinière, sapinière hêtraie, hêtraie	2 800
Mélézin à sous-bois de mégaphorbiaie	4 655
Mélézin acidophile à sous-bois de Juniperus nana	603
Mélézin indifférencié	24 384
Ostryaie	4 403
Pinède acidophile	1 318
Pinède de Pinus mugo	348
Pinède de Pinus sylvestris indifférenciée	12 142
Pinède de Pinus uncinata	1 228
Pinède des terrasses alluviales	42
Pinède d'ubac à Erica herbacea	814
Pinède d'ubac à Gentiana Ligustica	3 218
Sapinière, sapinière-pessièrre, pessièrre	5 279

Tableau 1. Liste des 22 habitats forestiers remarquables présents sur le PNM et retenus pour l'étude du réseau de peuplement forestier en libre évolution.

Pour la présente étude, nous avons utilisé la couche SIG intitulée « Habitats_remarquables », au format vecteur, à laquelle nous avons apporté des corrections sur la topologie, c'est-à-dire des erreurs liées à la superposition de couches SIG. Ainsi, dans les situations où plusieurs habitats forestiers remarquables se superposaient, nous avons défini une liste de priorité des habitats. La préférence a été donnée aux habitats forestiers très localisés et présentant une surface moyenne par polygone assez faible.

La **figure 3** montre un exemple de superposition des polygones de cette couche (à gauche) puis le résultat obtenu après la définition de règles de topologie (à droite) : dans la couche d'origine, les polygones représentant des habitats constitués de mélézin (en orange) se superposent avec d'autres polygones de châtaigneraie (en marron), de pins sylvestres (en bleu) et de sapinière (en vert). Après traitement, les différents polygones ne se superposent plus et sont clairement délimités.

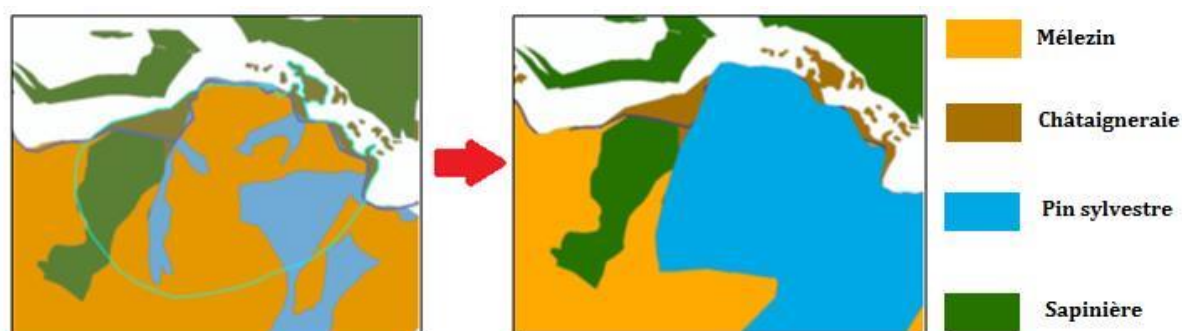


Figure 3. Exemple de correction de la topologie sur la couche SIG des habitats forestiers remarquables.

2.1.4 Peuplements forestiers remarquables

Nous avons utilisé la couche SIG « Peuplements_remarquables », au format vecteur, pour caractériser les peuplements forestiers remarquables sur le territoire du PNM. Les données contenues dans cette couche proviennent de deux sources :

- ✓ Une enquête, réalisée par Julie ARNAUDET (stagiaire du PNM) auprès des gardes moniteurs du PNM et des agents de l'ONF, auxquels il a été demandé d'identifier les peuplements les plus remarquables de leur secteur et de préciser les raisons de ce choix. Un tri a été effectué *a posteriori* pour ne retenir que les zones d'intérêt dans le cadre de la mise en place du réseau de peuplements forestiers en libre évolution (très gros bois, accumulation de bois mort, arbres à microhabitats, etc.).
- ✓ Le protocole « Vieux arbres » du PNM qui recense les arbres de très gros diamètre et décrit également la présence de bois mort et les dendro-microhabitats.

Compte-tenu de l'hétérogénéité dans la définition des peuplements remarquables (il peut s'agir de peuplements entiers ou d'arbres isolés, de zones matures ou de zones d'accumulation de bois mort), il a été décidé de considérer tous ces peuplements de la même manière dans l'analyse multicritères : un polygone de peuplement forestier est qualifié de « remarquable » dès lors qu'il a été caractérisé comme tel dans l'une des deux sources d'enquêtes citées ci-dessus.

2.1.5 Observations faunistiques et floristiques

L'utilisation des observations faunistiques et floristiques permet de prendre en compte, dans l'analyse multicritères, les zones boisées connues pour leur biodiversité remarquable. Pour cette étude, nous avons utilisé la couche SIG intitulée « Points_observations », au format vecteur, constituée de 13 728 points d'observations d'espèces présentant un caractère patrimonial dans le cadre de ce travail. Les données de cette couche SIG sont issues d'une extraction de la base de données « synthèse » du PNM contenant 367 345 points géolocalisés renseignant les espèces animales, végétales ou encore fongiques observées sur l'ensemble du territoire du Parc, y compris dans les zones non-boisées. Ces données proviennent des observations des gardes moniteurs du Parc mais aussi des structures partenaires du PNM (CBN, ONF, LPO...), qui viennent enrichir les bases de données de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ou encore du Système d'Information et de Localisation des

Espèces Natives et Envahissantes (SILENE). La création de la liste d'espèces forestières endémiques du territoire du PNM et/ou présentant un enjeu important de conservation (espèces rares, menacées...) a été faite par des experts naturalistes et des spécialistes partenaires du Parc.

Cette couche SIG se caractérise par des informations qualifiées de « discrète » : les données d'observations ne sont pas spatialement continues mais ponctuelles (du fait de leur modalité d'acquisition lors de prospections de terrain). Pour l'utiliser dans l'analyse multicritères, nous avons procédé à une étape de spatialisation. Grâce à un modèle statistique spatial construit à partir de la couche SIG des points d'observation faune et flore, une nouvelle couche SIG intitulée « obs_lissage », au format raster, est créée dans laquelle est estimée en tout point du PNM le nombre probable d'espèces forestières à caractère patrimonial. La description des traitements effectués de statistique spatiale est fournie dans les métadonnées de cette nouvelle couche SIG.

2.1.6 Validation des données

Un atlas communal contenant les cartographies des cinq critères retenus pour l'analyse des peuplements forestiers en libre évolution a été réalisé pour les 28 communes du PNM. Il a été envoyé aux équipes de gardes moniteurs des secteurs du Parc et aux agents ONF des deux départements concernés par l'étude avec pour objectif de corriger, compléter et valider les informations contenues dans l'atlas.

Au total, 19 communes sur les 28 ont fait l'objet de corrections/modifications/ajouts qui ont été digitalisés pour mettre à jour les couches SIG caractérisant les 5 critères retenus pour l'analyse. Ce travail était long et fastidieux mais néanmoins indispensable pour améliorer la qualité des couches SIG utilisées dans l'étude.

2.2 Etapes de la méthode générale

Il est possible de décomposer la méthode d'identification des sites potentiels de peuplements forestiers à laisser en libre évolution en 6 étapes clés (**Figure 4**).

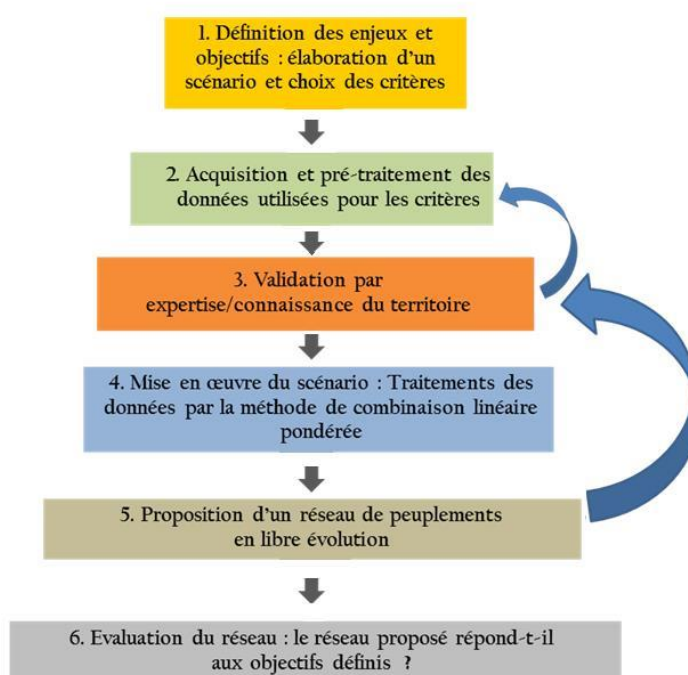


Figure 4. Etapes clés de la méthode générale.

Lors de la première étape, il est nécessaire de lister les enjeux écologiques et les objectifs qui justifient la mise en place du réseau et répondent à la question « Pourquoi un réseau de peuplements forestiers en libre évolution ? ». Ces objectifs sont définis par la charte du parc : la conservation et le suivi des communautés animales, végétales, fongiques et bactériennes liées aux bois mort et aux microhabitats, la préservation des habitats forestiers représentés dans le territoire du parc, le suivi des zones de forêt ancienne et des sapinières ligure, l'adaptation de la gestion forestière. De ces objectifs découle l'élaboration du scénario qui définit les caractéristiques du réseau final (**Tableau 2**).

