

Méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence

Application dans le massif forestier du Mont Ventoux



Mémoire de fin d'études

Eugénie Cateau,

20^{ème} Promotion, 2009-2012

Janvier-Juillet 2012

Sources : Photo Eugénie Cateau (2012), en forêt communale de Bédoin

AgroParisTech-ENGREF
Institut des Sciences et Industries
du vivant et de l'environnement
Formation des Ingénieurs Forestiers

Fondation WWF-France

Syndicat Mixte d'Aménagement et
d'Équipement du Mont Ventoux

Office National des Forêts

Méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence

Application dans le massif forestier du Mont Ventoux

Mémoire de fin d'études

Eugénie Cateau,

20^{ème} Promotion, 2009-2012

Janvier-Juillet 2012

FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLÈVE DE LA FIF

Formation des ingénieurs forestiers de l'ENGREF Agro Paris Tech	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlot de sénescence – application au massif forestier du Mont Ventoux	Mots clés : Forêt ; îlot ; sénescence ; réseau écologique
AUTEUR(S) : Eugénie Cateau	Promotion : 20 ^{ème} 2009-2012
Caractéristiques : 1 volumes 112 pages ; 32 figures ; 14 annexes ; 3 cartes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT :

Fondation WWF-France et le Syndicat mixte d'aménagement et d'équipement du Mont Ventoux, en partenariat avec l'ONF

Nom du responsable : Daniel Vallauri et Ken Reyna

Fonction : Chargé de programme et chargé de mission

Nom du correspondant ENGREF (pour un stage long) : Max Bruciamacchie

Tronc commun <input type="checkbox"/> Option <input type="checkbox"/> D. d'approfondissement <input checked="" type="checkbox"/> Gestion des milieux naturels	Stage en entreprise <input type="checkbox"/> Stage à l'étranger <input type="checkbox"/> Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/> Date de remise :	Autre <input type="checkbox"/>
---	--	---------------------------------------

Contrat avec Gref Services Nancy OUI NON

SUITE À DONNER (réservé au service des études)

- Consultable et diffusable
- Confidentiel de façon permanente
- Confidentiel jusqu'au / / , puis diffusable

Résumé

Le but de cette étude est d'établir une méthodologie standardisée de mise en place de réseau d'îlots de sénescence et de la mettre en œuvre sur le massif du Mont Ventoux. Cette méthodologie est basée sur la définition d'un scénario qui fixe les objectifs et les contraintes auxquels doit répondre le réseau écologique en question. Ce scénario porte sur des enjeux écologiques, économiques sociaux et de gestions propre à chaque massif forestier et doit être établi par les acteurs du projet. Grâce à des relevés sur le terrain, un classement multicritère des données et une évaluation de l'efficacité du scénario réalisé, le réseau d'îlot de sénescence obtenu doit répondre au mieux aux objectifs et contraintes fixés.

Abstract

This study set up a method to install a "leave island" network and tested it on the Mont Ventoux area. This method is based on a scenario which set the goal and constraint that the network must follow. This scenario deals with ecological, economical, social and practical stakes, different in each context, and must be established by the responsible of the project. Thanks to the collection of the forest characteristics, a classification multi-criteria and the evaluation of the scenario, the network is the more efficient to respond to the goal and constraint fixed.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Daniel Vallauri, mon maître de stage, pour m'avoir permis de traiter ce sujet particulièrement intéressant ainsi que pour l'intérêt particulier qu'il a montré tout au long de mon stage. J'ai particulièrement apprécié ses remarques, ses conseils et son attention portée à mes questions et mes propositions, qui m'ont permis d'avancer et d'apprendre énormément tout au long de ce stage. Merci pour cette expérience au sein du WWF ainsi que pour la participation à d'autres projets, en particulier à la réunion des réserves de biosphère. Au delà du stage, ses conseils et réflexions sur mon projet professionnel futur ont été une aide précieuse.

Je tiens également à remercier les partenaires de ce projet, le SMAEMV en particulier Ken Reyna et Anthony Roux, ainsi que l'ONF, en particulier Jeanne Dulac, Olivier Delaprisson ainsi que les agents de l'unité territoriale du Mont Ventoux. Leur investissement, leurs remarques ainsi que leurs connaissances du terrain m'ont permis de mener ce projet dans de très bonnes conditions.

Merci à toute l'équipe du WWF Marseille, Jean-Pierre, Denis, Catherine, Aurélie, Daniel et Magali pour m'avoir fait découvrir la vie professionnelle, pour leur accueil et pour la bonne ambiance qu'il règne dans les bureaux marseillais. Je souhaite également remercier le pôle forêt du WWF, Magali, Daniel et Pierre pour leur conseils en tant de forestier, ainsi que la partie parisienne du pôle pour leur aide lors des sorties terrains dans des conditions pas toujours facile.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des naturalistes que j'ai contacté, pour leurs réponses et leurs bonnes volontés à m'aider. En particulier, un grand merci à Benoît Dodelin, Hervé Brustel et Virgile Noble pour leur investissement dans cette étude.

Enfin, je souhaiterais remercier Lauriane Mietton, pour son aide lors des relevés, son accueil à la maison forestière de Bédoin et sa bonne humeur. Un grand merci également à Vanessa Dacquay et Pierre Bardin, stagiaires au WWF, pour avoir partagé mon bureau ainsi que de très bons moments.

Table des matières

Remerciements	1
Table des matières	2
Table des annexes	4
Table des figures.....	5
Liste des tableaux	6
Index alphabétique des sigles	7
Introduction	8
1. Présentation de la problématique par une approche bibliographique.....	9
1.1. Naturalité	9
1.1.1. Définition.....	9
1.1.2. Critères de Naturalité (Vallauri, 2007)	9
1.1.3. Intérêt de conserver des espaces à haute naturalité	11
1.2. Point de vue de l'espèce, point de vue de l'habitat.....	12
1.2.1. Approche espèce	12
1.2.2. Approche habitat	13
1.2.3. Approche mixte	13
1.3. Îlots de sénescence.....	14
1.3.1. Définition.....	14
1.3.2. Intérêts des îlots de sénescence	14
1.3.3. L'îlot de sénescence : un espace à haute naturalité ?.....	14
1.3.4. Caractéristiques des îlots de sénescence.....	15
1.3.5. Notion d'îlots itinérants	16
1.3.6. L'îlot de vieillissement	16
1.4. Réseau écologique.....	16
1.4.1. Définition.....	16
1.4.2. Qu'est ce qu'un réseau écologique apporte par rapport aux îlots ?.....	16
1.4.3. Constitution d'un réseau.....	18
1.4.4. Détails sur les corridors	19
1.4.5. Quelques exemples	20
1.4.6. Discussion autour des réseaux (A.F. Bennet, 1998)	21
1.5. Dynamique du réseau.....	21
1.5.1. Etat actuel des connaissances sur l'évolution des différentes caractéristiques des îlots de sénescence.	21
1.5.2. Modélisation	22
1.6. Cadre juridique	22

<u>2. Matériel et méthode.....</u>	<u>24</u>
2.1. Présentation du site d'étude	24
2.1.1. Les conditions topo-climatiques dans le massif	24
2.1.2. Les forêts du Mont Ventoux.....	24
2.1.3. Les différents enjeux forestiers	24
2.1.4. Le projet Qualigouv	26
2.2. Méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence	26
2.2.1. Définition des enjeux et objectifs.....	28
2.2.2. Transcription technique	31
2.2.3. Phase de terrain	31
2.2.4. Traitement des données	36
2.2.5. Classement des îlots à partir du scénario.....	36
2.2.6. Evaluation multicritère du réseau d'îlots obtenu.....	37
2.2.7. Mise en place du réseau de conservation.....	38
2.2.8. Suivi de l'état de conservation	38
<u>3. Résultats et discussion.....</u>	<u>39</u>
3.1. Transcription des besoins écologiques des espèces par des critères de naturalité.....	39
3.2. Définition du scénario	40
3.3. Traitement des données.....	43
3.3.1. Premières données brutes sur la qualité des îlots	43
3.3.2. Quels sont les indicateurs qui permettent au mieux de différencier les îlots	46
3.3.3. Vers une typologie des îlots du Ventoux.....	47
3.4. Classement obtenu après l'utilisation d'ELECTRE.....	50
3.5. Quels groupes de typologie répondent le mieux au scénario ?	50
3.6. Vérification de l'efficacité du scénario	51
3.7. Evaluation multicritère du scénario	55
<u>4. Réflexions générales autour de la méthodologie mise en place et perspectives</u>	<u>56</u>
4.1. Atouts et limites de la méthode mise en œuvre	56
4.2. Perspectives d'amélioration de la méthode de mise en place d'un réseau d'îlots.....	56
4.2.1. Définition des enjeux écologiques via l'approche « espèces »	56
4.2.2. Phase de terrain	57
4.2.3. Vers une meilleure intégration de la connectivité du réseau lors de la sélection des îlots.	59
4.2.4. Vers une modélisation de l'évolution du réseau d'îlots.....	62
4.2.5. Au-delà de l'outil îlot : généralisation pour réseau de conservation	64
4.2.6. Vers un partage des connaissances établies par cette étude.	64
<u>Conclusion.....</u>	<u>65</u>
<u>Références bibliographiques</u>	<u>67</u>
<u>Listes des contacts</u>	<u>69</u>

Table des annexes

<u>Annexe 1 : Données thermométriques du mont Ventoux</u>	<u>72</u>
<u>Annexe 2 : Exemple d'un tableau de transcription des besoins écologiques des espèces en caractéristiques des écosystèmes pour le groupe « flore »</u>	<u>73</u>
<u>Annexe 3 : Outil de sélection des objectifs du scenario</u>	<u>76</u>
<u>Annexe 4 : Fiche de terrain utilisée pour les relevés 2012</u>	<u>77</u>
<u>Annexe 5 : Fiche de synthèse des résultats utilisés pour les relevés 2012</u>	<u>81</u>
<u>Annexe 6 : Liste des espèces protégées répertoriées comme potentiellement présente sur le Ventoux avec leurs différents statuts de protection</u>	<u>82</u>
<u>Annexe 7 : Variation de la répartition des modalités des indicateurs dans le contexte du Ventoux</u>	<u>84</u>
<u>Annexe 8 : Caractérisation des axes de l'AFC</u>	<u>87</u>
<u>Annexe 9 : Fiches de description des différents groupes de la typologie des îlots potentiels du Mont Ventoux.</u>	<u>90</u>
<u>Annexe 10 : Classement final obtenu pour le scenario</u>	<u>101</u>
<u>Annexe 11 : fiche « îlot du Mont Ventoux simplification »</u>	<u>103</u>
<u>Annexe 12 : Fiche « îlot-scenario du Mont Ventoux »</u>	<u>105</u>
<u>Annexe 13: Fiche « îlot – générale »</u>	<u>107</u>
<u>Annexe 14 : Proposition d'une « fiche matrice » pour la caractérisation de la matrice par le protocole de relevé linéaire</u>	<u>110</u>

Table des figures

Figure 1: Représentation d'un réseau écologique (d'après Harang, 2012)	18
Figure 2: Méthodologie d'élaboration, d'évaluation et de mise en place d'un réseau d'îlot de sénescence	27
Figure 3: Représentation des 132 îlots décrits sur le Mont Ventoux dans les six forêts de Malaucène, Beaumont du Ventoux, Mont Ventoux, Toulourenc, Bédoin et Ventouret.....	32
Figure 4: L'indicateur « volume de bois mort » en m ³ /ha avec un système de notation par classe.	35
Figure 5: L'indicateur « microhabitat des arbres vivants ». La présence d'un microhabitat sur l'îlot impose qu'il soit noté. La note finale de l'îlot est déterminée par la somme des habitats présents	35
Figure 6: Représentation graphique de l'axe Naturalité de l'îlot 020512_4 de chêne pubescent en forêt communale de Bédoin. Il est composé d'essence indigène mais ne présente que de très faibles notes sur les autres critères de naturalité.	35
Figure 7: Classement de deux îlots A et B en fonction d'un critère prédéfini	37
Figure 8: Répartition des espèces listées sur le Ventoux.....	39
Figure 9: Répartition des modalités des principaux indicateurs sur l'axe 1. Les microhabitats ont, pour cet axe, un poids de 11,09 (/101,2) ; les loges de 8,15 et les essences de 7,49	46
Figure 10: Répartition des modalités des principaux indicateurs sur l'axe 2. L'essence principale a un poids de 12,55(/98,74) ; la valeur des bois de 11,23 et le couvert indigène de 7,95	47
Figure 11: Les modalités des principaux indicateurs sur l'axe 3 : La structure, l'âge du peuplement, les phases de la sylvigénèse, le volume de bois mort et le nombre de TGB ont respectivement des poids de 8,95 ; 7,88 ; 7,68 ; 7,40 ; 6,85 (/94,53).....	47
Figure 12: Typologie des îlots inventoriés sur le Mont Ventoux	48
Figure 13: Représentation des îlots sélectionnés dans le scénario	50
Figure 14: Les îlots du scénario au sein des différents groupes	51
Figure 15: Impact du scénario sur le critère d'ancienneté.....	52
Figure 16 : Etude de la connectivité du réseau d'îlots à l'aide de la méthode de création de zone tampon.....	54
Figure 17: Schéma du protocole de description de la matrice.....	59
Figure 18: Illustration des biais causés par le protocole d'inventaire de la matrice.....	60
Figure 19: Etape de prise en compte de la connectivité, avec un scénario à 3 critères (1, 2, 3) qu'il faut maximiser. L'acceptation se fait tant que 2/3 critères sont supérieurs aux seuils d'acceptabilité (1, 2, 3).....	61

Liste des tableaux

Tableau 1: Synthèse des différentes données bibliographiques concernant la surface préconisée des îlots de sénescence.....	15
Tableau 2: Transcription des différents niveaux d'attractivité des milieux pour la prise en compte dans les calculs de résistance des espèces	19
Tableau 3: Illustration de l'onglet général et de l'onglet gros bois pour certaines espèces d'entomofaune.....	29
Tableau 4:Exemple d'une partie de l'onglet « enjeux écologiques » du tableau d'aide à la définition du scénario.....	30
Tableau 5: Les différents critères et indicateurs utilisés dans l'axe écologique de la fiche de relevés .	33
Tableau 6: Critères et indicateurs de l'axe d'empreinte humaine	34
Tableau 7: Critères et indicateurs de l'axe d'usages et pratiques.....	34
Tableau 8: Synthèse de la sensibilité des différents groupes aux facteurs écologiques, établie à l'issu des entretiens avec les naturalistes	39
Tableau 9: Détails du scénario mis en place au cours de l'étude et de sa transcription technique.....	41
Tableau 10: Les deux îlots extrêmes : l'îlot 43_beaumont 2 qui se trouve en forêt communale de Beaumont dans un peuplement de sapin et pin sylvestre, présentant des caractéristiques écologiques remarquables. L'îlot 160412_8 se trouve en forêt communale de Bédoin, et présente des caractéristiques écologiques particulièrement faibles.	43
Tableau 11: Représentation des quatre grands types de répartitions des indicateurs sur le massif du Ventoux	45
Tableau 12: Efficacité du scénario sur les différents critères.....	53
Tableau 13: Synthèse des premières réflexions sur la modélisation de l'évolution des indicateurs	63

Index alphabétique des sigles

AFC : Analyse factorielle des correspondances

APB : Arrêté de protection de biotope

CAH : classification ascendante hiérarchique

CORINE : Coordination of Information on the Environment

DOCOB : Document d'objectif

DT : Direction territoriale

GB : Gros bois

GPS : Global Positioning System

IBP : Indice de Biodiversité Potentielle

LPO : Ligue de protection des oiseaux

MAB : Man and Biosphere

ONF : Office national des forêts

PACA: Provence Alpes Côte d'Azur

PN : Parc national

Qualigouv : Améliorer la gouvernance et la qualité de la gestion forestière dans les espaces protégés méditerranéens

RBI : Réserve biologique intégrale

RTM : Restauration des Terrains de Montagne

SIG : Système d'information géographique

SMAEMV : Syndicat mixte d'aménagement et d'équipement du Mont Ventoux

UNESCO : United Nations Educational , Scientific and Cultural Organization

UT : Unité territoriale

WWF : World wildlife fund

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique

Introduction

La fragmentation qui caractérise nos paysages actuels est aujourd'hui un frein aux déplacements et migrations des espèces animales et végétales. Dans le contexte du changement climatique, ces mouvements de populations sont devenus essentiels à la survie de certaines populations incapables à s'adapter aux conversions des écosystèmes. C'est dans le but de favoriser ces déplacements en limitant les conséquences de la fragmentation du paysage que les politiques publiques ont mis en place lors du Grenelle de l'Environnement la *trame verte et bleue*. Cette trame vise à relier par des corridors des écosystèmes aquatiques ou terrestres fragmentés. Pour cela, il est nécessaire de créer des sous-trames de milieux naturels semblables, en particulier une sous-trame forestière. Au sein de celle-ci, tous les écosystèmes ne sont pas équivalents et ne comportent pas le même cortège d'espèces. Pour constituer un **réseau écologique** efficace pour le déplacement des espèces, il convient de relier entre eux des écosystèmes forestiers susceptibles d'abriter les mêmes espèces, animales ou végétales.