Critère	Consigne
Ancienneté	Englober autant que possible les forêts anciennes
Maturité	Privilégier les zones à vieux et très gros arbres, riches en bois mort et micro-habitats
Habitats forestiers remarquables	Chaque habitat doit être représenté dans le réseau proposé (% de la surface totale/habitat)
Peuplements remarquables	Privilégier les peuplements forestiers à forte valeur patrimoniale
Empreinte humaine	De préférence des zones inexploitées depuis 100 ans au moins
Surface totale des îlots à retenir	Au maximum 30% de la surface totale boisée
Surface unitaire	Pour les îlots, minimum 2ha et pour les réserves, minimum 100ha
Sécurité du public	Zones de sécurité de 30m de part et d'autre des sentiers accessibles au public

Tableau 2. Synthèse des objectifs du réseau final de peuplements forestiers en libre évolution.

Pour des raisons de gestion et d'efficacité écologique du réseau final (Cateau *et al.*, 2013a, Larrieu, 2009, Fahrig, 1998), le scénario retenu prévoit une surface minimale des zones aptes à la création d'îlots de sénescence et de RI : 2 ha pour les îlots contre 100 ha pour les RI. Comme mentionné plus haut, le critère d'ancienneté de l'état boisé est un des plus importants de ce scénario. Le réseau proposé doit donc intégrer un maximum de forêts anciennes. Le critère de maturité estimé d'après l'historique des coupes, d'égale importance, implique de privilégier des zones où la date d'exploitation remonte à plus de 100 ans et présentant des indicateurs de maturité (fort volume de gros et très gros bois...). Une attention toute particulière est portée à la prise en compte des peuplements forestiers remarquables dans le réseau en libre évolution, ce qui permet de conserver des zones à forte valeur patrimoniale du PNM. Le critère de représentativité des habitats forestiers remarquables du parc, dernier critère écologique majeur, impose qu'une partie de chacun de ces milieux soit placée en libre évolution. Enfin, ce scénario comporte un critère relatif à la sécurité du public. En effet, afin d'éviter tout accident de chute de bois mort due à la mise hors exploitation des peuplements, une zone de sécurité de 30m est mise en place de chaque côté des sentiers ouverts à la circulation du public. Les peuplements forestiers traversés par un sentier ne sont pas retenus pour la mise en place de zones de réserves intégrales.

L'étape 2 consiste à acquérir les données SIG nécessaires pour caractériser chacun des critères identifiés à l'étape 1 et à les pré-traiter pour les rendre exploitables dans l'étape d'analyse spatiale sous SIG (restructuration des tables, vérification des règles de topologie et de la cohérence des couches SIG, ajout ou suppression d'objets géographiques, conversion de format, reclassement des informations...).

Dans la 3^{ème} étape, les couches SIG représentant les critères retenus sont mises en forme dans un atlas communal pour validation auprès des gardes moniteurs du PNM et autres experts de terrain. Des résultats de cette étape dépend la suite de l'analyse.

La 4^{ème} étape consiste à produire, pour le territoire du PNM, une carte d'aptitude à la création de zones de peuplements forestiers à laisser en libre évolution à l'aide d'outils SIG d'analyse spatiale : analyse multicritère par la méthode de combinaison linéaire pondérée (CLP). Elle permet de modéliser le potentiel de tous les peuplements forestiers du Parc à figurer dans le réseau final proposé.

C'est dans l'étape 5 que, parmi ces peuplements forestiers, sont sélectionnés ceux présentant le plus fort potentiel à la création de réserves intégrales dans les espaces « à vocation dominante naturelle » de la Charte ainsi que d'îlots de sénescence dans les espaces « à vocation dominante forestière » de la Charte. Les résultats obtenus sont également soumis pour validation à l'équipe du PNM.

Enfin, l'étape 6 est consacrée à l'évaluation du réseau final proposé : le réseau proposé répond-il bien aux objectifs fixés dans la première étape de la méthode ? Ce travail est réalisé en concertation avec l'équipe travaillant sur le projet au Parc et les membres du conseil scientifique du PNM.

2.3 Délimitation de la zone d'étude

La zone d'étude concernée par la mise en place d'îlots de sénescence et de réserves intégrales correspond à l'ensemble des surfaces boisées présentes dans la zone cœur et dans l'aire d'adhésion du Parc. Pour les identifier, nous avons utilisé la couche SIG intitulée « Masque_boise_PNM », au format vecteur, issue d'un travail de cartographie par images satellites de l'occupation du sol réalisé par l'Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA) dans le cadre d'une commande du PNM.

D'après cette couche SIG, les surfaces boisées couvrent 107 390ha soit 52% de l'ensemble du territoire du Parc (204 000 ha) dont 22 349ha en zone cœur et 85 042ha en aire d'adhésion. Nous utiliserons cette information pour déterminer la surface totale de peuplements forestiers à laisser en libre évolution ou bien encore corriger des couches SIG de la base de données du PNM (par exemple, supprimer les polygones de la couche SIG renseignant les coupes de bois qui concerneraient des zones de pré-bois ou des boisements trop lâches).

Le scénario défini en début de projet impose que le réseau de peuplements en libre évolution soit représentatif de la diversité des habitats forestiers du parc. Chaque habitat doit donc être représenté dans la proposition finale de réseau. De ce fait, il a été nécessaire d'estimer la proportion de chaque habitat se trouvant déjà en libre évolution.

Définition des espaces bénéficiant actuellement d'un statut en libre évolution dans le PNM :

Dans la zone de cœur, il s'agit des espaces classés à « vocation dominante naturelle » (où l'exploitation forestière n'est pas autorisée), les projets de réserves (Tellière-Paluel) et d'îlots de sénescence et les îlots de sénescence déjà existants (aménagement ONF, contrat Natura 2000, autorisation de coupe PNM).

Dans l'aire d'adhésion du parc, il s'agit des espaces classés en réserve intégrale (Tête d'Alpes), des îlots de sénescence (aménagement ONF, Contrat Natura 2000) et de vieillissement (aménagement ONF) déjà en place. On considère que le reste des surfaces boisées situées dans cette partie du parc peut potentiellement faire l'objet d'une récolte de bois.

Remarque : Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de travailler uniquement sur des zones boisées. Aussi, nous n'avons pas pris en compte toutes les zones du PNM qui ne sont pas présentes sur des milieux forestiers mais qui pourtant bénéficient de statuts particuliers (arrêté de protection de biotope, périmètre de captage, site classé/site inscrit, réserve naturelle régionale/nationale).

Le **tableau 3** synthétise les surfaces concernées par ce statut en libre évolution sur le territoire du Parc.

Localisation dans le PNM	Surface en ha	% par rapport à la surface totale boisée de la zone considérée	% par rapport à la surface boisée totale du Parc
DANS LA ZONE CŒUR	10168*	45*	9*
Espaces boisés à « vocation dominante naturelle » de la Charte	9357	42	8
Ilots de sénescence en place	88	0.4	0.08
Ilots de sénescence en projet	502	2	0.4
Projet RI de la Tellièrre-Paluel	705	3	0.6
DANS L'AIRE D'ADHESION	855	1	0.8
Ilots de sénescence en place	270	0.3	0.2
RI de Tête-d'Alpes	585	0.7	0.6
Ilots de vieillissement	3.7	<0.1	<0.1

*Les surfaces bénéficiant de deux statuts ont été prises en compte une seule fois dans le calcul

Tableau 3. Bilan des surfaces actuellement en libre évolution dans le PNM.

La **figure 5** présente la carte des espaces bénéficiant actuellement d'un statut en libre évolution dans le PNM.