L'exploitation forestière implique une récolte des bois avant leur maturité biologique et empêche l'existence de phases de sénescence dans les écosystèmes forestiers. Cependant de nombreuses espèces sont inféodées à ces phases de maturité et de vieillissement, près de 30% des espèces forestières sont liées au bois mort (Vallauri *et al.*, 2005). Pour préserver les écosystèmes nécessaires à la survie de ces espèces, l'ONF développe une politique de création d'**îlots de sénescence** (ONF, 2009).

De ces deux volontés des politiques publiques découle la notion de réseau d'îlots de sénescence. Si quelques exemples de mise en place d'îlots de sénescence ont eu lieu en France (Cévennes, Savoie), nous pouvons remarquer une absence de méthodologie précise pour mettre en place une trame efficace de vieux bois. Cette question a conduit à une collaboration depuis 2011 entre le SMAEV, l'ONF et le WWF, dont la première étape a été le stage de Marie Parrot (2011). L'étude dont il est question ici vise à continuer ce travail et à présenter une méthode testée sur le terrain et améliorée, dans le but d'obtenir une **méthodologie standardisée de mise en place de réseau d'îlots de sénescence**, utilisable dans d'autres contextes.

En effet, suivant les contextes forestiers, mettre en place un réseau d'îlots de sénescence n'aura pas les mêmes objectifs, les mêmes contraintes ni les mêmes conséquences. La méthodologie répondra ainsi à deux questions :

- Comment définir et prendre en compte les différents enjeux liés au contexte écologique et humain : pour quelles espèces ou caractéristiques de l'écosystème mettre en place ce réseau ? Quelles contraintes de gestion, financières ou sociales ce réseau va-t-il entraîner et sont-elles acceptables ?
- Comment déterminer le réseau d'îlots de sénescences le plus pertinent pour répondre à ces différents enjeux ?

1. Présentation de la problématique par une approche bibliographique

1.1. Naturalité

1.1.1. Définition

Le terme de naturalité représente l'écart entre l'écosystème actuel et un état hypothétique de cet écosystème s'il n'avait jamais subi d'intervention humaine.

De nos jours, de part leur faible représentation, les espaces forestiers ayant une haute valeur de naturalité sont difficiles à caractériser.

Les travaux du WWF dans ce domaine sont très récents et sont parmi les premiers en France à se pencher sur la question de naturalité d'un écosystème forestier. Une forêt à haute naturalité possède (Vallauri, 2007) :

- une forte biodiversité
- une organisation spécifique de l'écosystème en paysage, habitat, microhabitat. Par symétrie, la capacité de l'écosystème à être désorganisé est également importante.
- une complexité de fonctionnement par perturbation, flux de gènes, flux de matière, relation trophique et biochimique
- une spontanéité, une capacité à s'autogérer.

Ces différentes notions, qui servent de base de définition, peuvent être précisées sous forme de critères et indicateurs directement quantifiables. Ces critères serviront de base pour évaluer la naturalité des îlots de sénescence, voir partie 2.

1.1.2. Critères de Naturalité (Vallauri, 2007)

1.1.2.1. La biodiversité

Elle est caractérisée par différents facteurs :

- le *taux d'indigénat* des espèces : proportion d'individus/d'espèces indigènes par rapport aux espèces introduites. Les taxons considérés comme indigènes sont ceux qui ont été observés sur le territoire avant une date clé, fixée en général à 1500 dans le contexte historique de l'Europe.
- la *richesse spécifique* : groupe(s) d'espèce(s) patrimoniale(s) caractéristique(s) d'un habitat. On pourra distinguer les espèces présentes à l'aide de leur statut de protection, permettant ainsi de prioriser les différents habitats/taxons.
- les espèces présentes en comparaison des *espèces potentielles et disparues* : elles ajoutent aux caractères précédents la notion de potentialité et de disparition, en lien avec l'empreinte humaine.

1.1.2.2. La maturité sylvigénétique et structurale

Dans une forêt naturelle, tout le cycle sylvigénétique est représenté : l'installation ou la régénération naturelle, les individus en croissance, puis matures, vieillissants, et enfin les phases d'écroulement et de décomposition. Or l'exploitation sylvicole implique une récolte des bois avant que ceux-ci dépérissent. Ainsi dans les forêts exploitées, on peut observer un manque, voire une absence, des phases de maturité (>2/3 de l'espérance de vie des arbres) et de sénescence des individus. La maturité du peuplement est donc un bon critère pour discriminer les peuplements à haute naturalité. Elle peut être traduite en pratique par :

- *l'architecture des peuplements* : toutes les strates sont représentées
- la *mosaïque paysagère* : les zones forestières sont parsemées de milieux ouverts, issus de chablis.
- la *distribution des âges par classe* : elle doit être équilibrée, sans présenter de déficit dans les classes âgées. Elle peut être représentée par la distribution en classe de diamètre puisqu'on sait qu'au sein d'une station homogène, l'âge et le diamètre sont corrélés positivement. Les gros diamètres sont particulièrement importants car la probabilité qu'un arbre soit porteur de microhabitat est proportionnelle à son diamètre (Larrieu, 2009)
- la *distribution de la matière ligneuse vivante et morte*. Un peuplement naturel présente des bois morts en quantité (voir 1.3.) et sous toutes ces formes : chablis, volis, bois mort au sol etc.

1.1.2.3. Continuité spatiale.

La fragmentation du paysage est liée à la diversité d'utilisation de cet espace par l'homme. A l'inverse, un territoire peu anthropisé, et donc à haute naturalité, est caractérisé par une continuité spatiale.

Cette continuité joue un rôle essentiel pour la survie des espèces végétale, comme animales. En effet, les espèces sont mobiles et elles utilisent des territoires de superficies variables (cf 4.3.). Leur capacité de dispersion, propre à chaque espèce, constitue le facteur limitant dans la colonisation de nouveaux milieux. Les espèces peuvent sur une distance plus ou moins grande traverser des milieux qui leur sont plus ou moins hostiles pour aller coloniser des écosystèmes qui leur conviennent. Ainsi, si l'on veut favoriser la dispersion des espèces, il importe que leurs écosystèmes viables soient de taille suffisante à une distance adéquate les uns des autres.

1.1.2.4. La fonctionnalité de l'écosystème

Un écosystème naturel est dirigé par des processus fonctionnels qui lui sont propres et que l'on peut caractériser par :

- les *régimes naturels de perturbations* : événements climatiques ponctuels, épidémies... à l'origine du renouvellement des populations
- les *groupes fonctionnels clé* : espèces assurant des fonctions de l'écosystème (symbiose, dégradations de la matière organique, etc.)
- la *résilience* : c'est la capacité de l'écosystème à se reformer après une perturbation naturelle ou anthropique.
- l'*autonomie de fonctionnement* : c'est la capacité de l'écosystème à réguler les flux énergétiques, chimiques, d'individus etc.

1.1.2.5. L'ancienneté

Les forêts sont qualifiées d'anciennes lorsqu'il y a une continuité de l'état boisé depuis au moins la fin du XVIII^{ème} siècle (Dupouey, 2002)

Ancienneté n'est pas forcément synonyme de maturité. Souvent ces deux termes sont liés, mais il arrive que certains peuplements jeunes, non matures, soient sur des terrains boisés depuis longtemps, où le caractère d'ancienneté est important. A contrario, il existe des cas où le peuplement est âgé alors que l'état boisé est récent. Par exemple, avec des essences à croissance rapide comme le bouleau ou le peuplier, on peut rapidement atteindre un peuplement au stade mature alors que le terrain était en exploitation agricole il y a peu de temps.

L'ancienneté de l'état boisé a des conséquences directes sur la biodiversité. En effet, de part leur faible pouvoir de dispersion, certaines espèces sont inféodées aux forêts qui sont boisées depuis longtemps (Hermy, 2007 ; Dupouey, 2002).

1.1.2.6. L'empreinte humaine

L'Homme exerce des activités qui ont des impacts sur les écosystèmes, en particulier dans les écosystèmes forestiers. En effet, l'homme a influencé, voire modifié, l'ensemble des critères de naturalité susdit.

Il influence la biodiversité en sélectionnant les essences mise en place lors de plantation, mais également dans le traitement des forêts naturelles en favorisant certaines essences.

Il influence la maturité sylvigénétique et structurale en imposant à l'écosystème un mode de gestion en futaie régulière notamment, en récoltant les bois avant leur maturité biologique et en ne laissant pas ou peu d'arbres sénescents.

La fragmentation du paysage en lien avec la multiplicité des activités humaines est la première contrainte de la continuité spatiale des écosystèmes.

Il influence également l'état même d'écosystème forestier par la déforestation. Notons que le minimum de la surface forestière en France se situe au milieu du XIX siècle, pour une surface avoisinant les 9 millions d'hectares (Cinotti, 1996), soit à peine plus de la moitié de la surface boisée actuelle (16 millions d'hectares). Cette importante déforestation a une influence directe sur l'ancienneté des forêts puisqu'aujourd'hui seuls 4,2 millions d'hectares (Valauri, 2012) sont considérés comme des forêts anciennes.

Ainsi, l'anthropisation est l'opposition de la naturalité et ces deux notions sont fortement liées, voire indissociables.

1.1.3. Intérêt de conserver des espaces à haute naturalité

1.1.3.1. Stockage de carbone

Contrairement à l'idée développée dans les années 1960 (Odum, 1969) selon laquelle une forêt mature serait neutre en bilan carbone, les forêts anciennes continuent de *stocker le carbone* (Luyssaert, 2008), notamment dans le sol. Dans nos forêts, dont la maturité est assez loin d'un équilibre naturel (du fait de l'histoire et des règles sylvicoles), le stock de carbone peut également s'accroître dans le peuplement vivant (volume sur pied) et mort (bois mort).

1.1.3.2. Microhabitat clé pour la biodiversité

Ces forêts comportent de nombreux *microhabitats*, considérés comme des défauts dans la sylviculture classique et pourtant « source » indispensable (habitat, nourriture) d'une grande biodiversité. Cette dernière représente 25% de la biodiversité forestière. Par exemple, en ce qui concerne les oiseaux forestiers, 41% des espèces dépendent de la présence de cavités dans les arbres pour leur reproduction (Laporte, 2008).

Au sein des espèces saproxyliques (qui représentent 20% des espèces forestières et sont toutes liées à une composante de la maturité) 40% des coléoptères saproxyliques sont en danger (Speight 1989 in Rouveyrol, 2008).

Conserver et favoriser le maintien de microhabitat est donc essentiel pour la préservation de la biodiversité.

1.1.3.3. Cas du bois mort

Lorsque la forêt atteint plusieurs milliers d'hectares, on peut estimer la richesse spécifique à quelques 10 000 espèces présentes (Vallauri, 2002). Or on estime que 25 à 30% de ces espèces sont liées au *bois mort* (Vallauri, 2002, Bobiec et al. 2005), parmi lesquelles on retrouve les xylophages, les détritivores et les cavicoles.

De nos jours, les forêts françaises contiennent en moyenne moins de 10 m³/ha de bois mort de diamètre >30 cm (IFN, 2010), tandis que dans les forêts où l'empreinte de l'homme est minime, on trouve au moins 40m³/ha et on peut trouver jusqu'à 200 m³/ha (Vallauri, 2005). De façon générale, le volume de bois mort varie entre 5 et 30% du volume de bois vivant dans les forêts naturelles. Il dépend essentiellement de la productivité de l'écosystème, du régime des perturbations et de l'ancienneté de l'exploitation (Vallauri, 2002). Dans une forêt naturelle, le taux de mortalité est égal à l'accroissement annuel de bois vivant.

Le taux et la vitesse de décomposition dépendent des essences et des stations. Pour un ordre d'idée, dans la forêt du parc naturel de Bialowieza, Falinski (1978, in Vallauri 2002) estime à 2.9 m²/ha/an le taux de décomposition (tillaie-charmaie et Pino-quercetum).

Contrairement à une idée répandue, laisser du bois mort en forêt n'augmente pas le taux de parasites et de maladies susceptibles de se propager (Gosselin, 2004). En effet, le bois mort depuis plus d'un an n'est porteur que de décomposeurs, incapables de s'attaquer aux cellules vivantes. Ces organismes seraient même bénéfiques pour la santé des forêts, car porteurs de nombreux parasitoïdes et de prédateurs des insectes ravageurs de bois vivant.

1.1.3.4. Le sentiment de nature (Morge, 2001)

Le sentiment de nature représente la perception et la relation sensible que l'homme établit avec la nature. Les concepts psychologiques associés à ce sentiment sont encore mal connus, mais seraient, suivant les premières études parues à ce sujet, liées aux questions de naturalité. Si chacun à sa propre perception des éléments naturels qui l'entourent, il a été montré que les humains, initiés ou non à la question de la naturalité, perçoivent les éléments qui la composent (maturité, indigénat, diversité etc.).

La question du sentiment de nature est un des axes qui constitue la naturalité car il ne s'agit pas, pour protéger la naturalité de mettre les espaces sous cloche sans aucun partage avec les usagers, mais plutôt de comprendre et d'entretenir les relations entre l'Homme et la forêt, pour une meilleure gestion participative proche de la nature et donc plus durable.

La naturalité est donc une notion qui selon différents critères peut permettre de qualifier différents habitats forestiers. Cet état de naturalité étant, comme nous venons de le voir, rare et difficile à atteindre, il paraît ainsi nécessaire de le protéger. Pour étudier et mieux protéger ce type d'écosystème, différentes approches peuvent être envisagées.

1.2. Point de vue de l'espèce, point de vue de l'habitat

1.2.1. Approche espèce

Les études menées selon cette approche considèrent en premier lieu un nombre fini d'espèces. Suivant les thèmes étudiés, les résultats sont détaillés pour chaque espèce prise individuellement et/ou par groupe d'espèce.

Historiquement, les premières études en écologie menées par des naturalistes, se sont intéressées à des espèces en particulier, ce qui permet aujourd'hui d'avoir beaucoup de connaissances et de recul sur ce type d'approche.

Cette approche permet d'acquérir des connaissances précises sur certaines espèces. Dans le cadre de la protection des espèces, ces connaissances permettent une gestion particulièrement adaptée à l'espèce considérée.

En ce qui concerne la communication vers le grand public, ce genre d'étude permet de mettre en avant des espèces « charismatiques », qui peuvent constituer des emblèmes de la protection de la nature.

Mais ces études ne prennent en compte qu'un nombre d'espèces le plus souvent faible, et la majorité des 10000 espèces d'une forêt naturelle ne sont pas étudiées. En protégeant une espèce en particulier, beaucoup de paramètres peuvent être oubliés et l'on s'écarte de la gestion des milieux (Lindenmayer, 2007).

1.2.2. Approche habitat

L'unité d'étude est dans ce cas l'écosystème dans sa globalité. On considère à la fois la biocénose et le biotope.

Cette approche permet d'avoir des connaissances globales sur un grand nombre d'espèces de taxons variés, en peu de temps. Cela aboutit à une bonne vision globale du système à protéger et toutes les espèces inféodées à cet habitat bénéficient des mesures de protection. Ce type d'étude aboutit généralement à des conseils de gestion simples à mettre en œuvre car la surface considérée est clairement délimitée et assez grande pour mettre en place un outil de protection juridique, comme par exemple la directive européenne Habitat.

Cependant, avec cette approche généraliste, les espèces ne sont pas étudiées dans le détail, ce qui peut constituer une lacune dans les connaissances scientifiques.

Ces études peuvent conduire à un déséquilibre au niveau de la prise en compte des espèces dans les systèmes de protection. En effet, les espèces spécialisées risquent d'être sous représentées, alors que les espèces à large amplitude risquent d'être protégées de façon redondante. En s'intéressant à l'écosystème, il est parfois difficile d'identifier les causes des perturbations car de nombreux éléments sont corrélés (Lindenmayer, 2007).

1.2.3. Approche mixte

Une étude qui s'intéresserait à la fois aux espèces individuellement et aux habitats, permettrait de multiplier les niveaux de précisions. En effet, il serait alors possible d'avoir des connaissances précises sur certaines espèces, mais également d'avoir une vision globale, mettant ainsi en évidence les corrélations entre les différents compartiments de l'écosystème.

Certains éléments qui sont étudiés à l'échelle de l'espèce, comme les maladies ou les espèces envahissantes, ont des répercussions au niveau de l'écosystème qui pourront être mises en évidence grâce à ce type d'étude. Le niveau de précision des connaissances des espèces peut être modulé en fonction de celles-ci, par exemple, une attention particulière pourra être apportée aux espèces menacées, tandis que les espèces abondantes seront prises en compte de façon générale dans les connaissances de l'habitat.

On peut donc voir que les deux types d'approche sont complémentaires et qu'il semble intéressant de prendre en compte l'aspect « espèce » ainsi que l'aspect « habitat », en particulier lors de la mise en place d'îlot de sénescence.

1.3. Îlots de sénescence

1.3.1. Définition

Dans les méthodes pour la conservation de la biodiversité forestière (ONF 2009 ; PN Cévennes, 2005) on peut distinguer deux types d'îlots de vieux bois:

- Les îlots de vieillissement : les bois sont récoltés après leur âge d'exploitabilité. Les arbres sont ensuite commercialisés. Les gros bois doivent être récoltés avant leur dépérissement, mais dans ce type d'îlots, il est demandé au gestionnaire de garder quelques arbres pour la biodiversité (ONF 2005). Ce type d'îlots permet l'installation de certaines espèces caractéristiques des gros bois, comme certaines espèces cavicoles, mais pas d'espèces xylophages ou détritivores.
- Les îlots de sénescence : l'espace forestier n'est pas exploité. Ceci implique que les bois morts, au sol et sur pied, sont laissés sur place et l'intégralité du cycle sylvigénétique est conservé. Ces espaces regroupent les groupes espèces liées aux microhabitats cités plus haut et sont de vrais puits de biodiversité. Ces îlots sont cependant des pertes de revenus pour les propriétaires, et contraignant vis-à-vis de l'accueil du public pour une question de sécurité.

Ces deux types d'îlots, dont la gestion et le fonctionnement sont bien différents, sont parfois regroupés sous le terme « îlot de vieux bois » (ONF, 2009).

1.3.2. Intérêts des îlots de sénescence

La gestion des forêts à but commercial implique une exploitation du bois avant la sénescence, et réduit fortement l'apparition de micro habitats. Cependant, de nombreuses espèces rares et/ou protégées sont inféodées au bois mort ou aux arbres à cavités, comme le *pic à dos blanc* (*Dendrocopos leucotos*) qui est strictement lié aux vieilles forêts et aux bois sénescents (ECONNECT, 2010). La conservation de ce pic est, entre autre, la raison de la création d'une région pilote du projet ECONNET dans le parc National du Gesäuse, en Autriche.

Une volonté de protection de vieux bois et de bois sénescents, avec les espèces clés qui les habitent, apparaît depuis quelques années en Europe mais aussi en France. La législation (PACA, 2011) des sites Natura 2000 prévoit par exemple depuis 2011 en région PACA, l'indemnisation de la mise en place de dispositifs favorisant le développement de bois sénescents.

La directive de l'ONF de 2009 montre une volonté de préserver les écosystèmes vieillissant et sénescents, comme source de biodiversité. Cette politique fixe des objectifs à atteindre au terme de trois aménagements de 2% de la surface des forêts domaniales en îlots de vieillissement, et 1% en îlots de sénescence, qui incluent les RBI. Cette directive montre la volonté de l'Etat de préserver des espaces proches de la libre évolution.

1.3.3. L'îlot de sénescence : un espace à haute naturalité ?

En reprenant les critères de naturalité développés en 1.1.2., on peut remarquer que les îlots contribuent à rétablir des espaces à haute naturalité :

- ils sont le refuge pour une biodiversité spécifique des forêts anciennes, des microhabitats et/ou des peuplements matures.
- ils sont, par définition, matures d'un point de vue du cycle sylvigénétique et de la structure
- En intégrant les îlots au sein d'un réseau adapté, on peut considérer qu'ils présentent une continuité spatiale relativement préservée.
- de part la non intervention humaine qui caractérise ces îlots, ceux –ci peuvent être considérés comme spontanés.
- le caractère d'ancienneté n'est pas forcément présent lorsque les îlots sont déterminés, mais le but de classer une partie du territoire en îlots de sénescence est aussi de favoriser la continuité de l'état boisé sur le long terme et donc la restauration des qualités associées à l'ancienneté.

1.3.4. Caractéristiques des îlots de sénescence.

1.3.4.1. Surface

La surface est le premier élément pris en compte lors de la définition d'un réseau d'îlots. Différentes valeurs figurent dans la littérature. Selon Wessel (2005) un îlot de 0.4ha suffit à recréer les conditions microclimatiques d'une forêt non exploitée pour l'espèce de Salamandre qui l'intéresse. Selon Lachat (2007), une surface d'un hectare permet de maintenir en permanence du bois mort au sol et sur pied.

En pratique, la taille des îlots mis en place varie énormément d'une forêt à l'autre. Dans les forêts du Fahy ou le massif de Lucelle (Freidly, 2008) les îlots ont une surface que quelques ares à quelques dizaines d'ares. Cependant, il est généralement préconisé de prévoir des surfaces plus grandes, au minimum 0.5 ha (Lachat et al. 2007, Rouveyrol, 2009, Parrot, 2011), pour des raisons écologiques comme pratiques.

1.3.4.2. Quantité d'îlots au sein de la forêt

De nombreuses données sont disponibles dans la littérature quant à la part de la forêt que doivent recouvrir les îlots (tableau 1).

Auteur	Surface préconisée au sein de la forêt	Remarques
Lachat, 2008	4-7%	
Rouveyrol, 2009	1-6%	
PN Cévennes, 2005	3-7%	
Gilg, 2004	2-3%	Extrait des idées fondatrices des années 1980
Larrieu, 2011	10-20%	
ONF, 2009	1%	En plus des 2% en îlots de vieillissement

Tableau 1: Synthèse des différentes données bibliographiques concernant la surface préconisée des îlots de sénescence

1.3.4.3. Où placer les îlots ?

La mise en place d'îlots de sénescence est différente suivant les massifs, les gestionnaires et les volontés des propriétaires. En effet, tous les îlots potentiels n'ont pas les mêmes valeurs écologiques, économiques et sociales. La sélection des îlots peut se faire en pondérant les différentes

caractéristiques de l'îlot, c'est-à-dire en élaborant des scénarii (voir 2.2.1). On peut regrouper les critères de sélections en différentes catégories :

- Les critères écologiques : la préservation/ protection d'une espèce, d'un groupe d'espèces, d'un ou plusieurs habitats particuliers, à hautes valeurs écologiques et/ou patrimoniales ...
- Les critères économiques : pertes de rentabilité liées à l'absence d'exploitation, gains du coût de l'entretien et de l'exploitation du peuplement, financement Natura 2000...
- Les critères sociaux : sécurité/ accueil du public, engagement politique du propriétaire
- Les critères de gestion : difficultés d'exploitation liées aux conditions topographiques ...

1.3.5. Notion d'îlots itinérants

L'îlot de sénescence itinérant est un îlot de petite taille et ne peut assurer la continuité temporelle de toutes les phases sylvigénétiques (Lachat, 2007). En particulier, une fois tout le bois mort décomposé (soit 30 à 100 ans après la mort de tous les arbres de l'îlot), il convient de déplacer l'îlot. Ceci présente l'inconvénient considérable de ne pas permettre de continuité dans le temps, ni de système de protection juridique au vue des législations actuelles. Toutefois, ce type d'îlots peut représenter une alternative intéressant au sein d'un réseau écologique.

1.3.6. L'îlot de vieillissement

L'îlot de vieillissement consiste à récolter les arbres après leur âge d'exploitation. Ceci présente l'intérêt d'obtenir des peuplements avec des arbres de gros diamètre, présentant potentiellement des microhabitats intéressants, comme par exemple des cavités de pied, du bois mort dans le houppier, des loges de pics... Les principales lacunes de ces îlots sont l'absence de stade de sénescence et de bois mort sur pied et au sol. L'exploitation des bois à but commercial induit en effet une récolte avant que l'arbre ne soit complètement déprécié par trop de microhabitats, ou en phase de sénescence.

1.4. Réseau écologique

1.4.1. Définition

Un réseau écologique est avant tout une trame de vie où les écosystèmes semblables sont interconnectés permettant la migration et la colonisation des espèces animales et végétales.

C'est également un outil cherchant, par l'identification et la gestion ad hoc d'une fraction d'un paysage, à protéger/maintenir/restaurer la connectivité des habitats caractéristiques

En France, des réseaux à différentes échelles se mettent en place grâce à la création d'espaces protégés par la réglementation. En effet, les APB, réserves et parcs sont des points de protection d'écosystèmes qui, pris ensemble, forment un tissu d'espaces naturels préservés. Seulement ces espaces ponctuels de protection d'écosystèmes intéressants, manquent parfois de connectivité. Pour pallier à cette lacune, les politiques publiques ont voulu mettre en place un autre système de protection intégrant les questions de connectivité : la trame verte et bleue.

1.4.2. Qu'est ce qu'un réseau écologique apporte par rapport aux îlots ?

La première fonction d'un réseau écologique est d'augmenter la viabilité des populations en autorisant les échanges continus d'individus au sein d'une métapopulation (D.Korenberg, 1997 ; Olson et al, 2009). Cette définition permet de faire ressortir les grands thèmes liés aux réseaux écologiques.

La première notion importante est celle de **métapopulation**. La métapopulation est caractérisée par différents groupes d'individus d'une même espèce vivant dans des lieux différents, mais ayant des échanges réguliers (Berthoud, 2010). De cette notion découle logiquement celle d'**échanges**. Différents types d'échanges entrent en jeu lorsqu'on parle de réseau, notamment les échanges d'individus.

Un réseau, en reliant les mêmes types d'habitats, permet aux espèces caractéristiques de ces habitats de se déplacer entre ces différentes zones. On peut distinguer quatre types de mouvements où les espèces animales sont susceptibles d'emprunter les réseaux écologiques (Bennett, 1998) :

- Mouvements journaliers réguliers, individuels ou collectifs. Ces déplacements ont lieu lorsque l'habitat de repos est différent du lieu d'alimentation. Ils sont aisément repérables car les animaux empruntent toujours le même chemin.
- Mouvements saisonniers, de migration. Ces déplacements sont caractérisés par un départ et un retour à l'habitat considéré, suivant les périodes de l'année. Ils peuvent avoir différentes raisons, les deux principales étant : le changement de condition climatique lié aux saisons et la recherche de partenaires sexuels. Là encore, ces déplacements sont aisément repérables, car très réguliers et parfois en groupe.
- Mouvements de dispersions. Ces déplacements sont définis par le départ d'un individu de sa zone d'origine pour coloniser un nouvel espace. Le caractère « nouveau » de ce déplacement est essentiel et implique un rôle considérable des corridors potentiels dans ces mouvements. En effet, la mise en place de nouveaux lieux de passage vers des habitats semblables permet la colonisation de nouveaux milieux. Cette colonisation n'est pas toujours un bienfait pour l'écosystème, ceci sera discuté dans la partie suivante.
- Mouvements d'extension du domaine de présence. Ces déplacements, qui concernent en général une grande partie de la population, aboutissent à la colonisation d'un nouvel espace. Ce qui les différencie des mouvements de dispersion est le fait qu'il y n'a pas de départ de la zone initiale : seulement un agrandissement du domaine de l'espèce.

De cette notion **d'échanges d'individus** découle logiquement celle d'**échanges de gènes**. En effet, lorsqu'un individu se reproduit à l'extérieur de son habitat de naissance, il exporte ainsi ses gènes. Si les deux premiers mouvements cités précédemment sont exclusivement liés aux animaux, la notion d'échanges de gènes concerne également les végétaux. En effet, suivant différents supports (vent, animaux, eau...) les végétaux peuvent coloniser en un temps très réduit des espaces très éloignés des individus d'origine. Là encore, le rôle du réseau est prépondérant. En effet, la germination et la croissance d'un végétal (herbacé, arbuste ou arbre) sont très dépendantes de son habitat.

Ainsi, dans le cas de la barochorie et dans certains cas de l'anémochorie, la graine ne parcourt que de faibles distances, mais pourra germer, croître et se reproduire au sein du corridor si celui-ci est du même habitat que celui d'origine.

Dans le cas de la zoochorie, les animaux porteurs de graines sont présents sur le lieu de fécondation et donc, dans la majorité des cas, appartiennent à l'écosystème d'origine. Ainsi, en empruntant les corridors, l'animal peut se rendre dans un espace où il se trouve dans un habitat semblable à celui d'origine et potentiellement y laisser la graine.

Enfin, la notion de **viabilité** d'une population est importante. En permettant le déplacement et la colonisation de nouveaux habitats ou en assurant l'accessibilité à de nouveaux habitats potentiels, les réseaux écologiques jouent un rôle essentiel dans l'adaptation des espèces aux changements climatiques.

Malgré tout ce que permettent les réseaux écologiques, de nombreuses critiques et discussions tournent autour de ces systèmes.

1.4.3. Constitution d'un réseau

Les réseaux écologiques sont constitués de différentes zones.

On appelle **continuum** l'ensemble des milieux favorables à un groupe écologique et composé de plusieurs éléments continus. Les continuums peuvent être définis à différentes échelles. Au niveau départemental, on parle de continuum forestier, agricole, prairial etc. A l'échelle sur massif forestier on parlera de continuum d'habitat. Les principaux travaux effectués en matière de réseau écologique (Berthoud, 2004 ; 2010) différencient au sein du continuum différentes zones :

- **Les zones Nodales** : Espace où l'habitat est favorable et assez grand pour l'accomplissement de toutes les phases de développement d'une population animale ou végétale. C'est une *zone source* de déplacement.

- **Les zones d'extensions** : ce sont des espaces analogues aux zones nodales, mais elles ne sont pas de taille ou de qualité suffisante pour contenir toutes les phases de développement d'une espèce. Pour être considérées comme zones d'extension, ces espaces doivent être assez proches d'une zone nodale pour être potentiellement colonisables. Les milieux transformés (où les habitats ont été favorables) sont considérés comme zone d'extension car ils réunissent les bonnes conditions topoclimatiques et la transformation est considéré comme réversible. C'est par exemple le cas des forêts plantées. Ces zones sont des atouts majeurs dans le développement du réseau écologique.

A l'extérieur du continuum, on peut distinguer différentes zones :

- **Les zones de développement** : ce sont des zones analogues en qualité et en surface aux zones nodales, mais qui sont déconnectées du réseau. Si le lien était rétabli elles deviendraient des zones nodales.

- **Les corridors écologiques** : liens terrestres, aquatiques ou aériens, entre les différentes zones nodales. Ils sont libres d'obstacles.