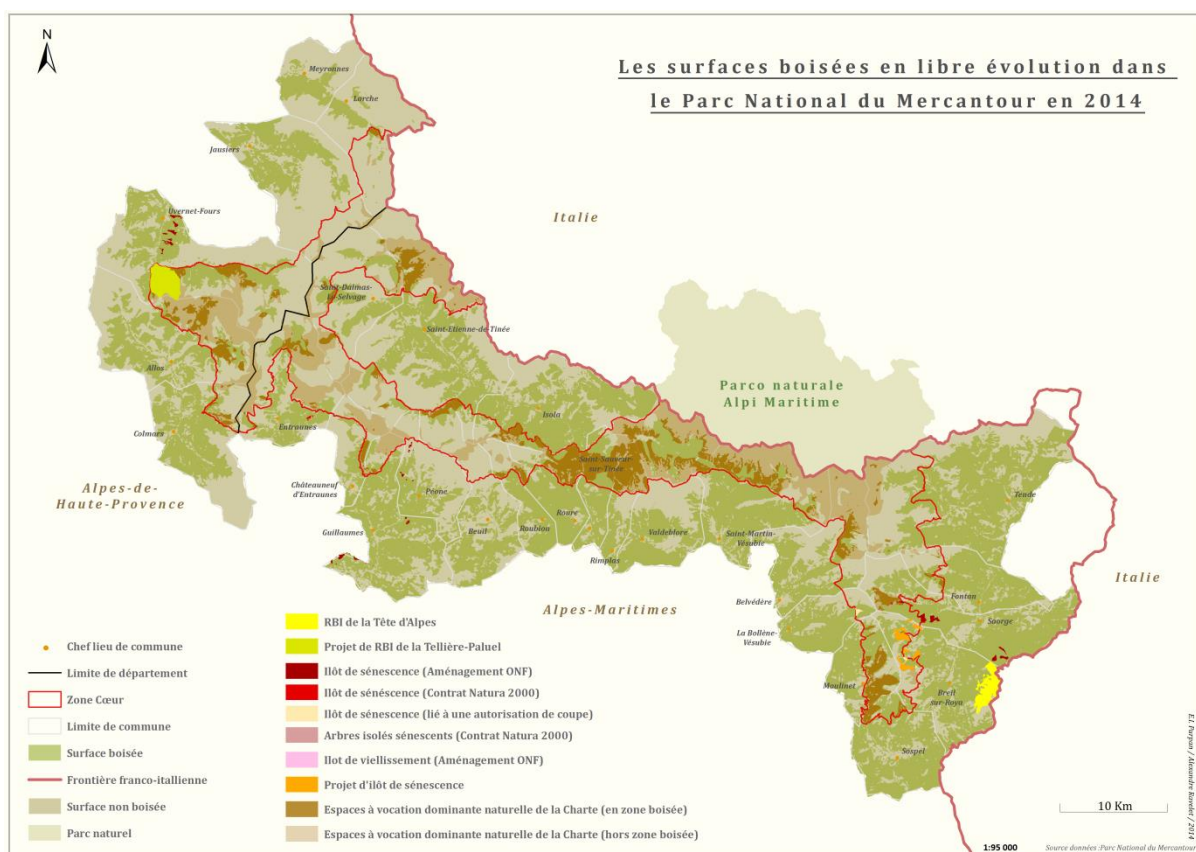


Figure 5. carte des espaces bénéficiant actuellement d'un statut en libre évolution dans le PNM.

La couche SIG des habitats forestiers remarquables du PNM a été croisée avec celle des surfaces boisées actuellement en libre évolution pour identifier les habitats peu représentés à l'échelle du parc (chênaies de *Quercus cerris*, pinèdes de terrasses alluviales, etc.) ou dont la proportion en libre évolution est faible (pinèdes acidophiles ou à *Gentiana ligustica*, etc.). Cette information servira lors des choix pour l'implantation de réserves ou d'îlots de sénescence.

2.4 Choix d'une méthode pour l'identification des sites potentiels

Les méthodes d'analyse multicritères sont très adaptées dans les études de sélection de sites appropriés à un usage spécifique. Les résultats obtenus fournissent aux acteurs des territoires des informations objectives pour guider leur choix. Dans les paragraphes suivants, nous présentons les différentes méthodes envisageables.

2.4.1 Méthodes par logique booléenne et par expertise de terrain

La méthode par logique booléenne consiste à sélectionner les zones présentant les valeurs optimales dans les critères retenus pour la mise en place de réserves/îlots de sénescence. Il est ainsi possible de sélectionner sous SIG, par l'opérateur booléen « ET », les surfaces caractérisées par la présence de forêt ancienne, constituées de peuplements matures et à forte valeurs patrimoniale, représentatifs des habitats forestiers du parc et présentant une biodiversité remarquable. Le principal inconvénient de cette méthode est que les sites optimaux résultants couvrent une très faible surface du territoire étudié.

La méthode par expertise de terrain permet de sélectionner des zones à fort potentiel. Elle a été appliquée en Suisse, dans les forêts domaniales de la République et du Canton du Jura (Friedli *et al.*, 2008). Mais elle comporte quelques limites. En effet, à l'échelle du Parc, il est difficile d'acquérir une connaissance de terrain homogène et spatialement exhaustive pour caractériser l'aptitude de chaque zone boisée à figurer dans le réseau en libre évolution.

Afin de combler les lacunes de ces deux méthodes, on peut envisager d'appliquer une méthode qui identifie les zones à plus faible potentiel. Même si elles ne respectent pas tous les critères fixés, il peut être intéressant d'intégrer ces zones de « second choix » au réseau en libre évolution.

Enfin, il est important de prendre conscience des limites des données exploitées dans le choix de la méthode à retenir. En effet, la vaste superficie que couvre la zone d'étude ainsi que l'absence d'inventaire systématique sur le territoire du Parc implique fatalement que certaines couches SIG ne sont pas toujours exhaustives. Il peut donc être dommageable d'exclure totalement les sites qui ne respecteraient pas un des critères retenus.

Compte-tenu de ces éléments, nous n'avons pas retenu ces deux méthodes pour la présente étude.

2.4.2 Méthode ELECTRE III

La méthode d'analyse multicritère de type ELECTRE est particulièrement adaptée aux problématiques de sélection de sites potentiels en fonction de multiples critères et de décideurs (Rouveyrol, 2009). Elle a été retenue dans le cadre de l'élaboration d'une méthodologie pour la création d'un réseau d'îlots de vieux bois dans les forêts publiques du

Mont-Ventoux (Cateau *et al.*, 2013a).

La méthode ELECTRE III, qualifiée de méthode de « surclassement », vise à comparer chaque site potentiel deux à deux au regard des différents critères retenus. Tous les sites renseignés sont ensuite classés du « meilleur » jusqu'au « moins bon ».

Nous avons testé cette méthode sur les surfaces boisées du PNM. Pour comparer chaque site par la méthode ELECTRE, il est nécessaire de définir 4 paramètres :

- ✓ le poids de chaque facteur au sein de l'analyse ;
- ✓ un seuil d'indifférence (q), en dessous duquel la différence au regard d'un critère ne sera pas prise en compte et n'entraînera pas de relation de surclassement entre deux sites ;
- ✓ un seuil de préférence stricte (p), au-delà duquel la différence au regard d'un critère entraînera la préférence stricte d'un site par rapport à l'autre. Si cette différence est supérieure au seuil d'indifférence et inférieure au seuil de préférence stricte, la préférence entre les deux sites sera qualifiée de faible ;
- ✓ un seuil de véto (v) au-delà duquel un site peut être totalement écarté de l'analyse ;

Connaissant la localisation géographique des sites potentiels, le classement obtenu des sites est spatialisé dans un SIG pour cartographier et visualiser le résultat. Cette méthode permet donc de traiter assez finement l'information mais introduit une certaine complexité dans l'analyse et peut se révéler être difficilement compréhensible pour le décideur. De plus, dans le cas du Mercantour, cette méthode n'est pas vraiment adaptée à la mise en place du réseau en libre évolution car elle permet d'évaluer uniquement des sites déjà préalablement identifiés et délimités.

Compte-tenu de ces éléments, nous n'avons pas retenu cette méthode pour la présente étude.

2.4.3 Méthode par combinaison linéaire pondérée

Cette méthode permet de générer une carte de probabilité, au format raster, identifiant, sur une échelle définie, le niveau d'aptitude à la mise en réserve/îlot de chaque site potentiel situé au sein de la zone d'étude. Elle est largement utilisée dans le cadre d'études relatives à la recherche de sites destinés à un usage particulier comme par exemple l'identification de sites agricoles optimaux au sein de secteurs urbanisés (Ckedowide Mevo Guezo, 2011).

Le principe, présenté à la **Figure 6**, consiste à agréger les différents critères retenus auxquels on aura préalablement attribué un poids reflétant leur importance dans l'analyse par rapport à tous les autres. L'intérêt de cette méthode est que les facteurs peuvent se compenser mutuellement. Ainsi, si on attribue le même poids au critère d'ancienneté de l'état boisé et de la maturité des peuplements, un secteur inclus dans une zone de forêt ancienne mais ayant fait

l'objet d'une exploitation récente présentera le même degré d'aptitude qu'un secteur où la dernière coupe remonte à plus de 100 ans mais où l'état boisé n'a pas été continu durant ces derniers siècles.

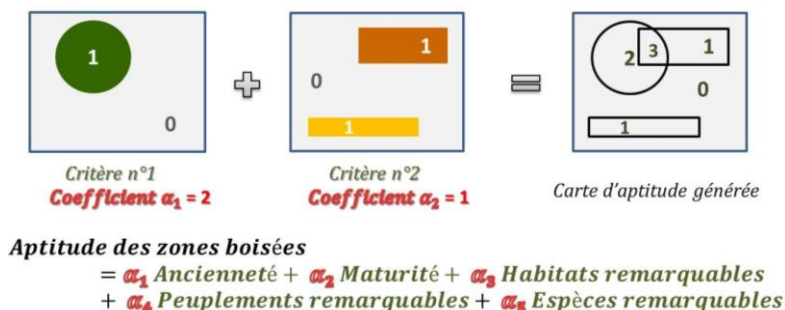


Figure 6. Principe de la méthode par combinaison linéaire pondérée

Plutôt que de définir par une approche booléenne, et donc de manière binaire (oui/non), si un site peut figurer dans le réseau en libre évolution, la méthode par combinaison linéaire pondérée permet d'utiliser un concept plus flexible pour délimiter les zones aptes ou non et pour définir la limite entre ces deux extrêmes (Paegelow, 2007, Ckedowide Mevo Guezo, 2011).