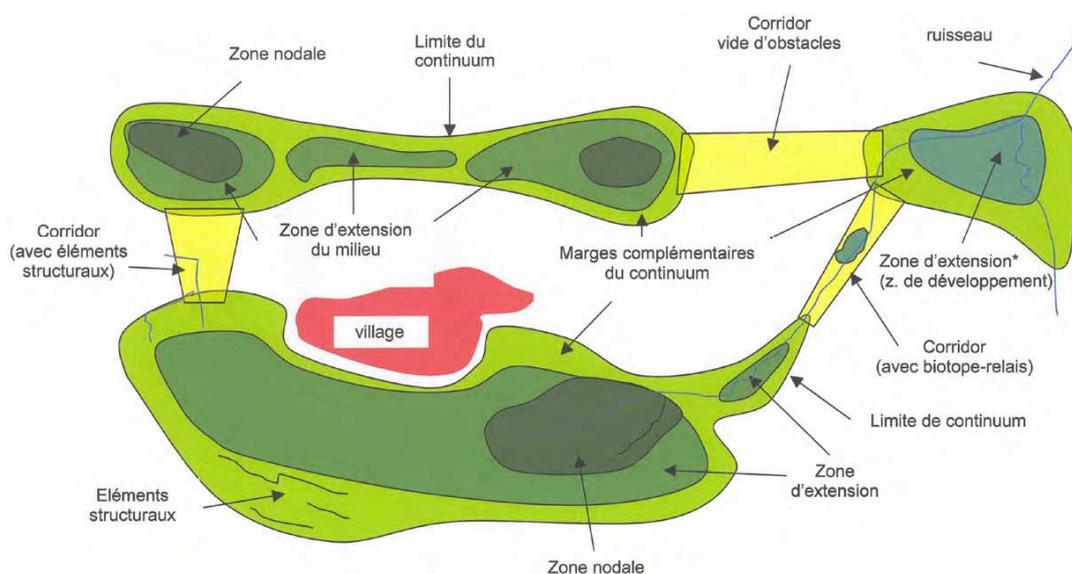


Figure 1: Représentation d'un réseau écologique (d'après Harang, 2012)

1.4.4. Détails sur les corridors

Les corridors écologiques peuvent avoir différents aspects (Allag-Dhuisme F., 2010) :

- une structure linéaire : une haie, un chemin, une ripisylve, un passage à faune etc.

- une structure en pas japonais : avec des espaces relais, comme par exemple dans notre cas des arbres morts ou des arbres bio/habitat isolés. C'est dans ce type de corridor que la notion d'îlots itinérants (cf. 3.3.5) est un atout à prendre en compte.

- une matrice paysagère : différents habitats ou paysages (prairies, agricoles extensifs...) par lesquels l'espèce peut rejoindre une zone nodale.

Ces corridors peuvent être mis en place par différentes méthodes

- Approche terrain-naturaliste par dessin à la main

Les naturalistes tracent à la main sous SIG les déplacements connus des espèces. Cette méthode, basée sur des observations d'expert est très fiable mais très difficile à mettre en œuvre. Il faut en effet que les naturalistes aient des connaissances extrêmement précises des mouvements des espèces sur la zone à cartographier.

- Approche par calcul de résistance (Berthoud, 2010)

Les déplacements des espèces sont simulés par calcul de coefficient de friction ou résistance propre à chaque habitat. Les naturalistes classent les habitats en différentes catégories auxquels on associe des coefficients de friction (tableau 2).

Milieux	Description	Valeur de résistance
Habité	Habitats connus ou supposés de l'espèce	0
Attractif	Habitat est favorable, mais trop petit ou légèrement détérioré	5
Accessible	Habitat défavorable, mais la traversée est possible	30
Répulsif	L'espèce ne traversera pas cet habitat	100

Tableau 2: Transcription des différents niveaux d'attractivité des milieux pour la prise en compte dans les calculs de résistance des espèces

Un masque pour les éléments infranchissables doit ensuite être créé pour l'ensemble des espèces considérées comme par exemple les espaces urbanisés.

Il est possible de moduler les coefficients de friction en fonction de différents éléments. Par exemple, en cas de forte pente ou de proximité avec les espaces urbanisés, on peut imaginer un changement de classe automatique : un habitat attractif (5) deviendrait un habitat accessible (30) etc.

A partir des zones nodales, un coût de déplacement est ensuite calculé grâce à une carte précise des peuplements. A chaque pixel, on calcule le coût de déplacement de la façon suivante :

Entre deux pixels on calcule la résistance globale et on associe cette valeur au pixel d'arrivée:

$$R = (R_1 + R_2) / 2 + (R_2 + R_3) / 2 + \dots$$

Avec R_i la résistance du pixel i et R la résistance associée au trajet, associée au pixel d'arrivée

Équation 1: Calcul de la valeur de la résistance entre deux pixels

On obtient ainsi une carte potentielle de déplacement qui prend en compte la résistivité des espèces en fonction des milieux et la distance à parcourir.

Cette méthode, si elle présente l'avantage d'être très précise et très fiable, nécessite des très bonnes connaissances des espèces et une cartographie des habitats très précise.

- Approche par zone tampon

Dans cette approche, développée par la LPO (LOOSE, 2011), les habitats considérés comme inhospitaliers (comme par exemple les milieux urbanisés) sont marqués et entourés d'une zone tampon. Dans cette zone, on considère que l'effet négatif des milieux perturbés est toujours ressenti par les individus et cette zone est alors considérée comme non traversable par les espèces, quelque soit l'habitat qui caractérise ces milieux. Symétriquement, on peut créer des zones tampon positives, en considérant que les zones autour des habitats favorables bénéficient de l'aspect positif de ces habitats et sont potentiellement traversables par les espèces.

On obtiendra ainsi une carte montrant des zones plus ou moins favorables au passage des espèces en fonction de la distance aux zones nodales ou aux éléments perturbateurs.

Cette approche, si elle a le mérite d'être simple à mettre en œuvre et relativement fiable, présente l'inconvénient majeur de ne pas prendre en compte le type de milieu dans les zones tampon (positif ou négatif). De plus cette méthode est peu utilisée dans les réseaux écologiques forestiers.

- Synthèse de ces méthodes

Ces méthodes ne sont pas figées et peuvent être utilisées de façon complémentaire. En effet, la méthode de coefficient de friction peut prendre en compte la proximité d'un espace urbanisé (voir plus haut). On pourrait également imaginer d'adapter la largeur des zones tampon au type de milieu sur lesquels ils se trouvent.

1.4.5. Quelques exemples

Certains pays d'Europe ont montré très tôt une volonté de créer des réseaux écologiques dans différents lieux, à différentes échelles et pour différentes raisons. Le projet ECONNECT, par exemple, a été mis en place pour développer la connectivité au sein de l'arc alpin. Plusieurs régions pilotes ont été mises en place, ayant chacune un objectif précis (ECONNECT, 2010). Les intérêts du projet sont de mutualiser les données scientifiques (base de données JECAMI) et la méthodologie, avoir une vision élargie sur toute la chaîne des Alpes et prendre du recul par retour d'expérience. Parmi les sept zones pilotes, on peut s'attarder sur le département Isère, le réseau écologique national Suisse et la zone des Alpes calcaires du nord.

La région Isère est la région pilote française du réseau ECONNECT. Les travaux effectués depuis dix ans ont permis l'élaboration d'un guide méthodologique de mise en place de réseaux écologiques hiérarchisés (Berthoud, 2010). Ce réseau est un réseau écologique à l'échelle du département, qui prend en compte tous les types de milieux. Il a été réalisé 5 cartes de continuum (forestier, prairial, de zone humide, aquatique et agricole) auxquels on superpose le réseau urbain pour délimiter les zones de blocages. Cette méthode a permis de détailler tous les réseaux écologiques à l'échelle du département.

Une méthode similaire a été utilisée en Suisse pour l'établissement du réseau écologique national (Berthoud, 2004). Cette zone pilote présente la particularité de s'étendre sur tout le territoire national Suisse, qui présente une diversité de milieux intéressante. Là encore, l'ensemble des grands types de milieux (forestier, agricole...) a été considéré, et il n'y a pas de différenciation d'habitat au sein de ces continuums.

La zone des Alpes calcaires du nord présente la particularité de s'être intéressée au réseau intra forestier. Ce réseau a été réalisé en Autriche, au sein du Parc National de Gesäuse, un territoire comportant 80% de forêt. Il a pour but principal la sauvegarde du pic à dos blanc, un des pics les plus rares d'Europe centrale. Ce pic, inféodé aux forêts présentant un taux élevé de bois mort, se nourrit de coléoptères xylophages et est, de ce fait, caractéristique des forêts matures.

1.4.6. Discussion autour des réseaux (A.F. Bennet, 1998)

- Avantages

Les réseaux en permettant les échanges, assurent les déplacements nécessaires au bon développement du cycle de vie des espèces (reproduction, migration saisonnière...).

Ils assurent également une répartition équitable et élevée de la biodiversité sur l'ensemble du territoire concerné.

Ils jouent un rôle pour les groupes d'individus en voie d'extinction en permettant l'arrivée de nouveaux individus.

Ils assurent le brassage génétique et limitent la consanguinité.

Ils facilitent le potentiel déplacement des espèces en lien avec le réchauffement climatique.

- Inconvénients

L'augmentation de l'immigration peut faciliter la propagation d'espèces envahissantes, de nuisibles, ou de maladies.

L'apport de nouveaux gènes peut modifier l'adaptation génétique locale surtout lorsqu'on parle de réseaux à grande échelle.

Les réseaux peuvent exposer les espèces à des prédateurs, des espèces en compétition ou à des parasites.

Ils facilitent également la propagation de facteurs abiotiques, tels que le feu.

L'argent investi dans la mise en œuvre du réseau ne peut pas être investi dans un moyen de conservation ou de protection des espèces plus traditionnel dont l'efficacité est prouvée.

1.5. Dynamique du réseau

1.5.1. Etat actuel des connaissances sur l'évolution des différentes caractéristiques des îlots de sénescence.

1.5.1.1. Maturité structurale

Ce paramètre est une des caractéristiques des îlots de sénescence (cf 2.3.2.). Cependant cette maturité est très longue à acquérir : selon Larrieu (2011) il faut plus de 100 ans de non exploitation pour retrouver une maturité structurale optimale dans des Hêtraies-sapinières.

1.5.1.2. Microhabitats

Les études scientifiques sur l'apparition des microhabitats sont rares et encore très récentes. Il semble cependant que la probabilité d'apparition de microhabitats est globalement proportionnelle au diamètre de l'arbre (Larrieu, 2011), mais il existe des seuils d'âge et de diamètre au-delà desquels le coefficient de proportionnalité est modifié.

Les relations entre la sylviculture et l'apparition de microhabitat dépendent complètement du type de microhabitat considéré. En effet, Larrieu (2011) montre que la sylviculture diminue la densité de cavités, de champignons saproxyliques mais augmente la présence de dendrotelmes et de perte d'écorce. On ne peut donc pas considérer les microhabitats comme une entité, il faut différencier chaque type.

Par exemple, si l'on cherche à mettre en place un réseau d'îlots favorables au pic prune (*Osmoderma eremita*), nous allons chercher des cavités contenant une grande quantité de terreau (> 15 litres) sur des arbres de gros diamètres (> 1m) (Ranius, 2000).

1.5.2. Modélisation

Modéliser l'apparition et l'évolution des microhabitats n'est pas facile, notamment à cause de la faible quantité de données disponibles sur le sujet. Ball s'est intéressé à l'apparition des cavités, et l'a modélisée dans le programme HOLSIM (Ball, 1999). Ce modèle s'applique aux frênaies australiennes de montagne. Bien qu'il ne soit pas utilisable dans notre étude, ce programme présente une méthodologie générale applicable à d'autres essences.

Le principe général du modèle est le suivant. Chaque arbre théorique (vivant ou mort sur pied) est représenté par un couple de variable :

- sa *classe de diamètre*. Le modèle prévoit un découpage en 50 classes de diamètre
- sa *forme* qui est découpée en 9 catégories (allant de l' « arbre sain sans cavité » à la « souche-cavité »). Les formes 0 à 2 représentent des arbres vivants et à partir de la forme 3, l'arbre est mort.

A chaque étape temporelle (5 ans), l'évolution de la classe de diamètre et de la forme se fait suivant des *procédés*. Ces derniers sont au nombre de six : la prise en compte de la tige dans la modélisation, la croissance avec et sans changement de classe d'âge, le déclin de l'arbre sain, la pourriture des arbres malades, la mort.

Ces procédés sont modélisés par des *processus de transition* : l'apparition de la tige, la croissance, l'exploitation, la mortalité due à la compétition, la mortalité indépendante de la compétition et la sénescence.

L'apparition de nouvelles tiges se fait, dans le modèle, uniquement après l'exploitation

La croissance est traduite par une augmentation (ou une stagnation) du paramètre *classe de diamètre*.

Le déclin de l'arbre sain se fait à partir d'une classe de diamètre déterminée (90cm), où l'arbre sain peut présenter une cavité, le paramètre *forme* passe alors du stade 0 au stade 1. Toujours à partir de cette classe de diamètre, l'arbre mort est considéré comme ne tombant pas au sol et se décompose, ce qui se traduit par un changement du paramètre *forme* (stade 3 jusqu'à stade 8).

Ce modèle présente donc un déroulement intéressant qui pourrait constituer une base de réflexion pour la modélisation d'apparition des microhabitats dans les îlots potentiels.

1.6. Cadre juridique

Les îlots de sénescence sont indéniablement liés à une composante temporelle, notamment à cause du temps nécessaire à la réalisation d'un cycle sylvogénétique. Il importe donc, pour leur efficacité, qu'ils soient durables dans le temps. De nombreux auteurs soulignent l'importance de la protection juridique comme outil essentiel de conservation dans le temps.

La directive de l'ONF (2009) qui prévoit la mise en place d'îlots de vieux bois ne met cependant pas en place de statut juridique clair quant à ces îlots.

Le réseau Natura 2000 place un cadre de protection législatif (PACA, 2011) sur ces îlots, puisque la rémunération (visant à dédommager la perte financière subie par le propriétaire) n'est versée que si le propriétaire s'engage à maintenir les îlots et arbres sénescents pendant au moins 30 ans. Il existe deux types de financements possibles dans les parcelles soumises actuellement à une exploitation forestière :

- Le « financement d'arbres sénescents » dépend de l'essence considérée, du diamètre de l'individu, de la présence de microhabitats particuliers, de la présence avérée ou potentielle d'espèces inscrites sur l'annexe II de la directive Habitat. Ces arbres devront de plus être à plus de 30 m d'un chemin. Le financement des arbres individuels varie de 30 à 350 € par tige et ne peut dépasser un total de 2000€/ha.
- Le financement d'une surface mise en « îlot de sénescence Natura 2000 » d'au moins 0,5 ha atteint les 2000€/ha, mais comporte des conditions d'éligibilité plus contraignantes que les financements individuels. L'îlot devra comporter au moins 10 tiges à l'hectare d'arbres éligibles par le financement précédent et la majorité du peuplement devra dépasser 1,5 fois l'âge d'exploitabilité.

2. Matériel et méthode

2.1. Présentation du site d'étude

2.1.1. Les conditions topo-climatiques dans le massif

Le Mont Ventoux est un massif montagneux isolé qui culmine à 1909 m et est le point de jonction entre différentes unités géo-écologiques. Ainsi, il est marqué par une forte opposition du versant nord et du versant sud. Le versant sud qui délimite la fin de la plaine du Comtat Venaissin offre un climat plutôt méditerranéen ainsi qu'une faible pente (<20%). Par opposition, le versant nord présente un climat beaucoup plus froid (données thermométriques en annexe 1) et des pentes raides (pouvant dépasser les 70%). Mais le Ventoux subit également les influences de la vallée du Rhône à l'ouest qui apporte un climat méditerranéen, tandis qu'à l'est la proximité des Alpes amène un climat plus froid et humide, il marque en effet le début des Préalpes.