En revanche les critères d'exclusion conservent leur caractère booléen. Dans la présente étude, il s'agit des critères « surface unitaire » et « sécurité du public ». Par exemple, les surfaces incluses dans une zone tampon de 30 mètres autour d'un chemin pédestre sont automatiquement éliminées de l'analyse, sans considération de leur potentialité. Ainsi, les zones du territoire présentant les plus hautes valeurs de somme pondérée sont retenues en priorité dans la proposition du réseau final.

La mise en œuvre d'une méthode de combinaison linéaire pondérée requiert des étapes de préparation des couches SIG utilisées pour caractériser les critères retenus pour l'analyse.

- ✓ Conversion d'un format vecteur à un format raster de chaque couche SIG représentant un critère.

Pour la présente étude, taille du pixel définie à 10m et correspondant à la résolution de la couche SIG du PNM utilisée pour identifier les surfaces boisées.

- ✓ Classement et normalisation des valeurs des critères en fonction des objectifs de l'analyse et pour que les critères soient comparables.

Pour la présente étude, nous présentons dans le **tableau 4** les modalités de classement et normalisation de chaque critère.

Critère	Couche SIG utilisée format raster	Classement/normalisation des valeurs des pixels
Ancienneté	Anc_rast	Pixels de forêts anciennes = 1 Autres pixels = 0
Maturité	Mat_rast	Pixels dont la date de dernière coupe est de + de 50 ans = 1 Pixels dont la date de dernière coupe est de 50 ans et moins ou lorsque la date n'est pas connue = 0
Habitat forestier remarquable	Hab_rast	Pixels appartenant à un habitat forestier remarquable = 1 Autres pixels = 0
Peuplement remarquable	Peupl_rast	Pixels appartenant à un peuplement forestier remarquable = 1 Autres pixels = 0
Espèces remarquables	Obs_seuil	Pixels dont le nombre estimé d'espèces remarquables est 2 ou plus = 1 Pixels dont le nombre estimé d'espèces remarquables est inférieur à 2 = 0

Tableau 4. Modalités de classement/normalisation des critères.

- ✓ Définition des coefficients à affecter à chaque critère dans le modèle de combinaison linéaire pondérée.

Pour la présente étude, à défaut de données d'experts permettant de définir les coefficients, nous avons utilisé une approche uniquement statistique. Nous avons tout d'abord vérifié l'existence d'une relation de dépendance des critères par un test du Chi-2 (**Tableau 5**) : les 5 critères sont dépendants.

	Ancienneté	Maturité	Peuplement remarquable	Habitat remarquable	Espèce remarquable
Ancienneté		34 664***	155 304***	80 022***	1 151***
Maturité			139 763***	142 824***	172 072***
Peuplement remarquable				64 456***	24 672***
Habitat remarquable					20 264***

***Hautement significatif

Tableau 5. Résultats du test du Chi-2 à 1 degré de liberté et avec une p-value <.e-16.

Ensuite, les coefficients attribués aux critères ont été définis tels que la variance des zones des sites cumulant plusieurs critères identifiés (classés en [1] dans les couches SIG au format raster) soit maximisée : **0.40 pour l'ancienneté, 0.41 pour la maturité, 0.80 pour les habitats remarquables, 0.09 pour les peuplements remarquables et 0.16 pour les espèces remarquables.**

La **figure 7** illustre la carte de probabilité obtenue et identifiant, sur une échelle de 0 à 1, le niveau d'aptitude à la mise en réserve/îlot de chaque zone boisée située au sein de la zone d'étude.

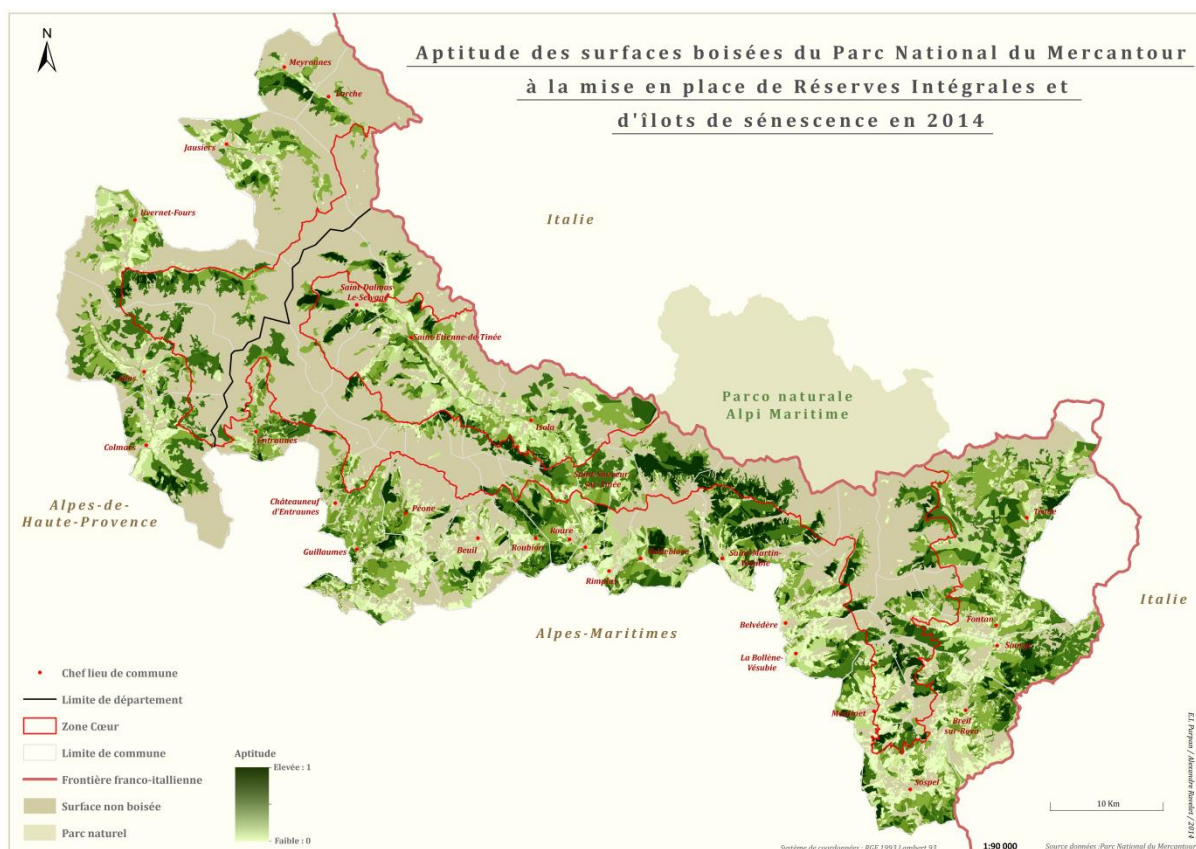


Figure 7. Carte d'aptitude des zones boisées du PNM à la mise en réserve/îlot de sénescence.

2.5 Sélection des sites aptes à la mise en place d'îlots de sénescence

A partir de la carte d'aptitude générée par la méthode de combinaison linéaire pondérée, il s'agit de définir les sites les plus aptes à la création d'îlots de sénescence en prenant en compte trois critères :

- ✓ Surface minimale d'un îlot de 2ha ;
- ✓ Surface totale du réseau d'îlots et de réserves à identifier d'environ 30% de la surface totale boisée du Parc (critère défini d'après Larrieu, 2011) ;
- ✓ Localisation des îlots potentiels dans les zones de production de la zone cœur et de l'aire d'adhésion du Parc, c'est-à-dire en dehors des espaces classés à « vocation dominante naturelle » dans la zone cœur et des sites déjà protégés, RI - îlots de sénescence ONF – Contrat Natura 2000 – Autorisation de coupe délivrée par le PNM -

sur l'ensemble du Parc (critère défini et validé lors du comité de pilotage du projet du 27 juin 2014).

La **figure 8** présente les principaux traitements SIG effectués pour identifier les îlots de sénescence potentiels.

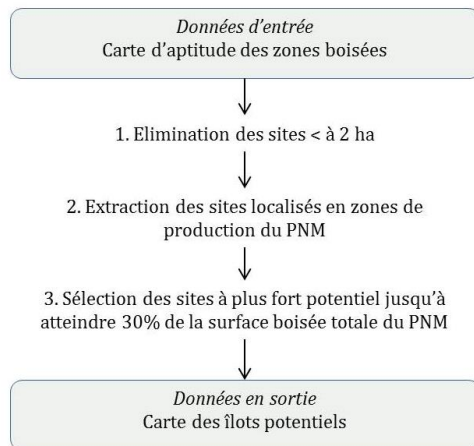


Figure 8. Principaux traitements SIG effectués pour identifier les îlots de sénescence potentiels.

2.6 Sélection des sites aptes à la mise en place de réserves intégrales

De la même manière que pour la sélection des îlots de sénescence potentiels, à partir de la carte d'aptitude générée par la méthode de combinaison linéaire pondérée, il s'agit de définir les sites les plus aptes à la création de réserves intégrales en prenant en compte trois critères :

- ✓ Surface minimale d'une réserve de 100ha ;
- ✓ Localisation dans les espaces à « vocation naturelle dominante » définis par la charte du PNM dans la zone cœur du Parc ;
- ✓ Incluant au maximum les habitats forestiers remarquables ciblés dans la Charte du Parc, Pin Cembro sur grès, forêts subalpines à Mélèze et Pin Cembro, Sapinières supra méditerranéenne ou montagnarde sous influence climatique méditerranéenne et notamment sapinière ligure.