A ces différentes influences s'ajoutent les nombreux micro-climats, en lien avec une topographie marquée par des combes, barres rocheuses etc.

2.1.2. Les forêts du Mont Ventoux

Le Massif du Ventoux présente le taux de boisement le plus élevé du département, avec 16418ha de forêt, soit 82% de la surface. Les forêts sont majoritairement publiques : 49% de forêts communales, 28 % de forêts domaniales et 23% de forêts privées.

Le massif du Ventoux est marqué par une grande diversité d'essences et d'habitats forestiers, découlant de la diversité topoclimatique. De plus, les séries de reboisement issues des campagnes de Restauration des Terrains de Montagnes (débutés en 1860) ajoutent la présence d'essences non indigènes au Ventoux. Sur le massif on retrouve 61% de résineux, parmi lesquels :

- le pin noir est prédominant, surtout sur le versant nord,
- le pin sylvestre
- le cèdre sur le versant sud (à noter que la Cédraie de Roland fait l'objet d'un APB car c'est un écosystème nécessaire à la survie d'espèces protégées, notamment d'oiseaux tels que l'autour, la buse variable, la chouette hulotte etc.)
- le pin à crochet à l'étage montagnard
- des essences secondaires telles que le pin d'alep, le pin maritime, le genévrier et différentes variétés de sapins. Notons également la présence disséminée de l'if.

Les feuillus constituent 39% des forêts et sont essentiellement représentés par le chêne pubescent, le chêne vert et le hêtre, mais il existe une grande diversité au sein des essences secondaires : alisier blanc, érables, etc...

D'un point de vue de la structure des forêts, la futaie régulière représente 45% des forêts, les taillis simples 35% et les mélanges futaie taillis 15%.

2.1.3. Les différents enjeux forestiers

2.1.3.1. L'exploitation forestière

Les conditions topographiques peuvent rendre l'exploitation forestière particulièrement difficile voire impossible. En effet, le versant nord est marqué de fortes pentes ainsi que des éboulis abondants

et de nombreuses combes, délimitées par des barres rocheuses, élèvent de façon considérable le coût lié à l'exploitation.

Par exemple, dans les forêts communales de Bédoin et domaniale du Ventouret et du Mont Ventoux, les revenus liés à l'exploitation du bois ne représentent qu'un tiers les revenus totaux.

2.1.3.2. La biodiversité

Les conditions topoclimatiques particulière du massif induisent le fait que le massif du Ventoux présente une biodiversité remarquable et remarquée, faisant l'objet de différentes protections réglementaires. En effet, sur le massif six écosystèmes font l'objet d'APB depuis 1990, recouvrant au total 2126 ha:

- la Cédraie de Rolland (FR3800157).
- La Hêtraie du Mont Ventoux (FR3800156) pour protéger les écosystèmes nécessaires la survie d'espèces protégées, notamment la chouette de Tengmalm et le pic noir.
- La partie sommitale du Mont Ventoux (FR3800154) pour protéger les écosystèmes nécessaires à la survie d'espèces protégées, notamment des espèces végétales (*Saxifraga lantoscana*, *Androsace villosa*, etc.) et d'oiseaux (Beccroisé des sapins, Pipit spioncelle etc.)
- Le plateau du Mont Serrein (FR3800155) pour protéger les écosystèmes nécessaires à la survie d'espèces protégées, notamment d'espèces végétales (*Eryngium spina-alba*), d'insectes (Carabe doré du Ventoux), de reptiles (Vipère d'Orsni) et d'oiseaux (Pic noir...)
- Les gorges de la Nesque (FR3800159) pour protéger les écosystèmes nécessaires à la survie d'espèces protégées, notamment d'espèces d'oiseaux (Merle bleu, Martinet alpin, Faucon Pèlerin, Circaète Jean-le-blanc...), de Reptiles et d'Amphibiens (Couleuvre vipérine, Salamandre tachetée...),
- La têtes des mines ou tête de l'émine (FR3800158) pour protéger les écosystèmes nécessaires à la survie d'espèces protégées, notamment d'espèces d'oiseaux (Bondrée apivore, Circaète Jean-le-Blanc, Alouettes, Traquet pâtre, Bruant fou...),

En lien avec ces six APB, le massif a été classé en réserve de biosphère par l'UNESCO en 1990. Cette réserve s'étend sur 34 communes et 90 000ha et fait partie des 10 réserves de biosphère sur le territoire français.

Cette réserve de biosphère a été renforcée par différentes protections réglementaires.

Une RBI a été créée en 2010 dans la partie à haute altitude de la face nord. Cette réserve s'étend sur les forêts domaniales du Toulourenc et du Mont Ventoux sur 806 ha, composée notamment de peuplement de pin à crochet, hêtre et de sapin en mélange.

Le mont Ventoux fait l'objet de ZNIEFF : Une ZNIEFF de type 2 (Mont Ventoux ; 930012381), s'étendant sur 23 958 ha et 4 ZNIEFF de Type 1 (Crête du Mont Ventoux, hêtraie sapinière et hêtraie mésophile du Mont Ventoux, pelouse du Mont Serein et pinède à pin à crochets des costières du Mont Ventoux).

Enfin, un arrêté datant de 2010 classe la zone du Mont Ventoux en zone natura 2000 sur 3140 ha. Cette création a notamment pour objectif la conservation des milieux ouverts, la maturation des milieux forestiers pré-climacique et la préservation des milieux rupestres. La conservation de ces

différents milieux est en lien avec la protection des écosystèmes des espèces protégées telles que la vipère d'Orsini.

2.1.3.3. La chasse et la faune chassable

La chasse représente un enjeu économique important dans le massif, par exemple dans les forêts du Toulourenc et du Ventouret constitue un revenu de 50 000€/an, soit pratiquement deux tiers des revenus de la forêt. On retrouve parmi les animaux faisant l'objet d'un plan de chasse le chevreuil, le cerf, le mouflon et le chamois. Les nombres de ces animaux accordés par les plans de chasse varient par exemple dans la forêt domaniale du Ventouret, de 25 à 50 bêtes par an. L'effectif réalisé est souvent légèrement inférieur à ces nombres

2.1.3.4. Le pastoralisme

Sur notre zone d'étude, trois élevages (jusqu'à 1600 moutons) bénéficient de concessions de pâturage, qui portent sur presque 6000ha. Les pressions pastorales ont toujours été importantes sur le massif du Ventoux et ont été l'objet de nombreux conflits entre éleveurs et forestiers (Dautier, 2007). L'aménagement d'espaces ouverts ainsi que d'infrastructure (citerne, abris etc) font aujourd'hui partie des préoccupations des autorités, en particulier grâce à des études et financement Natura 2000.

2.1.3.5. L'accueil du public

Les activités du public dans le massif sont nombreuses comme la randonnée pédestre et équestre, l'escalade et la spéléologie, le quad etc. Hormis la chasse, deux activités sont particulièrement pratiquées sur le Ventoux : le cyclisme et le ski. Ces deux sports suscitent des pics de fréquentation du massif, à l'hiver, au printemps mais également certains étés lorsque le tour de France de cyclisme traverse le massif. Sources de revenus pour les commerçants et agriculteur de la vallée, ce tourisme de masse a des conséquences sur les écosystèmes forestiers en raison du dérangement mais également des déchets laissés en forêt.

2.1.4. Le projet Qualigouv

Qualigouv est un projet multipartenaires visant à améliorer la concertation nécessaire à la gestion durable des espaces forestiers. Chacun des partenaires doit choisir un ou plusieurs sites pilotes. L'ONF, en tant qu'acteur du projet a choisi comme site pilote le Mont Ventoux. Le « géant de Provence » est désormais un **massif emblématique pour la gestion forestière durable** et est l'objet de différentes études pour le projet Qualigouv.

C'est dans le cadre de ce projet qu'une volonté de créer des îlots de sénescence a émergé dans le massif.

2.2. Méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence

La méthodologie élaborée au cours des deux stages de 2011 (Parrot 2011) et 2012 se déroule en 7 points (figure 2).

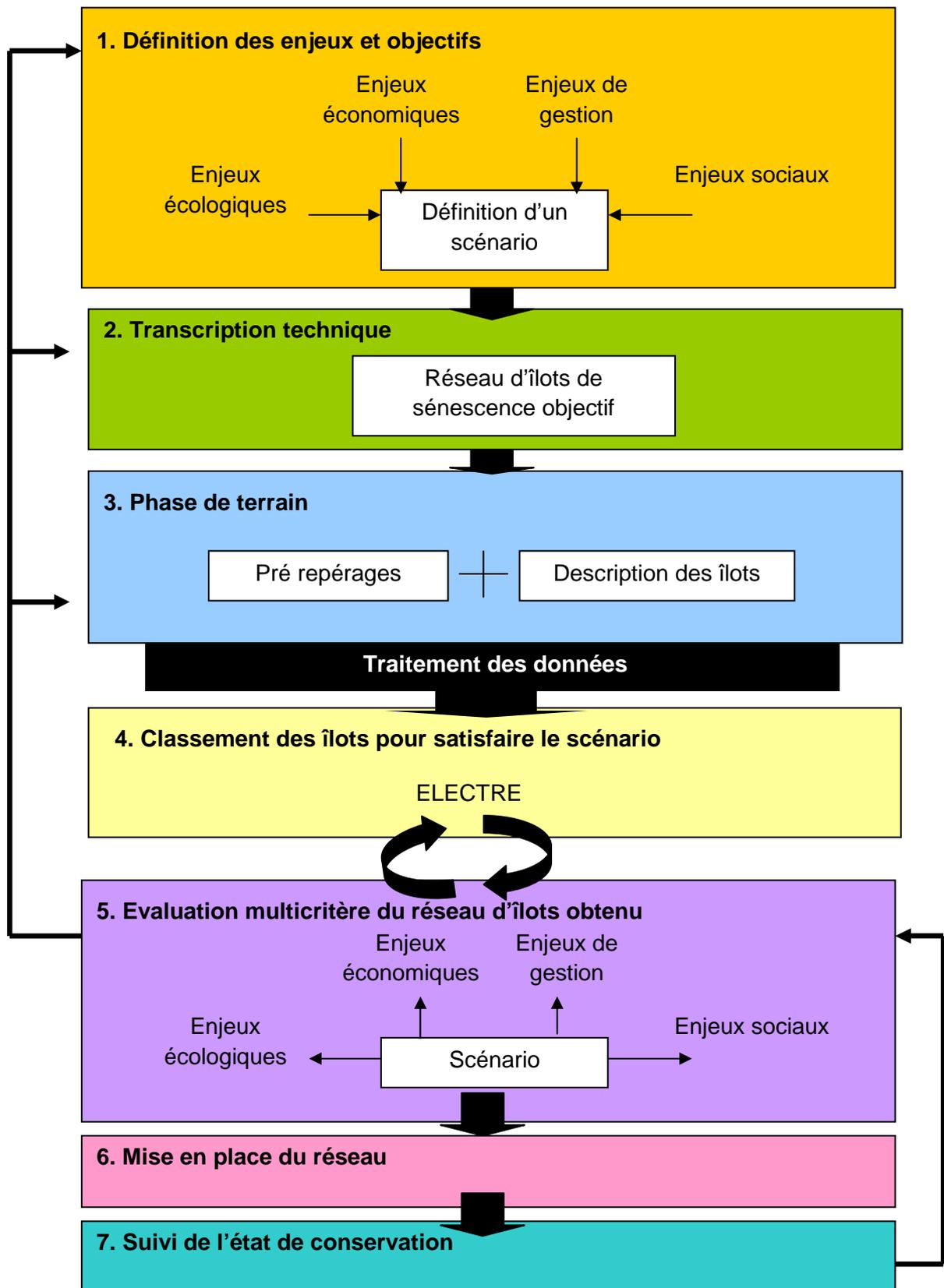


Figure 2: Méthodologie d'élaboration, d'évaluation et de mise en place d'un réseau d'îlot de sénescence

2.2.1. Définition des enjeux et objectifs

Lors de cette première phase, il s'agit de lister tous les enjeux potentiellement présents dans le contexte du massif étudié. Ces enjeux peuvent être regroupés en quatre grandes parties.

Les **enjeux écologiques** répertorient toutes les caractéristiques de conservation des espaces naturels. Il s'agit notamment :

- des enjeux portant sur les **caractéristiques du milieu et du peuplement**. Ils vont du nombre d'essences présentes au volume de bois mort à l'hectare en passant par l'ancienneté de l'état boisé ou la surface de l'îlot.
- les enjeux portant sur les **espèces** : ils regroupent l'ensemble des espèces répertoriées sur le site par des inventaires (ZNIEFF, Natura 2000, Réserve de Biosphère etc.)

Il est difficile et peu précis de noter la présence des espèces à protéger. En effet, cela demande un œil averti ainsi que, pour certaines espèces, une part de chance (oiseaux, chiroptères...) ou une organisation sur la période de relevé en fonction du cycle de vie de l'espèce. En l'absence d'information exhaustive sur la présence des espèces nous avons choisi de caractériser la relation aux indicateurs de naturalité dont elles dépendent.

Pour établir ce lien, un outil sur Excel a été créé par Parrot (2011). Ce classeur présente différents onglets.

Le premier est un tableau à double entrée permettant de caractériser l'importance relative des indicateurs de naturalité pour chaque espèce. La première entrée de ce tableau est la liste des espèces présentes sur le Ventoux pour un groupe taxonomique donné (Bryophytes, entomofaune etc.), déterminée à partir des inventaires ZNIEFF et Natura 2000. En seconde entrée se trouvent les critères de naturalité décrivant les milieux (habitat forestier, volume de bois mort, présence de microhabitat etc.).

Les onglets suivant permettent de préciser les caractéristiques importantes de ces indicateurs (un onglet par indicateur). Le tableau 3 illustre une partie d'un exemple de l'utilisation de ce classeur, un exemple du tableau complet se trouve en annexe 2.

	Structure du peuplement	Stratification verticale	Gros bois vivants	Bois mort
Eucnemis capucina				2
Lucanus cervus			2	2
Osmoderma eremita	2	1	2	1

Onglet général : « 2 » représente un critère discriminant,
« 1 » un critère important mais non discriminant

espèce (liste déroulante)	diamètre optimal O et minimal m				âge optimal O et minimal m					essence préférentielle
	petit bois >20cm	bois moyen >30cm	gros bois >45	très gros bois >65cm	Très jeune (<1/8 longévité)	Jeune (<1/4 longévité)	Adulte (<1/2 longévité)	Mature (<3/4 longévité)	Agé (>3/4 longévité)	
Lucanus cervus		m	o	o		m	o	o	o	Quercus sp.
Osmoderma eremita		m	o	o		m	o	o	o	Quercus sp.

Onglet gros bois vivants

Tableau 3: Illustration de l'onglet général et de l'onglet gros bois pour certaines espèces d'entomofaune

Ainsi lorsqu'un critère du scénario est la protection d'une espèce en particulier, il est retranscrit en conditions écologiques à maximiser pour mettre en place, maintenir ou favoriser l'habitat de l'espèce.

Ce tableau sera également utilisé lors de la phase de l'évaluation multicritère, détaillé en 3.7.

Les **enjeux économiques** regroupent la perte économique liée à l'absence d'exploitation dans les îlots mais également les potentiels financements de l'îlot.

Les **enjeux de gestion** reprennent les contraintes ou avantages potentiels pour le gestionnaire de l'arrêt de l'exploitation. Par exemple, la question de l'accessibilité ou de la taille des îlots peuvent être des critères d'importance pour la localisation des îlots.

Les **enjeux sociaux** regroupent toutes les questions liées à l'accueil du public : l'ensemble des usages potentiels de l'îlot (activité de loisir, tourisme, chasse, éducation etc..) ainsi que les questions de sécurité.