La **figure 9** présente les principaux traitements SIG effectués pour identifier les réserves intégrales potentielles.

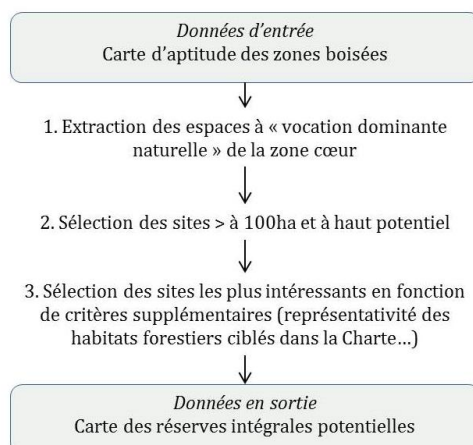


Figure 9. Principaux traitements SIG effectués pour identifier les réserves intégrales potentielles.

Résultats

III. Réseau potentiel de peuplements forestiers à laisser en libre évolution

Nous présentons dans cette 3^{ème} partie les résultats obtenus suite à l'application de la méthode par combinaison linéaire pondérée pour identifier un réseau potentiel de réserves intégrales et d'îlots de sénescence au sein des espaces boisés du PNM.

3.1 Proposition de sites pour la mise en place d'îlots de sénescence

La **figure 10** illustre la carte du réseau potentiel d'îlots de sénescence. L'ensemble des zones identifiées représente 30% du total de la surface boisée du PNM.

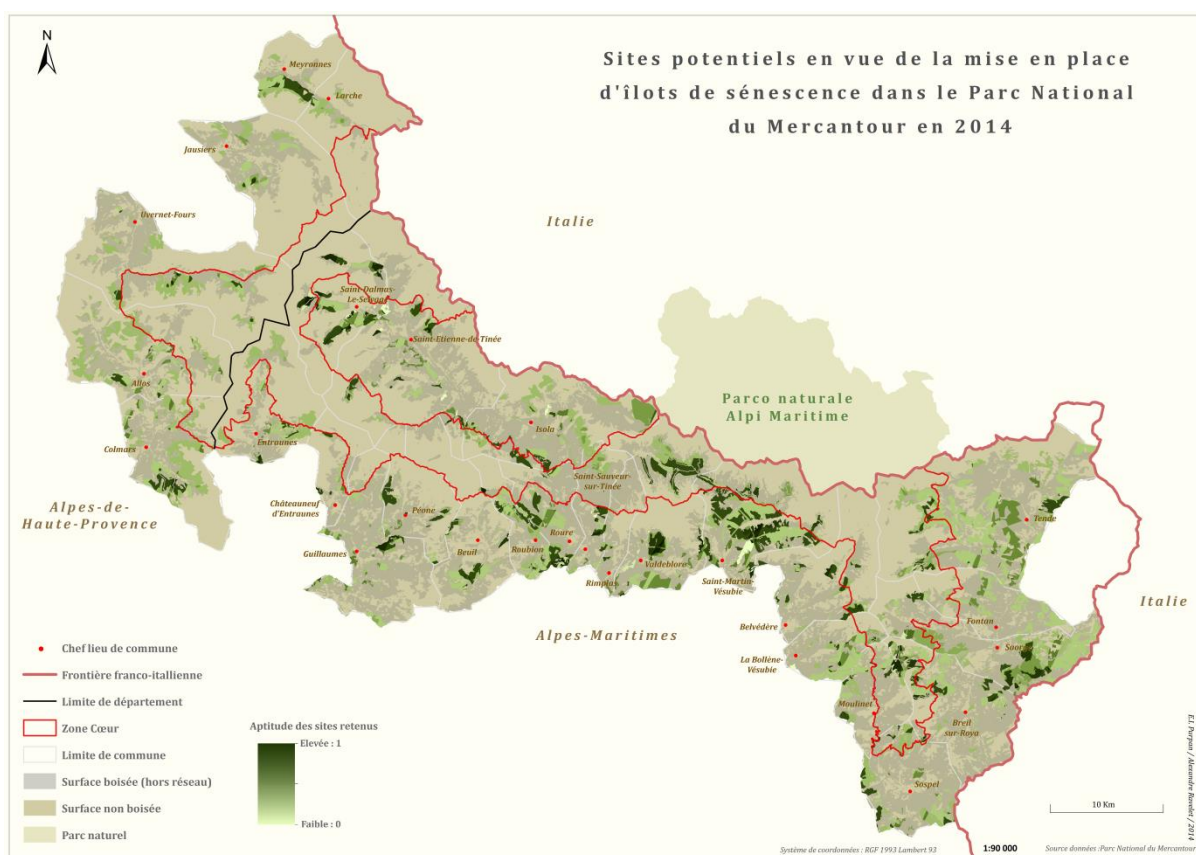


Figure 10. Carte du réseau potentiel d'îlots de sénescence.

Le **tableau 6** illustre dans quelle mesure le réseau potentiel d'îlots satisfait les critères définis pour l'analyse à 3 niveaux d'échelle, l'ensemble du Parc, la zone cœur et l'aire d'adhésion.

	Tout le PNM	Zone cœur	Aire d'adhésion
Surface totale des îlots potentiels (ha)	33 257	10 210	23 047
% de surface boisée totale	30	31	30
Nombre d'îlots	1 439	419	1 020
Surface moyenne des îlots potentiels (ha)	23	24.3	22.6
Surface maximale des îlots potentiels (ha)	640	640	530
% de peuplements remarquables (bois mort, très gros bois, dendro micro-habitats)	11	15	10
% de forêt ancienne	62	51	65
% de forêt mature (pas exploitée depuis au moins 50 ans)	48	60	45
% du nombre total d'observations d'espèces remarquables	22	2.5	19.5

Tableau 6. Description du réseau potentiel d'îlots de sénescence selon les critères retenus pour l'analyse.

Le réseau couvre bien 30 % de l'ensemble de la surface boisée du PNM, zone de cœur et aire d'adhésion confondues et le critère de surface minimale des sites est bien respecté. De plus, 62% des surfaces boisées du réseau présentent une continuité de l'état boisé pendant plusieurs siècles et constituent ce que l'on qualifie ici de forêt ancienne. Ce réseau prend également en compte les zones de forêt matures à hauteur de 48%, les peuplements remarquables (11%) et les observations d'espèces patrimoniales (22%).

Ainsi, conformément aux consignes définies par le scénario initial, cet ensemble de sites privilégie les zones de forêt ancienne, les peuplements forestiers remarquables, riches en gros bois/très gros bois et bois mort, les peuplements forestiers n'ayant pas fait l'objet d'exploitation depuis au moins 50 ans, ainsi que les zones riches en espèces présentant un intérêt de conservation sur le territoire du PNM. De plus, chaque site potentiel représente une surface de plus de 2 ha afin de respecter le critère de taille minimale concernant les îlots de sénescence. Enfin, le réseau intègre l'ensemble des habitats forestiers remarquables du PNM mais dans des proportions variables. En particulier, les habitats de « *Mélezin* », de « *Sapinière, sapinière-pessière, pessière* » et de « *Hêtraie, hêtraie-sapinière* » sont très bien représentés dans le réseau potentiel.

Le **tableau 7** présente un bilan de surfaces par habitat forestier remarquable et par zone du PNM (zone cœur et aire d'adhésion) pour mesurer la part de chaque habitat incluse dans les espaces actuellement en libre évolution et incluse dans le réseau potentiel d'îlots de sénescence.

Habitat forestier remarquable	Surface totale (ha)	% de surfaces classées actuellement en libre évolution		% de surfaces inclus dans le réseau potentiel d'îlots	
		Zone cœur	Aire d'adhésion	Zone cœur	Aire d'adhésion
Mélezin indifférencié	24384	17.2	0.1	14.4	29.5
Mélezin acidophile à sous-bois de <i>Juniperus nana</i>	603	9.6	0	65.5	1.2
Mélezin acidophile à sous-bois de mégaphorbiaie	4655	9.1	0	14.2	43.6
Sapinière, sapinière-pessière, pessière	5278	21.1	0.6	18.3	45.1
Hêtraie, hêtraie-sapinière	2799	5.5	6.4	8.8	64.1
Chênaie pubescente à <i>Sesleria argentea</i>	787	47.1	0	14.4	5.3
Boisements marécageux et ripisylves	1780	1	0	0.8	14
Châtaigneraie	1632	1.9	0	0	38
Chênaie de <i>Quercus cerris</i>	6	22.5	0	0	0.5
Chênaie pubescente indifférenciée	3492	1.8	0.1	3.1	27.1
Chênaie verte	404	7.3	0.3	1.2	15.3
Erablaie, tillaie de ravin	242	9.3	0	1	45.4
Formation de <i>Juniperus phoenicea</i>	429	5.6	0	3.8	53.2
Formation de <i>Juniperus thurifera</i>	542	60.7	0	0.8	10.9
Ostryaie	4403	5.7	6.4	5	45.8
Pinède acidophile	1317	0	1.2	0.9	45.7
Pinède de <i>Pinus mugho</i>	347	10.2	0	23.5	31
Pinède de <i>Pinus sylvestris</i> indifférencié	12142	3.7	0.6	2.2	35.3
Pinède de <i>Pinus uncinata</i>	1227	8.1	0.7	11.1	48.9
Pinède de terrasses alluviales	41	0	0	0	0.2
Pinède d'ubac à <i>Erica herbacea</i>	814	0	0	0	43.6
Pinède d'ubac à <i>Gentiana ligustica</i>	3218	0.8	0	3.6	49.5

Tableau 7. Bilan de surfaces par habitat forestier remarquable et par zone du PNM (zone cœur et aire d'adhésion) pour mesurer la part de chaque habitat incluse dans les espaces actuellement en libre évolution et incluse dans le réseau potentiel d'îlots de sénescence.