Une fois tous les enjeux potentiels listés, il convient d'établir un *scenario* à partir des enjeux prioritaires. **Ce scenario doit fixer les objectifs et les contraintes à prendre en compte par l'équipe mettant en œuvre le réseau d'îlots de sénescence.**

La définition du scénario peut se faire suivant les cas avec des acteurs complètement différents. En effet, cela peut être la décision souveraine du propriétaire, ou bien cela peut être le résultat d'une discussion entre différents acteurs, gestionnaires, naturalistes, élus, associations etc., comme cela été le cas dans cette étude. Afin d'aider les acteurs à la décision pour l'élaboration de scénario, il convient de leur montrer tous les enjeux. L'ensemble de ces enjeux doit être compréhensible par chacun des acteurs. Pour cela nous avons créé un outil sous excel (en annexe 3) regroupant l'ensemble des critères potentiels, avec différents niveau de détail. Ainsi les acteurs peuvent choisir le niveau de précision qui leur convient.

Par exemple, le tableau 4 montre les échelles emboîtées pour l'enjeu écologique.

Critères Niveau de précision 1	Critères Niveau de précision 2	Critères Niveau de précision 3
Naturalité	Richesse spécifique	L'habitat forestier (<i>d'après Corine biotope</i>) est-il patrimonial ?
		Nombre d'essences indigènes présentes
	Maturité des peuplements	Age estimé du peuplement
		Nombre de très gros bois vivants (GB/ha)
		Nombre de GB vivants finançable Natura 2000 (/ha)
		Volume de bois mort (m ³ /ha)

Espèces	Oiseaux	Grand-Duc d'Europe
		Pic noir
		...
	Insectes	Lucane cerf-volant
		Pic prune
		...

Espèces caractéristiques des forêts anciennes		

Tableau 4:Exemple d'une partie de l'onglet « enjeux écologiques » du tableau d'aide à la définition du scenario.

Un élu pourra ainsi choisir comme critère de maximiser la protection des oiseaux en général, alors qu'un représentant de la LPO préférera rentrer dans le détail pour protéger, par exemple, le pic noir.

Ce tableau permet à chacun d'entrer dans le détail de sa spécialité, tout en considérant également les autres enjeux de façon plus globale.

Une fois les critères sélectionnés, il convient d'associer à chacun d'eux un poids, c'est-à-dire l'importance que l'on accorde à ce critère, par rapport aux autres.

L'ensemble de ces critères avec leur poids d'importance constitue le **scenario de mise en place du réseau d'îlots de sénescence.**

2.2.2. Transcription technique

Pour répondre aux enjeux du scénario il convient de se poser la question : « **quel outil de conservation des milieux utilise-t-on pour répondre au scénario ?** ».

Pour répondre à cette question, plusieurs paramètres entrent en jeu. Tout d'abord, il faut déterminer l'échelle adaptée pour répondre au scénario. En effet, les outils de conservation potentiels ont des superficies diverses :

- Réseau d' « arbres bio » : peu contraignant à mettre en place, couvre une surface de l'ordre de la dizaine de m². Il peut constituer une échelle suffisante pour la survie de certaines espèces. S'il présente l'avantage d'être très simple à mettre en place, il présente également l'inconvénient d'avoir une durée limitée dans le temps.

- Réseau d'îlots de sénescence dont la surface est comprise entre 0.5 et 10 ha.

- Réserves biologiques (intégrale ou dirigée), ayant une échelle supérieure à 50 ha en plaine et 100 ha en montagne. Elles sont créées par arrêté ministériel. Elles sont contraignantes à mettre en place, mais nécessaires pour certaines espèces dont l'espace vital est grand.

- Consignes sylvicoles : volume de bois mort à l'hectare minimal, nombre de très gros bois à l'hectare minimal, exploitation postérieure à l'âge d'exploitabilité etc. Ces consignes peuvent être décidées lors de l'aménagement d'une forêt ou de l'ensemble des forêts d'un massif. Si elles présentent l'avantage d'être simples à mettre en place et de concerner une grande surface, elles présentent également la faiblesse d'être potentiellement supprimées aux aménagements suivants.

Un second paramètre de sélection de l'outil est la potentialité de mise en œuvre. Il convient en effet de se demander si l'outil de conservation le plus adapté peut être mis en place. Il faut pour cela considérer à la fois les **contraintes des politiques publiques** mais également les **volontés du (des) propriétaire(s)**. Par exemple, une seule forêt de 20 ha ne peut pas être classée en RBI.

Dans la suite du travail, la méthodologie ne sera appliquée qu'au cas de la mise en place de l'outil nouveau « îlot de sénescence ». Les synergies avec d'autres outils de conservation en place (RBI, APB, sylviculture de la matrice des forêts gérées...) ne seront abordées qu'à la partie « Discussion ».

2.2.3. Phase de terrain

2.2.3.1. Echantillonnage

Le pré-repérage est effectué dans un premier temps, permettant de faire ressortir zones les susceptibles de correspondre au mieux au scénario. Il convient de parcourir l'intégralité de la forêt à la recherche des espaces présentant au moins un des critères du scénario. Cette partie peut s'appuyer sur les connaissances de terrain des agents et gestionnaires des forêts.

Pour chaque îlot, les critères décisifs du scénario objectif ainsi que d'autres qui permettent d'assurer une évaluation multicritères doivent être relevés de façon précise. Pour cela, une fiche de relevé a été développée ad hoc par Parrot (2011) et améliorée cette année. Cette « fiche îlot » et détaillée dans le point 2.2.3.2, a été mise en place et est susceptible d'être adaptée en fonction du scénario.

Dans l'étude réalisée sur le Mont Ventoux, le projet Qualigouv (ONF, 2011) ainsi que la connaissance des agents ONF de l'unité territoriale du Mont Ventoux a permis de délimiter 181 îlots

potentiels sur le massif du Ventoux et les gorges de la Nesque. Ces sites de prospection sont répartis sur l'ensemble du massif, représentant au mieux la diversité topo climatique qui caractérise le « Géant de Provence ».

Cette étape a été réalisée en amont de la définition d'un scénario. En effet, dans notre cas, la méthodologie dont il est question ici étant en cours d'élaboration, le choix a été fait, par l'ensemble des acteurs, de n'établir le scénario qu'à posteriori. Ceci a eu pour conséquence que chaque personne effectuant le pré-repérage a défini les zones potentielles suivant ses propres critères de sélection. Nous avons ainsi abouti à un pré-repérage hétérogène. Cela présente l'avantage d'avoir une grande diversité au sein des îlots (cf 3.3.1.1), ce qui est intéressant pour une première mise en place de cette méthodologie. Mais ceci présente l'inconvénient de n'avoir peut être pas inventorié des zones répondant mieux au scénario.

Le stage précédent (Parrot, 2011) avait permis de décrire 48 îlots essentiellement aux étages montagnard et subalpin. 4 îlots ont été ajoutés à la liste ONF. Les îlots inventoriés en 2012 sont au nombre de 80 (plus un îlot de référence en RBI), amenant à 133 le nombre de sites échantillonnés.

La figure 3 montre les 132 îlots pré-repérés et décrits dans cette étude, l'îlot de référence en RBI n'étant pas représenté.

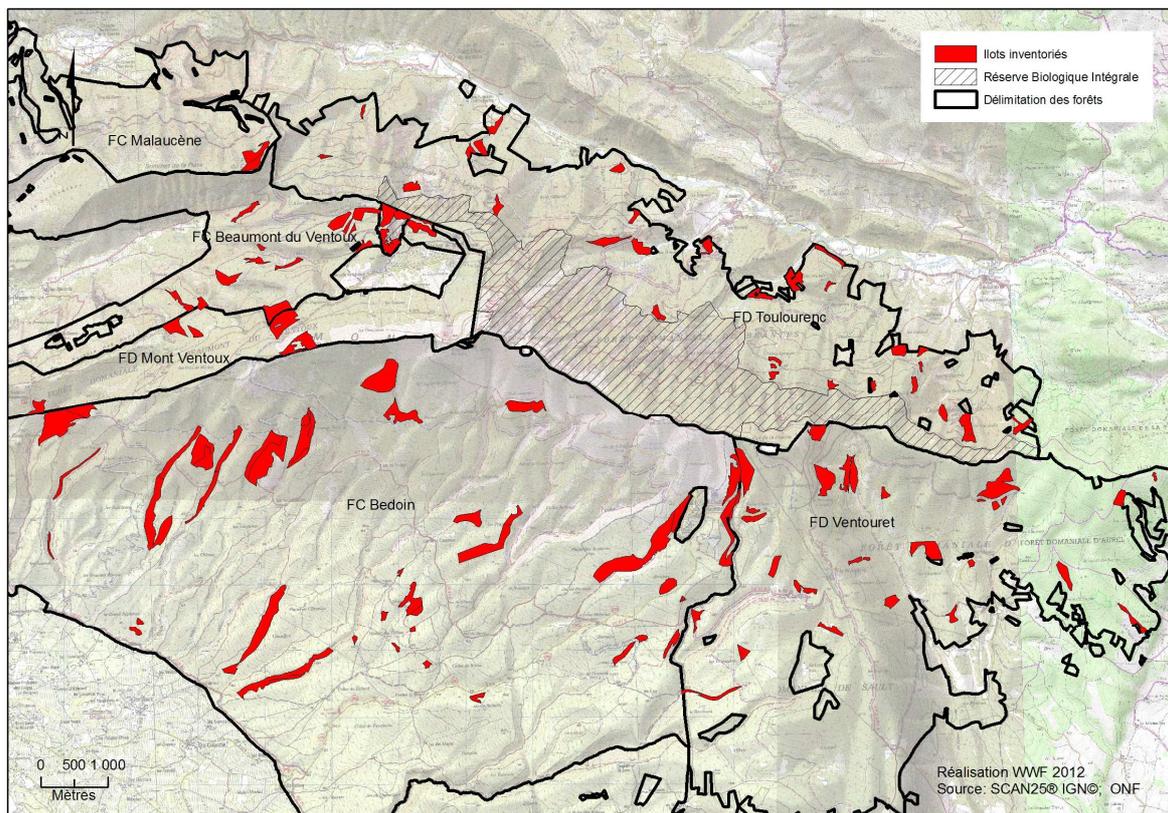


Figure 3: Représentation des 132 îlots décrits sur le Mont Ventoux dans les six forêts de Malaucène, Beaumont du Ventoux, Mont Ventoux, Toulourenc, Bédoin et Ventouret

2.2.3.2. Description des îlots à l'aide de la fiche de relevé

Cette fiche, appelée « fiche îlot », est en annexe 4. Elle correspond à celle utilisée par Parrot (2011), avec l'apport d'une réflexion sur l'évaluation de la naturalité développée par le WWF (<http://forets-anciennes-de-mediterranee.wikispaces.com/Accueil>).

Cette fiche de relevé reprend les différents *axes* de naturalité, d'empreinte humaine, d'usages de la parcelle, de sentiment de nature et de financement Natura 2000, développée en 1.6. Ces axes sont découpés en *critères*, eux même divisés en *indicateurs* (mesurables ou appréciables sur le terrain).

L'ensemble de ces 5 *axes*, 18 *critères* et 33 *indicateurs* sont présentés ci-dessous.

- Naturalité

L'axe est décrit suivant les notions de biodiversité, de maturité sylvigénétique et structurale, la continuité spatiale et l'ancienneté (tableau 5).

Critères	Indicateurs
Richesse spécifique	L'habitat forestier (<i>d'après Corine biotope</i>) est-il patrimonial ?
	Nombre d'essences indigènes présentes
Habitats	Nombre de milieux rocheux différents présents
	Nombre de milieux humides différents présents
	Surface de milieux herbacés
Indigénat	Part du couvert en peuplement indigène (%)
Microhabitats	Nombre de microhabitats différents (sur arbres vivants) présents
	Abondance des loges de pics (/ha)
Complexité structurale	Structure du peuplement
	Surface terrière (m ² /ha)
	Nombre de strate verticale
Maturité	Age estimé du peuplement
	Nombre de très gros bois vivants (GB/ha)
	Nombre de GB vivants finançable Natura 2000 (/ha)
	Volume de bois mort (m ³ /ha)
	Nombre de stades de décomposition présents
Dynamique	Stades de succession forestière
	Phases de la sylvigénèse présente
Continuité spatiale	Superficie boisée autour de l'îlot
Ancienneté	Continuité de l'état boisé depuis le XIX ^{ème} siècle, grâce à la carte de l'état major

Tableau 5: Les différents critères et indicateurs utilisés dans l'axe écologique de la fiche de relevés

- Axe empreinte humaine

L'empreinte humaine est décrite par les impacts de l'Homme sur la forêt suivant différentes périodes (tableau 6)

Critères	Indicateurs
Empreinte de 1800 à 1950	Occupation du sol au milieu du XIXème siècle selon la carte de l'Etat-major
Empreinte moderne (1950 à aujourd'hui)	Date de la dernière coupe
Empreinte potentielle pour les 50 ans à venir	Estimation de la valeur des bois
	Accessibilité à l'exploitation
	Nature des pressions potentielles sur l'îlot

Tableau 6: Critères et indicateurs de l'axe d'empreinte humaine

- Axe usages et pratiques au sein de l'îlot

Cet axe caractérise l'ensemble des pratiques et usages actuels de l'îlot, ainsi que la question de la sécurité du public (tableau 7).

Critères	Indicateurs
Aspects pratique	Accessibilité du piéton jusqu'à l'entrée de l'îlot
Sécurité du public	Risque lié aux vieux arbres
	Risque lié à la topographie
Utilité de la parcelle	La parcelle a-t-elle des qualités particulières pour les pratiques suivantes ?

Tableau 7: Critères et indicateurs de l'axe d'usages et pratiques

- Sentiment de nature

Le seul indicateur de cet axe est la question « le sentiment de nature que vous ressentez dans l'îlot est il ? » (les modalités de cet indicateur vont de « nul » à « exceptionnel »).

- Financement des îlots et arbres individuels par Natura 2000

Un nouvel axe a été ajouté à la fiche de relevé en 2012 portant sur la potentialité de financements Natura 2000 (PACA, 2011), deux indicateurs ont été mis en place :

- l'îlot peut il faire l'objet d'un financement en « îlots de sénescence » ? (îlots exploités, à plus de 30m d'un chemin, présentant au moins 10 arbres finançables à l'hectare etc.)

- Nombre d'arbres éligibles au financement individuel des arbres sénescents

Evaluation des critères et indicateurs

Les indicateurs sont composés de données quantitatives et qualitatives. Ils sont évalués sur la même échelle afin de pouvoir les comparer, mais également pour les rassembler au sein des critères. Dans un souci de cohérence avec les fiches d'évaluation de la naturalité du WWF et les fiches d'évaluation de la biodiversité potentielle (IBP), il a donc été décidé de noter tous les indicateurs par des chiffres, sur une **échelle de 0 à 10**.

Cette note est attribuée de deux façons :

- Soit les valeurs potentielles de l'indicateur sont séparées en classe et à chaque classe est associée une note. Ces notes ont été attribuées de façon à ce que 10 représente l'état de naturalité optimum (selon la bibliographie), 0 l'état minimum et 5 l'état moyen. Lorsque les classes sont supérieures à 3, les notes sont réparties de manière symétrique autour de la moyenne (5). Les axes d'empreinte humaine, d'usage, de financement et de sentiment de nature sont notés de la même façon.

Par exemple, l'indicateur surface terrière est noté de la façon suivante (figure 4), la note est indiquée en bas à droite de la case :

Volume de bois mort (>30 cm de Ø, m ³ /ha)	<1	0]1-5]	2]5-10]	3]10-20]	5]20-50]	7	> 50	10
---	----	---	-------	---	--------	---	---------	---	---------	---	------	----

Figure 4: L'indicateur « volume de bois mort » en m³/ha avec un système de notation par classe.

- Soit les indicateurs sont le résultat du cumul de la présence ou absence de modalités. Par exemple, pour les microhabitats (figure 5), adapté de l'IBP.