3.2 Proposition de sites pour la mise en place de réserves intégrales

La **figure 11** illustre la carte des 7 sites potentiels (en rouge) pour la création de réserves intégrales dans la zone cœur du PNM.



Figure 11. Carte des sites potentiels pour la création de réserves intégrales.

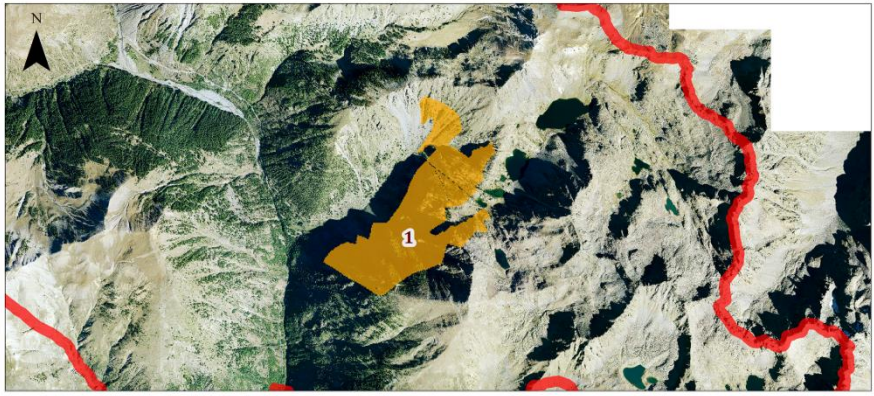
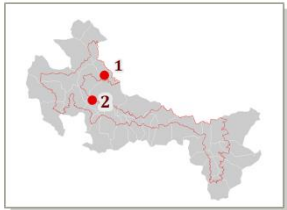
Le **tableau 8** présente les principales caractéristiques de ces sites afin de disposer d'éléments de choix pour les 2 sites à proposer in fine pour la création de RI.

Nom du site	Surface totale	Forêt ancienne	Forêt mature (%)	Peuplements remarquables (%)	Nombre d'espèces patr.	Habitats forestiers remarquables
Les Embaris (n°1)	120ha	77%	100%	5.6%	2	Mélezin indif.= 88.6% Mélezin à sous-bois de mégaphorbiaie = 8% Pinède de pin uncinata = 2.8%
Marcellin Colombet (n°3)	157.7ha	81%	29%	27%	16	Sapinière, sapinière-pessière = 83% Mélezin indif.= 7% Hêtraie, hêtraie-sapinière = 3%
Le Palier (n°4)	133ha	83%	100%	2%	4	Mélezin indif.= 77% Sapinière, sapinière-pessière = 10%
Vallon de Marges (n°5)	175ha	100%	100%	0%	0	Sapinière, sapinière-pessière = 57% Mélezin indif.= 42% Mélezin à sous-bois de mégaphorbiaie <1%
Cavalet Courgourde (n°6)	159ha	67%	100%	80%	1	Mélezin indif.= 74% Pinède de pin mugho = 10% Mélezin à sous-bois de mégaphorbiaie = 6% Sapinière, sapinière-pessière = 1.5%
Barivière (n°7)	145.4ha	60%	94%	48%	3	Sapinière, sapinière-pessière = 35% Erablaie, tillaie de ravin = 10% Pinède de pin sylvestre indif. = 6% Mélezin indif. < 1% Chênaie pubsecente à sesleria argentea <1%
Rosignol Rabière (n°8)	102ha	64%	92%	59%	0	Ostryaie = 55% Chênaie verte = 27% Pinède de pin sylvestre indif. = 12% Hêtraie, hêtraie-sapinière = 5% Boisements marécageux, ripisylves <1%

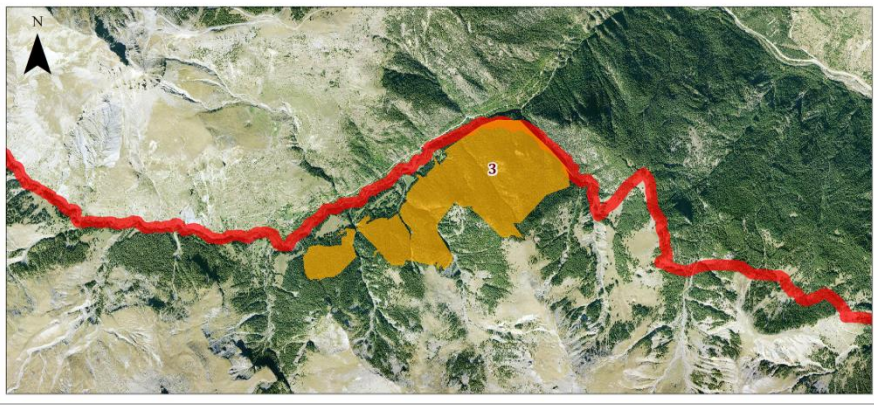

Tableau 8. Principales caractéristiques des 7 sites potentiels pour la création de réserves intégrales.

Ensuite, pour chacun des 7 sites, nous présentons une fiche descriptive basée sur les données disponibles au PNM.

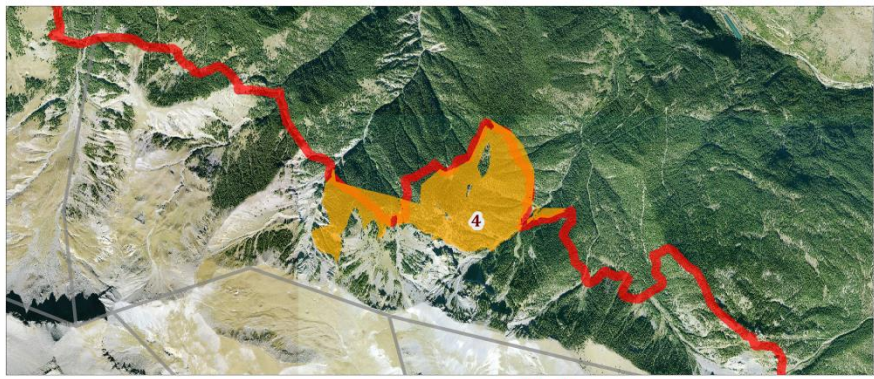
Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Les Embaris »

Nom site	Les Embaris (n°1)
Localisation géographique	
	 <p> ■ Site potentiel pour la création de RI ■ Zone de coeur </p>
Commune	Saint-Etienne de Tinée
Surface (ha)	120
Altitude min (m)	1694
Altitude max (m)	2438
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Non
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Cirsium alsophilum (Pollini) Greuter, 2003 Tetrao tetrix Linnaeus, 1758
Liste des habitats forestiers remarquables	Pinède de Pinus uncinata : 3,4 ha Mélèzein à sous-bois de mégaphorbiaie : 9,9 ha Mélèzein indifférencié : 106,4 ha
Forêt ancienne	93 ha soit 77%
Maturité	100%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 0 ha + de 50 et - de 100 ans : 0 ha + de 100 ans : 120 ha (100 %)
Peuplement remarquable	1 peuplement : 6,8 ha
Type de peuplement	"Pins Cembro"

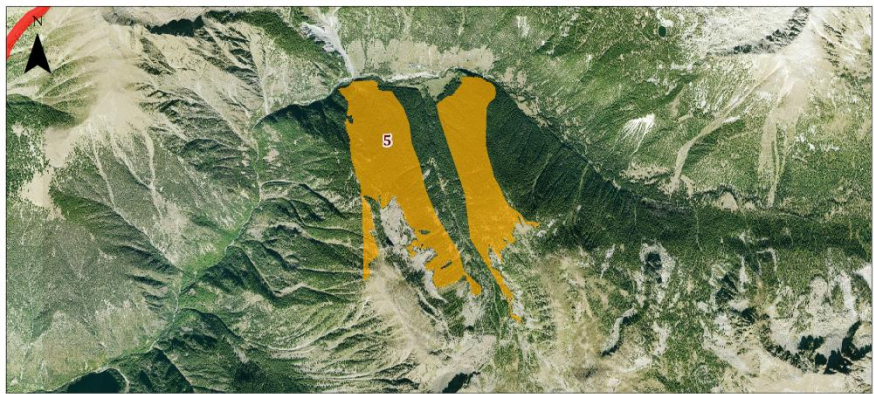

Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Marcellin-Collombet »

Nom site	Marcellin-Collombet (n°3)
Localisation géographique	
	
Commune	Saint-Etienne de Tinée
Surface (ha)	157.5
Altitude min (m)	1350
Altitude max (m)	1996
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public (une partie privée ?)
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Non
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Buxbaumia viridis (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. Dryocopus martius (Linnaeus, 1758) Tetrao tetrix (Linnaeus, 1758) ; Glaucidium passerinum (Linnaeus, 1758) Accipiter nisus (Linnaeus, 1758) ; Ampedus erythrogonus (P.W. Müller, 1821) ; Ampedus melanurus (Mulsant & Guillebeau, 1855) Ampedus scrofa (Germar, 1844) ; Callidium aeneum (De Geer, 1775) Mycetina cruciata (Schaller, 1783) ; Oxymirus cursor (Linnaeus, 1758) Platycerus caprea (De Geer, 1774) ; Zilora obscura (Fabricius, 1794)
Liste des habitats forestiers remarquables	Sapinière, sapinière-pessière, pessière : 130,6 ha Sapinière, sapinière-hêtraie, hêtraie : 4,3 ha Mélézein indifférencié : 13,6 ha
Forêt ancienne	127,8 ha soit 81%
Maturité	29%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 75,3 ha (48%) + de 50 et - de 100 ans : 46,4 ha (29%) + de 100 ans : 0 ha
Peuplement remarquable	2 peuplements : 42,3 ha
Type de peuplement	"Beaucoup d'arbres âgés de faible diamètre, Espèce: Epicea et Sapin" : 19 ha "Zone riche en bois mort, essence: Epicea et Sapin" : 23,3 ha

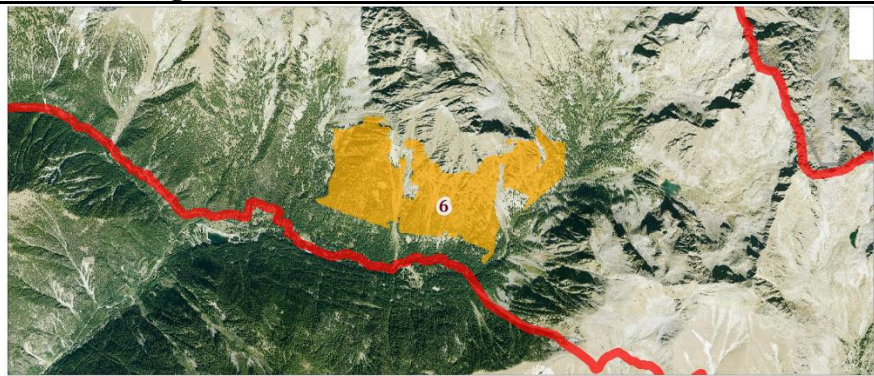
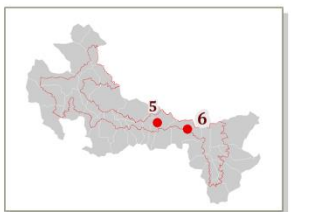


Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Le Palier »

Nom site	Le Palier (n°4)
Localisation géographique	
Commune	Isola
Surface (ha)	133
Altitude min (m)	1528
Altitude max (m)	2148
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Non
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Dryocopus martius (Linnaeus, 1758) Tetrao tetrix Linnaeus, 1758 Dryocopus martius (Linnaeus, 1758) Accipiter gentilis (Linnaeus, 1758)
Liste des habitats forestiers remarquables	Sapinière, sapinière-pesssière, pessière : 13,9 ha Mélézein indifférencié : 102,8 ha
Forêt ancienne	110,5 ha soit 83 %
Maturité	100%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 0 ha + de 50 et - de 100 ans : 0 ha + de 100 ans : 133 ha (100 %)
Peuplement remarquable	1 peuplement : 2,7 ha
Type de peuplement	"Ilots de vieux Mélèzes"

Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Vallon de Marges »

Nom site	Vallon de Marges (n°5)
Localisation géographique	
	
Commune	Valdebore/Rimplas
Surface (ha)	175
Altitude min (m)	1521
Altitude max (m)	2324
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Non
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Nulle
Liste des habitats forestiers remarquables	Sapinière, sapinière-pesssière, pessière : 100,4 ha Mélèzein à sous-bois de mégaphorbiaie : 0,5 ha Mélèzein indifférencié : 72,9 ha
Forêt ancienne	175 ha soit 100%
Maturité	100%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 0 ha + de 50 et - de 100 ans : 35 ha (20%) + de 100 ans : 134,7 ha (80%)
Peuplement remarquable	Nul
Type de peuplement	

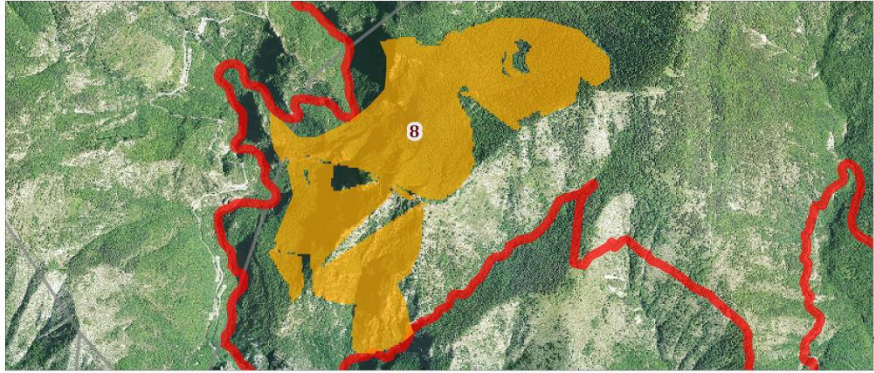
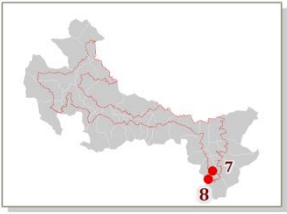
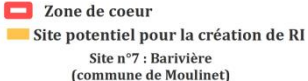
Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Cavalet-Courgourde »

Nom site	Cavalet-Courgourde (n°6)
Localisation géographique	
 <p>  Zone de coeur  Site potentiel pour la création de RI </p>	
Commune	Saint-Martin-de-Vésubie
Surface (ha)	159
Altitude min (m)	1710
Altitude max (m)	2402
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Oui
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Tetrao tetrix Linnaeus, 1758
Liste des habitats forestiers remarquables	Sapinière, sapinière-pesssière, pessière : 2,4 ha Pinède de Pinus mugo : 16,3 ha Mélèzein à sous-bois de mégaphorbiaie : 9,8 ha Mélèzein indifférencié : 117,5 ha
Forêt ancienne	107 ha soit 67%
Maturité	100%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 0 ha + de 50 et - de 100 ans : 0 ha + de 100 ans : 159 ha (100 %)
Peuplement remarquable	5 peuplements : 127,8 ha
Type de peuplement	"Peuplement de pin Mugho" : 16,2 ha "Très beau peuplement de Pin Cembro" : 14 ha "Très vieux Pin Cembro disséminés" : 29,5 ha "Nombreux chablis" : 65,7 ha "Bois mort d'avalanche, dispersé en tâches" : 2,4 ha

Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Barivière »

Nom site	Barivière (n°7)
Localisation géographique	
 <p>  Zone de coeur  Site potentiel pour la création de RI </p>	
Commune	Moulinet
Surface (ha)	145.4
Altitude min (m)	870
Altitude max (m)	1725
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Non
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Dryocopus martius (Linnaeus, 1758) Campanula medium L., 1753 Sesleria cylindrica (Balb.) DC., 1806
Liste des habitats forestiers remarquables	Sapinière, sapinière-pesssière, pessière : 51,6 ha Erablaie, tillaie de ravin : 14,6 ha Mélézein indifférencié : 0,1 ha Pinède de Pinus sylvestris indifférenciée : 8,3 ha Chênaie pubescente à Sesleria argentea : 0,1 ha
Forêt ancienne	86,6 ha soit 60%
Maturité	94%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 0 ha + de 50 et - de 100 ans : 0 ha + de 100 ans : 137 ha (94%)
Peuplement remarquable	2 peuplements : 70 ha
Type de peuplement	"Gros et vieux arbres" : 68,6 ha "Vieux Chênes" : 1,4 ha

Fiche descriptive pour le site potentiel de RI « Rossignol - Rabière »

Nom site	Rossignol – Rabière (n°8)
Localisation géographique	
	
	<p>  Site n°7 : Barivière (commune de Moullnet) </p>
Commune	Sospel
Surface (ha)	102
Altitude min (m)	575
Altitude max (m)	1300
PNM ZC	ZC
PNM AA	
Statut foncier	Public
ZSC	X
ZPS	X
Arrêté de biotope	Non
SI	Non
SC	Non
RNR	Non
Périmètre de captage	Non
Vocation actuelle	Espaces à vocation dominante naturelle
Espèces patrimoniales	Nulle
Liste des habitats forestiers remarquables	Sapinière, sapinière-hêtraie, hêtraie : 4,9 ha Ostryaie : 55,9 ha Chênaie verte : 27,4 ha Pinède de Pinus sylvestris indifférenciée : 12,5 ha Boisements marégageux et ripisylves : 0,1 ha
Forêt ancienne	65,8 ha soit 64%
Maturité	92%
Surface par classe de maturité	- de 50 ans : 0 ha + de 50 et - de 100 ans : 0 ha + de 100 ans : 94,29 ha (92%)
Peuplement remarquable	1 peuplement : 60,2 ha
Type de peuplement	"Belle sapinière ligure, exploitée mais de beaux arbres matures"

Conclusions - Perspectives

La carte d'aptitude pour la création d'îlots de sénescence et de réserves intégrales répondant à des **critères écologiques** peut servir d'entrée à nombre de scénarios. Le scénario choisi dans le cadre de cette étude, en concertation avec le PNM, amène à proposer des sites de peuplements forestiers à haute potentialité pour la mise en libre évolution qui couvrent 31% de la surface boisée du Parc. Parmi eux, 7 sont proposés pour la création de réserves intégrales dans la zone cœur, dont la surface peut être étendue aux surfaces voisines pour que les limites des sites soient cohérentes avec les limites du relief et/ou les limites administratives.