Microhabitats des arbres vivants (cochez si présents)	Trou de pic/cavité vide (d>3cm)	1	Cavité à terreau (d>10 cm)/carié(s>a4)	1	Charpentièrè ou cime brisée (d>20cm)	1	Cavité remplie d'eau (d>10cm)	1
	Lianes ou épiphyte (>1/3 tronc ou houppier)	1	Décollement d'écorce/fente (l>1cm)	1	Bois mort dans le houppier (>20%)	1	Plage sans écorce(s>A4)	1
	Cavité de pied	1	Champignon saproxylique coriace	1	Coulée de sève (résine exclue)	1		1

Figure 5: L'indicateur « microhabitat des arbres vivants ». La présence d'un microhabitat sur l'îlot impose qu'il soit noté. La note finale de l'îlot est déterminée par la somme des habitats présents

Les notes de chaque critère sont ensuite obtenues en faisant la moyenne des indicateurs. Ces notes sont ensuite reportées dans une fiche synthèse.

La fiche synthèse (annexe 5)

La fiche synthèse permet à l'utilisateur d'avoir une représentation rapide des caractéristiques de l'îlot en fonction des critères. En effet les notes des critères sont reportées sur des graphiques de type « radar » (figure 6) permettant une visualisation immédiate des points forts et faibles de l'îlot, ainsi qu'une comparaison rapide entre deux îlots.

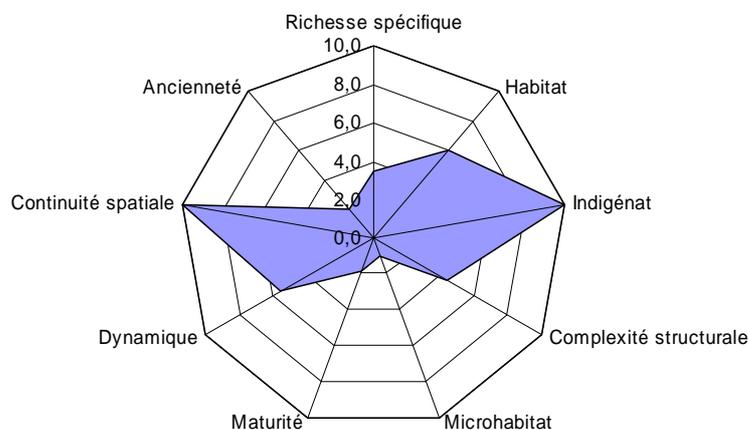


Figure 6: Représentation graphique de l'axe Naturalité de l'îlot 020512_4 de chêne pubescent en forêt communale de Bédoin. Il est composé d'essence indigène mais ne présente que de très faibles notes sur les autres critères de naturalité.

Quelques remarques sur la fiche de relevés

La fiche de relevés a été réévaluée à la suite du stage effectué en 2011. Mais pour que les données déjà relevées soient toujours utilisables, nous avons souhaité garder des indicateurs qui paraissaient d'ores et déjà améliorables. Par exemple, comme le signale Parrot (2011) le diamètre de pré comptabilité des GB ($2 \times H_0$ (cm)) ne paraît pas assez élevé pour se révéler discriminants. Une version améliorée sera proposée, en tenant compte de ces remarques ainsi que des réflexions faisant suite aux relevés de 2012 et au traitement des données.

Les nouveaux indicateurs tels que le financement Natura 2000 ne pourront pas être pris en compte dans l'analyse statistique générale car les relevés de 2011 ne comportent pas cette information. Ils seront donc traités de façon indépendante.

2.2.4. Traitement des données

Une fois l'ensemble des îlots potentiels répertoriés, les données sont traitées de différentes façons. En effet, la partie de traitement des données est propre à chaque étude, suivant les demandes et les besoins des acteurs.

Dans notre cas, nous avons tout d'abord étudié la variabilité des données (variabilité des indicateurs, variabilité des qualités des îlots etc.).

Nous avons également utilisé des outils statistiques (AFC) pour mettre en évidence les indicateurs les plus discriminants dans le contexte du Ventoux.

Nous avons enfin réalisé une CAH aboutissant à une typologie des îlots permettant notamment d'avoir un recul sur l'ensemble des données récoltées.

2.2.5. Classement des îlots à partir du scénario

Une fois l'ensemble des îlots potentiels répertoriés, les données sont utilisées pour classer les îlots en fonction des critères du scénario. Ce classement est effectué grâce à la méthode ELECTRE, qui est un outil de classification multicritère.

Les méthodes ELECTRE sont des outils de classements de certaines *actions* en fonction de certains *critères*. Dans notre cas, les *actions* sont les *îlots* inventoriés qu'il s'agit de classer en fonction des *critères* définis par le scénario.

Les *critères* du scénario sont déterminés par les acteurs participant à la réflexion sur la mise en place du réseau d'îlots de sénescence (gestionnaires, élus, naturalistes, associations ...). A chacun de ces critères, les acteurs associent différentes valeurs :

- un sens d'optimisation : lorsqu'il s'agit de maximiser, la valeur attribuée est +1, alors que lorsque le critère doit être minimisé, la valeur attribuée est -1.
- un poids : représentant l'importance qu'ils accordent à ce critère.
- un seuil d'indifférence : seuil en deçà duquel l'îlot A et l'îlot B ne sont pas différenciés
- un seuil de préférence : seuil en deçà duquel la préférence de l'îlot A par rapport à B est considérée comme préférence faible. Au delà de ce seuil, la préférence est dite forte.
- un seuil veto. L'îlot A est strictement meilleur que l'îlot B, quels que soient leurs performances dans les autres critères.

Le classement des îlots en fonction de ces différents seuils est illustré en figure 7.

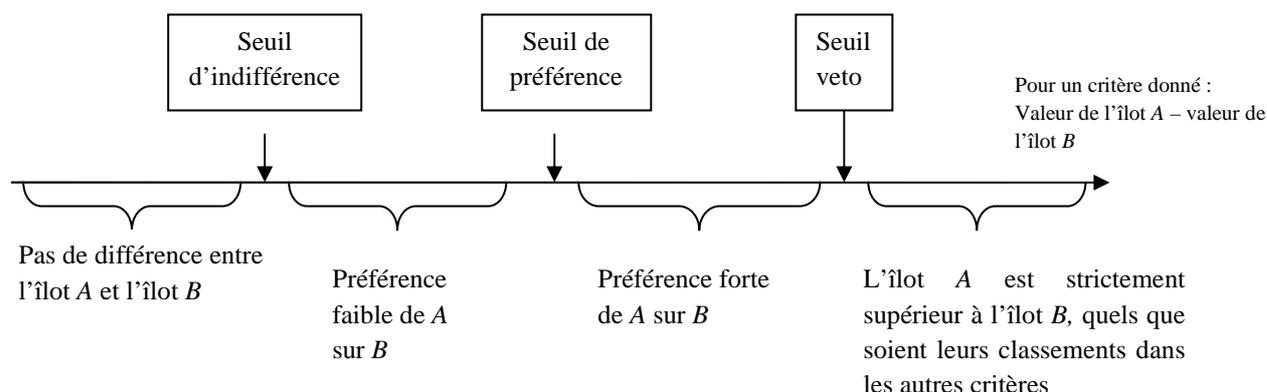


Figure 7: Classement de deux îlots A et B en fonction d'un critère prédéfini

Pour effectuer le classement nous utilisons la méthode Electre III, car elle permet de prendre en compte ces différents seuils de sélection. La méthode aboutit à deux classements :

- une classification ascendante : un groupe de mauvais îlots est sélectionné. Au sein de ce groupe, les plus mauvais îlots sont sélectionnés pour former un nouveau groupe dans lequel les plus mauvais seront sélectionnés, etc.
- une classification descendante : un groupe des meilleurs îlots est sélectionné. Au sein de ce groupe, les meilleurs sont sélectionnés et ainsi de suite.

Le classement définitif d'un îlot est réalisé en effectuant la moyenne de ses rangs dans chacune des classifications car elles abordent la classification de deux manières différentes (par les meilleurs îlots et par les plus mauvais) et permettent ainsi un classement plus précis dans les îlots de tête et de fin de classement.

A partir du classement, il convient de sélectionner les meilleurs îlots répondant au scénario. Le nombre d'îlots doit être défini dans le scénario, soit directement par le nombre d'îlots à conserver, soit indirectement par la surface cumulée des îlots souhaitée. Par exemple, pour les forêts domaniales, le taux d'îlots de sénescence doit dépasser 1% de la surface totale, avec en plus 2% d'îlots de vieillissement selon la directive ONF (2009).

2.2.6. Evaluation multicritère du réseau d'îlots obtenu

Il s'agit tout d'abord d'évaluer l'efficacité du réseau d'îlots pour répondre au scénario. En effet, entre un scénario objectif et la réalité, il y a un écart qui doit être évalué.

Par ailleurs, cette phase permet de quantifier l'impact de la mise en place du réseau d'îlots obtenu sur les enjeux non pris en compte dans le scénario. Par exemple, cela conduit à calculer la perte financière liée à l'arrêt de l'exploitation ou l'impact sur la protection d'une espèce, même si ces deux critères n'étaient pas déterminants dans le scénario objectif.

Ces deux réflexions portant sur l'ensemble des enjeux du réseau sont l'occasion de lever les problèmes, les incohérences et les points de vigilances de réseau d'îlots mis en place. Cela sera l'occasion de vérifier que le réseau est cohérent d'un point de vue de la connectivité. Nous verrons ainsi sur l'ensemble du réseau les zones où les îlots sont trop éloignés pour permettre la migration

d'espèces cibles. L'étude de la connectivité sera notamment réalisée grâce au SIG, en particulier à l'outil de création de *zone tampon*, en cohérence avec la méthode décrite en 1.4.4.

Une discussion devra ensuite avoir lieu avec le propriétaire et avec ou sans les autres acteurs concernés autour des conséquences de la mise en place du scénario. L'impact sur l'ensemble des critères est-il supportable ? Les objectifs sont-ils atteints ? Quels sont les problèmes du réseau et comment les résoudre ?

Les réponses à ces trois questions peuvent amener, selon les cas à repenser le scénario, en changeant certains objectifs ou bien l'ensemble du scénario. Une fois ces nouveaux objectifs définis, il est nécessaire de retourner dans les étapes précédentes de la méthode. Suivant les cas, il sera nécessaire de revenir à la première étape si l'on souhaite repenser intégralement le scénario, ou bien, si les données récoltées sur le terrain le permettent, il suffira d'effectuer un nouveau classement des îlots.

Ce « retour arrière » contraignant et coûteux montre la nécessité de bien réfléchir aux enjeux et objectifs de la phase de définition du scénario et, si besoin, de relever sur le terrain plus de critères que ceux uniquement définis par le scénario.

2.2.7. Mise en place du réseau de conservation

Une fois les itérations terminées et le résultat du scénario satisfaisant, il s'agit de mettre en place le réseau de conservation. Ceci comprend notamment :

- l'inscription sur le nouvel aménagement, après négociation avec le propriétaire, de l'arrêt de l'exploitation des surfaces concernées.
- la potentielle mise en place de financement Natura 2000. Ceci implique une nouvelle série de relevés terrain pour compléter avec précision les demandes de financement officiel (géoreferencer les arbres finançables, noter suivant la feuille de critère Natura 2000 ces arbres ce qui implique par exemple de relever tous les microhabitats de l'arbre etc.
- la communication et la sensibilisation auprès du grand public, des élus et des associations
- La matérialisation sur le terrain avec une géolocalisation par SIG

2.2.8. Suivi de l'état de conservation

Le réseau de conservation doit être suivi dans le temps et évalué à chaque récolte de données. La périodicité du suivi s'estime en fonction de la vitesse d'évolution du peuplement.

Cette étape est particulièrement importante dans le contexte dynamique du Mont Ventoux, où l'histoire encore en cours de la restauration de la biodiversité des forêts, notamment celle liée aux vieux bois historiquement rares, va se confronter à des changements climatiques drastiques dans les 50 ans à venir.

Afin d'établir un réseau d'îlots qui sera adapté à ces contraintes, il est nécessaire d'estimer a priori son évolution. Pour cela il serait intéressant d'avoir une vision de cette évolution à partir d'un modèle de dynamique des espaces en libre évolution, comme il en existe en sylviculture traditionnelle avec CAPSIS.

3. Résultats et discussion

3.1. Transcription des besoins écologiques des espèces par des critères de naturalité.

Nous avons établi des listes d'espèces par taxons à partir des DOCOB du Mont Ventoux et de la Nesque ainsi que les inventaires ZNIEFF de la zone (en annexe 6). Les bryophytes et les champignons n'étant pas inventoriés dans ces documents, la liste des bryophytes avait été effectuée en 2011 à dire d'expert, et la liste de la fonge n'a pas pu être établie, faute de données précises.

Le nombre d'individus à renseigner par les naturalistes est très variable suivant les groupes d'espèces auxquels ils appartiennent (figure 8)

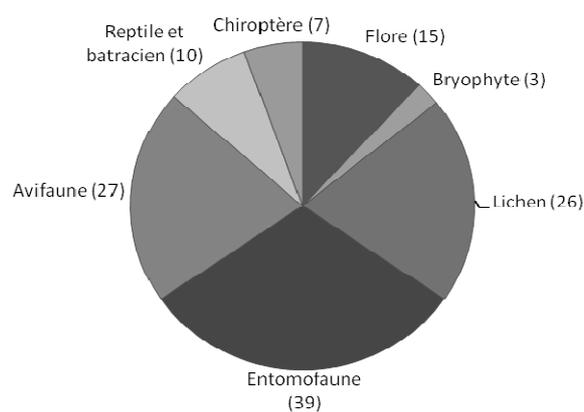


Figure 8: Répartition des espèces listées sur le Ventoux

La récolte d'informations s'est révélée aussi difficile que lors du stage de 2011. Les naturalistes n'ayant pas le temps ou les connaissances nécessaires pour nous répondre, nous n'avons pu compléter l'information que pour le groupe flore et l'entomofaune, en plus des bryophytes et chiroptères effectués en 2011. Néanmoins, les naturalistes disposant désormais du fichier de réponse, nous pouvons penser que, dans la mesure du possible et des connaissances disponibles, certains groupes devraient pouvoir être complétés à l'avenir.

Les résultats de cette étude nous montrent que les taxon ne sont pas tous sensibles aux mêmes facteurs écologiques, résumés dans le tableau 8.

Groupes taxonomiques	Critères écologiques les plus discriminants pour la présence des espèces
Flore	Habitat forestier, structure du peuplement et indigénat
Bryophyte	Diversité des essences
Entomofaune	Volume de bois mort, dynamique, ancienneté, continuité spatiale
Chiroptères	Abondance des microhabitats, stratification et dérangement liés à l'exploitation

Tableau 8: Synthèse de la sensibilité des différents groupes aux facteurs écologiques, établie à l'issu des entretiens avec les naturalistes

Ceci nous montre d'une part que l'on peut définir le scénario en fonction de groupe d'espèces. Par exemple, si un acteur veut favoriser les insectes, mais ne connaît pas précisément les espèces, il pourra définir comme critère « favoriser la présence d'insectes », ce critère sera transcrit par « maximiser le volume de bois mort », la « dynamique forestière », l'« ancienneté » et la « continuité spatiale ».

Inversement, ce tableau nous montre également que si l'on décide dans le scénario de maximiser l'ancienneté et le volume de bois mort, nous favoriserons indirectement plus les insectes que les chiroptères.

La mise en sénescence d'espaces boisés implique des évolutions des paramètres de l'écosystème, quelles que soient leurs caractéristiques écologiques d'origine et le scénario mis en place. Dans un premier temps, le nombre de très gros bois, le volume de bois mort et les microhabitats vont augmenter. Puis, à une échelle de temps plus grande, l'écosystème va se rapprocher des conditions d'évolution naturelle, avec une diversité en essences plus importante, une structure du peuplement qui tend vers l'irrégularité, un boisement de plus en plus ancien. Ainsi, certaines espèces seront plus favorisées que d'autres par la création d'îlot de sénescence. Par exemple, le pic prune (*osmoderma eremita*) et la rosalie des alpes (*rosalia alpina*) qui ont besoin d'important volume de bois mort, de très gros bois et de microhabitats liés à la sénescence, seront plus favorisés par la mise en îlot que la céphalantaire à grande feuille (*Cephalentera damasonium*) qui a essentiellement besoin d'essence indigène.