Synthèse sur le réseau potentiel de peuplements forestiers à laisser en libre évolution basé uniquement sur des critères écologiques

Est-ce que tous les habitats forestiers remarquables sont bien représentés dans le réseau potentiel ?

A l'issue de cette étude, dans le réseau potentiel de peuplements forestiers à laisser en libre évolution (regroupant les îlots et les réserves potentiels), tous les habitats forestiers remarquables du Parc sont représentés mais pas dans les mêmes proportions. Il pourrait être intéressant de rajouter certains habitats comme les boisements marécageux et ripisylves par exemple. C'est une réflexion que doit mener le Parc.

Nous proposons 3 pistes d'amélioration en particulier :

- ✓ Mieux adapter les objectifs de la part de chaque habitat forestier remarquable à intégrer dans le réseau au sein du Parc, en tenant compte du bilan des surfaces boisées actuellement considérées en libre évolution.
- ✓ Reclassement de la couche SIG localisant les habitats du PNM en fonction de l'enjeu de préservation de chaque habitat pour attribuer un poids propre aux différents habitats. Ainsi, les milieux ciblés par la charte du Parc (représentatifs des paysages du PNM ou rares à l'échelle nationale) pourraient être davantage pris en compte dans l'analyse.
- ✓ Compléter le réseau potentiel par des zones ne présentant pas aujourd'hui des caractéristiques écologiques intéressantes mais ayant le potentiel pour devenir demain un milieu intéressant (les habitats ont été identifiés sur la base des sylvo-faciès).

Est-ce que les couches SIG utilisées pour représenter les critères écologiques choisis pour identifier le réseau potentiel sont de bonne qualité ? Suffisent-elles ? Des informations complémentaires sont-elles nécessaires ?

Pour la définition du réseau potentiel, 5 critères écologiques ont été choisis. Pour chacun de ces critères, des couches SIG du PNM ont été mobilisées pour les caractériser. Ainsi, les sites potentiels identifiés dépendent de la qualité des couches SIG utilisées pour l'analyse spatiale. Or, même si des corrections ont été apportées à certaines couches SIG au cours de cette étude,

il perdure des incertitudes, des erreurs. Un travail de confirmation des sites potentiels est donc nécessaire. Selon les résultats obtenus, de nouveaux sites pourraient être proposées en se basant sur d'autres informations existantes au sein de la base de données du PNM ou à collecter. Concernant ce dernier point, nous proposons que des travaux d'inventaires complémentaires puissent être menés : stock de bois mort au sol et sur pied, diversité des micro-dendrohabitats portés par les arbres matures, inventaire de taxons indicateurs, confirmation de la date de la dernière coupe, inventaire de la faune/flore ...

Comment s'assurer d'une approche équitable entre forêt privée et publique ?

La quasi-totalité des peuplements forestiers proposés à la libre évolution concerne des forêts publiques. Il existe en effet très peu de données sur les forêts privées. Dès lors, pour avoir une approche équitable entre forêt privée/publique pour la définition du réseau potentiel, il serait important qu'un travail complémentaire de collecte d'informations soit réalisé en forêt privée.

Comment s'assurer de la cohérence spatiale du réseau potentiel ?

Une trop forte fragmentation des sites proposés pourrait remettre en cause en cause la pertinence du réseau (Fahrig, 2001, 1998, Andren, 1997, 1994, Harris, 1984). Ainsi, la cohérence spatiale du réseau potentiel doit être évaluée. Nous proposons de réaliser ce travail par une analyse de la connectivité des îlots et réserves actuels, en place et potentiels. Pour cela, différentes méthodes existent et pourront être testées (elles s'appuient sur la qualité intérieure des habitats constituant les îlots/réserves et sur la qualité de la matrice paysagère entourant ces sites).

Dès lors que ce premier réseau potentiel de peuplements forestiers à laisser en libre évolution basé uniquement sur des critères écologiques sera validé, des critères socio-économiques doivent être intégrés (production, protection, fréquentation, aménités, etc.) en concertation avec tous les acteurs du territoire du PNM concernés. Ce travail permettra de finaliser la préfiguration du réseau.

Bibliographie

- Andren H. (1994). Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat - A Review, *Oikos*: 16.
- Andren H. (1997). Habitat fragmentation and changes in biodiversity, *Ecol. Bull.*: 10.
- Cateau E., Parrot M., Roux A., Reyna K., Rossi M., Bruciamacchie M., Vallauri D. (2013a). Réseau d'îlots de vieux bois. Eléments de méthode et test dans les forêts publiques du Mont-Ventoux: 66.
- Cateau, E., Larrieu L., Savoie J.M., Vallauri D., Brustel H. (2013b). Terminologies, enjeux et variabilités spatio-temporelles des notions d'ancienneté et de maturité forestière.
- Ckedowide Mevo Guezo C. (2011). SIG et analyse multicritère pour l'aide à la décision en agriculture urbaine dans les pays en développement, cas de Ouagadougou au Burkina Faso, Université Paris 8 - Vincennes - Saint-Denis: 230.
- Dupouey J.L., Sciama D., Koerner W., Dambrine E., Rameau J.-C. (2002). La végétation des forêts anciennes, *Revue forestière française*: 54.
- Fahrig L. (1998). When does fragmentation of breeding habitat affect population survival?, *Ecological Modelling*: 19.
- Fahrig L. (2001). How much habitat is enough?, *Biological Conservation*: 9.
- Fischesser B., Dupuis M. (2007). Guide illustré de l'écologie, Eds De La Martinière: 349.
- Friedli J.M., Guerdat D., Eschmann P. (2008). Prestations en faveur de la biodiversité au sein des forêts domaniales de la République et Canton du Jura. Conservation d'îlots de vieux bois (îlots de sénescences): 15.
- Harris L.D. (1984). The fragmented forest; Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity, The University of Chicago Press.
- Hermey M., Honnay O., Firbank L., Grashof-Bokdam C., Lawesson J. E (1999). An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation, *Biological Conservation*: 11.
- Lachat T., Büttler R. (2007). Gestion des vieux arbres et du bois mort, îlots de sénescence, arbres-habitats et métapopulations saproxyliques, *OFEV*: 87.
- Larrieu L., Brustel H., Cabanettes A., Corriol G., Delarue A, Harel M., Loireau J.N., Sarthou J.P. (2009). Impact de l'anthropisation ancienne sur la biodiversité d'un habitat de hêtraie-sapinière montagnarde, *Revue forestière française*: 17.
- Larrieu L., Cabanettes A., Delarue A. (2011). Impact of silviculture on dead wood and the distribution and frequency of three microhabitats in mountain beech-fir forests of the Pyrenees, *European Journal of Forest Research*: 13.

ONF (1993). Prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière: 32.

ONF (1998). Réserves biologiques intégrales: 15.

ONF (2009a). Prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière: 32.

ONF (2009b). Ilots de vieux bois.

ONF (2010). Les arbres à conserver pour la biodiversité. Comment les identifier et les désigner: 8.

Offerhaus B., Van Es J., Franchon C., Genis J.M. (2012). Etude des habitats naturels du Parc National du Mercantour (Alpes-Maritimes et Alpes-de-Haute-Provence), CBNMED, CBNA, ONF: 32.

Paegelow M. (2007). Aide à la décision et EMC, Université de Toulouse 2 - le Mirail.

PNM (2002). Atlas des Parcs Nationaux de France, Parc National du Mercantour. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. MEDD, Parc National du Mercantour, Nice : 80.

PNM (2013). Charte du Parc National du Mercantour : 183.

PNM (2014). Marché Public « Préfiguration d'un réseau de peuplements en libre évolution dans le Parc national du Mercantour », Cahier des Clauses Techniques Particulières (C.C.T.P.) :9.

Rossi M., Bardin P., Cateau E., Vallauri D. (2013). Forêts anciennes de Méditerranée et des montagnes limitrophes. Références pour la naturalité régionale: 143.

Rouveyrol P. (2009). Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne. Etat des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion, FIF-ENGREF: 72.

Sciama D., Augusto L., Dupouey J.L., Gonzalez M., Moares Domínguez C. (2009). Floristic and ecological differences between recent and ancient forests growing on non-acidic soils, For. Ecol. Manage: 8.

Vallauri D, André J., Blondel J. (2002). Le bois mort, un attribut vital de la biodiversité de la forêt naturelle, une lacune de la forêt gérée, WWF: 34.

Vallauri D., Grel A., Granier E., Dupouey J.L. (2012). Les forêts de Cassini. Analyse quantitative et comparaison avec les forêts actuelles, WWF/INRA: 64.