3.2. Définition du scénario

Dans notre cas, le scénario a été établi de façon définitive suite à une discussion nourrie de ces résultats à partir d'un nombre restreint d'acteurs, en réunion le 29 juin 2012 :

- L'ONF (représenté par Jeanne Dulac, responsable environnement de la DT Méditerranée). L'opinion de l'ONF représenté était issu d'une concertation avec le responsable d'UT (O. Delaprison), les agents ONF et le service environnement. Leur volonté est de créer un réseau d'îlots avec de bonnes caractéristiques écologiques (ancienneté, indigénat, maturité...) tout en ne négligeant ni l'aspect financier (perte économique), ni l'aspect sécurité du public, ni le caractère de « modèle » du réseau créé (représentativité de tous les types d'habitat, 3% de la surface mise en îlot etc.)
- Le Syndicat mixte d'aménagement et d'équipement du Mont Ventoux (représenté par Ken Reyna, chef de projet réserve de biosphère du mont Ventoux). L'opinion du smaemv prend également en compte celui d'Anthony Roux, chargé de mission Natura 2000. Leur volonté est de créer un réseau d'îlots ayant de bonnes caractéristiques écologiques, n'étant pas déjà en arrêt d'exploitation par manque d'accessibilité.
- Les associations environnementales (représenté par Daniel Vallauri, WWF). Leur volonté est de créer le meilleur réseau d'îlots d'un point de vue écologique (ancienneté, indigénat, maturité, connectivité.)

Les critères de sélection des îlots retenus par les acteurs à l'issu des discussions sont résumés dans le tableau 9.

Enjeux	Scenario			Transcription technique		
	Critères	Sens de variation Maximiser(+) Minimiser(-)	Décision	Poids	Recherche des îlots sur le terrain	Méthode de prise en compte pour le classement des îlots
Ecologie	Ancienneté	+	Unanimité	10	Les îlots doivent être sur des terrains anciennement boisés (>1850, carte de l'état major)	Critère Electre : indicateur 22. Continuité de l'état boisé
	Indigénat	+		9.5	Les îlots doivent présenter un couvert indigène élevé	Critère Electre : Indicateur 7 : part du couvert en peuplement indigène
	Age estimé du peuplement	+		9.5	Les îlots doivent avoir un âge supérieur ou proche de l'âge d'exploitabilité	Critère Electre : Indicateur 13. : âge estimé du peuplement
	Volume de bois mort	+		9	Les îlots doivent présenter un volume de bois mort important	Critère Electre : Indicateur 16. : Volume de bois mort (m3/ha)
	Habitats favorables à <i>Osmoderma eremita</i>	+		9	Les îlots présentant des cavités à terreau potentiels pour l'espèce doivent être sélectionnés	Critère Electre (veto) : Indicateur 11: microhabitat, Modalité : cavité à terreau
	Nombre de microhabitats des arbres vivants	+		6	Les îlots doivent présenter des microhabitats diversifiés (liste indicateur 11.)	Critère Electre : Indicateur 11 : microhabitat des arbres vivants
	Connectivité des îlots	+		6	Les îlots doivent être le plus proches possible les uns des autres et il faut éviter les îlots isolés.	Critère Electre (classe de distance calculée sous SIG par méthode buffer)
Ecologie gestion	Taille des îlots	+	Volonté de l'ONF	9	La surface (ha) doit avoir une valeur élevée	Critère Electre
Economie	Perte économique	-		8.5	Les îlots visés ont une faible valeur financière, de part la difficulté d'accessibilité ou la qualité des bois	Critère Electre : Calcul du BASI (1) Veto à 500€/ha/an
Gestion	Représentativité de tous les habitats		Volonté de l'ONF	10	Chaque type d'habitat forestier doit être inventorié	Chaque type d'habitat fera parti de la sélection
	Surface totale d'îlot: 3 % de la surface du massif (ONF, 2009)			10	La surface cumulée des îlots pré-répérés doit être supérieurs à 3% de la surface du massif	La surface cumulée des îlots sélectionnés sera égale à 3% de la surface totale des forêts inventoriées
Social	Sécurité du public	+		9	Les îlots doivent être éloignés des chemins balisés ou ne pas présenter de risque pour le public (chute de branche etc.)	Critère Electre : Indicateur 28 accessibilité piéton et indicateur 30 risques liés aux vieux arbres

Tableau 9: Détails du scénario mis en place au cours de l'étude et de sa transcription technique

$$\text{BASI} = \frac{\text{REVENU}}{(1+r)^{A+1}}$$

(1) BASI : bénéfice actualisé sur séquence infinie ; Revenu = valeur des bois estimée (indicateur 25.) - coût de mobilisation ; r : taux d'actualisation (3%) ; A : âge d'exploitabilité

- Définition du scénario

La sélection des critères a été réalisée comme décrit en 2.2.1, à partir du tableau de tous les enjeux potentiels. Les acteurs ont choisi parmi l'ensemble des critères ceux qui étaient pour eux les plus importants et leur ont associé un poids.

Ce scénario présente 12 critères principaux dans chacun des grands enjeux. Nous pouvons remarquer que certains critères sont communs à plusieurs enjeux, comme par exemple la maximisation de la surface de l'îlot. En effet, d'un point de vue écologique il est plus intéressant d'avoir de grands îlots abritant potentiellement de plus grandes populations et d'un point de vue de la gestion il est plus facile d'avoir une grande zone de non gestion plutôt que beaucoup de petits îlots disséminés. En revanche, augmenter la surface des îlots et donc diminuer le nombre dans notre cas (en raison de limite des 3% de la surface) implique des contraintes d'un point de vue de la connectivité. Les îlots seront potentiellement plus éloignés que si on choisissait un nombre important de petits îlots.

- Transcription technique

La transcription technique du scénario se fait en deux étapes.

Tout d'abord, lors du pré-repérage, il faut transcrire ce que nous recherchons techniquement sur le terrain, dans notre contexte. Par exemple, pour le Ventoux, nous parlons de terrains anciennement boisés lorsqu'ils sont repérés comme forêts dans la carte l'état major qui date d'avant les grandes séries de reboisement.

Une seconde transcription technique est nécessaire lors de la prise en compte du scénario pour le classement des îlots, une fois les relevés terrain effectués. Cette étape a pour but de décrire comment concrètement nous allons utiliser les données pour classer les îlots. Ceci se fait selon différents moyens.

Lorsqu'il s'agit de maximiser ou de minimiser un facteur, la méthode consiste à reprendre les données (ou une combinaison de données) relevées sur le terrain. L'outil ELECTRE sera ensuite utilisé pour maximiser ou minimiser ces variables.

Parmi les critères écologiques, nous pouvons remarquer l'existence de critères de naturalité ainsi qu'un critère espèce (favoriser la présence d'*Osmoderma eremita*). Ce critère espèce est retranscrit en critère d'habitat (cavité à terreau) grâce aux données de transcription des besoins des espèces en caractéristique écologique de l'écosystème (décrit en 2.2.1).

Afin de prendre en compte ces critères dans ELECTRE, il faut leur attribuer des seuils d'indifférence, préférence et veto (décrits en 2.2.1). Ces seuils sont établis à partir des connaissances des acteurs définissant le scénario.

Parmi l'ensemble des critères ELECTRE, deux critères se sont avérés critères *veto* (Préserver les habitats d'*osmoderma eremita* et perte économique inférieure à 500€/ha/an). Ainsi en ce qui concerne le premier critère veto, peu importe les données de ces îlots sur les autres variables, un îlot avec cavité à terreau sera obligatoirement mieux classé qu'un îlot sans. Les 13 îlots concernés se retrouveront donc en tête de liste. En ce qui concerne le second critère veto, un îlot présentant une perte économique supérieure à 500€/ha/an sera obligatoirement moins bien classé qu'un autre îlot. Dans notre cas, cela ne concerne d'un îlot de cèdre. Nous pouvons noter que l'existence de critères veto est à minimiser dans l'utilisation d'ELECTRE. En effet, dans le cas où deux critères veto auraient des résultats inverses ($A > B$ pour le critère veto 1 et $A < B$ pour le critère veto 2), la méthode tombe dans un

cas d'« incomparabilité » et le classement entre les deux îlots ne peut être effectué. Dans le cas de notre scénario, il n'y a pas d'incomparabilité car l'îlot présentant un BASI > 500€/ha/an ne peut pas être favorable à *Osmoderma eremita* car c'est un îlot de cèdre.

Lorsqu'il ne s'agit pas de minimiser ou maximiser un critère, la transcription technique doit se faire au cas par cas.

La surface de mise en îlot ciblée sera le critère discriminant le nombre d'îlots sélectionnés.

La représentativité de tous les types d'habitat sera évaluée à posteriori, si jamais un des habitats n'était pas représenté, il conviendra de prendre dans la liste des îlots « non sélectionnés » le meilleur îlot de l'habitat manquant et de remplacer les plus mauvais îlots de la liste « sélectionnés » ayant une surface cumulée égale à l'îlot à ajouter.

3.3. Traitement des données

3.3.1. Premières données brutes sur la qualité des îlots

3.3.1.1. Quelles est la variabilité des caractéristiques des îlots sur le Mont Ventoux ?

Les îlots sur le Ventoux présentent une grande variabilité de caractéristiques écologiques, économiques et sociales. Pour illustrer ces variations, le tableau 10 représente deux îlots ayant des notes de naturalité, empreinte humaine et d'usages extrêmes :

Îlot	Axe écologique	Axe empreinte humaine	Axe usage et pratique
43_beaumont 2		<p>Pour les 50 ans à venir</p>	
160412_8		<p>Pour les 50 ans à venir</p>	

Tableau 10: Les deux îlots extrêmes : l'îlot 43_beaumont 2 qui se trouve en forêt communale de Beaumont dans un peuplement de sapin et pin sylvestre, présentant des caractéristiques écologiques remarquables. L'îlot 160412_8 se trouve en forêt communale de Bédoin, et présente des caractéristiques écologiques particulièrement faibles.

Ces figures illustrent graphiquement la diversité des îlots que l'on peut trouver sur le Ventoux entre ces deux extrêmes, la répartition le long du gradient écologique est assez homogène. Les îlots en essences non indigènes, fortement exploités sont plutôt dans le bas de cette échelle, les chênes vert et

pubescent présentent globalement de meilleures qualités puis les îlots de hêtre, pin à crochet et surtout de sapin présente des caractéristiques écologiques proches d'espace à haute naturalité.

3.3.1.2. Quelles est la répartition des différents indicateurs dans le contexte du Ventoux ?

Nous allons tout d'abord observer la distribution du nombre de relevé en fonction des modalités pour chacun des indicateurs individuellement. Les courbes détaillées pour chaque indicateur sont en annexe 7. Ces courbes nous permettent de distinguer quatre types de variables, décrits dans le tableau 11.

Ce tableau nous permet de tirer quelques conclusions dans le comportement des indicateurs sur le Ventoux:

- 1- L'indigénat est une variable de type « tout ou rien » et est particulièrement discriminante sur le massif. En effet, lorsque l'essence principale est non indigène (Pin noir et cèdre principalement) il y a rarement de mélange d'essence et le couvert est grandement non indigène. A contrario, lorsque l'essence principale est indigène les mélanges sont fréquents, mais pratiquement tout le temps avec des essences indigènes (Hêtre – Sapin, Chêne-Hêtre, Chêne-Pin sylvestre, Hêtre-Pin sylvestre, etc.)
- 2- Les indicateurs issus de la somme de modalités d'indicateur (nombre de microhabitats présents, nombre de strates présentes, nombre de stades de décomposition présents etc.) sont en général de type « modulateur ». Or dans ce type d'indicateur il n'y a pas de notion de qualité, c'est la diversité qui est prise en compte. Ceci laisse à penser que les îlots présentant une faible ou grande diversité sont rares. De ce point de vue, les forêts du Ventoux ne présentent pas de qualité particulière permettant de les démarquer des autres massifs.
- 3- Les indicateurs « peu discriminants » montrent les qualités du massif car la plupart des îlots sont notés de la meilleure façon. Les risques pour le public sont faibles et l'accessibilité est globalement bonne, ce qui s'explique par l'importance de l'activité touristique du massif.
- 4- Le comportement discriminant de l'indicateur « sylvigénèse », montre que les phases les plus représentées sont les phases de croissance et adulte. Cela montre également qu'il y a une lacune de phase mature et d'écroulement. Ceci justifie la nécessité de mettre en place des îlots de sénescence pour favoriser l'apparition et maintenir ces phases.
- 5- Le comportement « discriminant » de l'indicateur volume de bois mort montre que dans le contexte du Ventoux il y a globalement très peu de bois mort : plus de 76% des îlots ont moins de 5m³/ha de bois mort. Nous pouvons supposer que cette lacune de bois mort est une conséquence directe de cette absence de phase de maturité et d'écroulement développée dans le point 4.

Type	Variation du nombre de relevés en fonction de la note de l'indicateur	Description et interprétation	Indicateurs appartenant ce groupe	Répartition des modalités
Tout ou rien		La plupart des relevés sont répartis aux deux notes extrêmes, l'indicateur est particulièrement discriminant.	Ancienneté	64% sont des boisements récents, 25% étaient boisés en 1850
			Couvert indigène	58% des îlots ont 100% d'indigénat, 15% ont moins de 25%
			Stade de succession	36% des îlots sont au stade pionnier et 39% au stade complet
			Loge de pics	35 % des îlots n'ont pas de loge de pics, 27% en ont plus de 10/ha
Gaussien		Distribution normale. L'indicateur rapproche la note du critère de la moyenne en étant souvent proche de la note 5.	Diversité des microhabitats	78% des relevés ont entre 2 et 5 microhabitats
			Nombre d'espèces indigènes	91% des îlots présentent entre 2 et 6 essences indigènes différentes
			Sentiment de nature	92% des îlots suscitent un sentiment entre « faible » et « fort »
			Stade de décomposition	50% des îlots ont 2 ou 3 stades de décompositions présents (sur 5)
			Surface terrière	70% des îlots ont une surface terrière comprise entre 10 et 25 m ² /ha
			Nombre de strates	76% des îlots présentent 2 ou 3 strates (sur 5)
			Nombre de GB	56% des îlots ont entre 5 et 35 GB/ha
Croissant		La plupart des relevés présentent la note maximale, l'indicateur est donc peu discriminant.	Absence de risques topographiques	60% des îlots ne présentent pas de risque
			Absence de risques liés aux vieux arbres	80% des îlots ne présentent pas de risque
			Accessibilité aux piétons	60% des îlots sont accessibles facilement ou très facilement
Décroissant		La plupart des relevés présentent une note faible, l'indicateur met bien en évidence les meilleurs îlots.	Phases de la sylvigénèse	68% des îlots présentent une note inférieure ou égale à 3/10
			Volume de bois mort	76% des îlots présentent moins de 5m ³ /ha de bois mort
			GB finançable Natura 2000	75% des îlots présentent moins de 5 arbres/ha
			Pressions potentielles pour les 50 ans à venir	76% présentent moins de 3 pressions potentielles différentes
			Utilités de l'îlot	90 % des îlots présentent moins de 4 utilités différentes

Tableau 11: Représentation des quatre grands types de répartitions des indicateurs sur le massif du Ventoux

3.3.2. Quels sont les indicateurs qui permettent au mieux de différencier les îlots

Afin de mettre en évidence les indicateurs les plus discriminants dans le contexte du Ventoux, nous avons effectué une AFC à partir d'un tableau disjonctif complet. Nous avons créé ce tableau en transformant le fichier de saisie des relevés en tableau de présence/absence des modalités de chaque indicateur. Nous avons utilisé ce type d'analyse car nos données sont à la fois qualitatives et quantitatives non linéaires.

Nous avons réalisé l'AFC puis sommé le poids de chacune des modalités pour déterminer le poids de chaque indicateur. Le détail de cette analyse statistique est en annexe 8. Nous retiendrons cependant que la discrimination entre les îlots se fait sur des axes avec des faibles valeurs propres : le premier axe factoriel n'explique que 6,9% de la répartition des îlots et avec 20 axes factoriels, seul 56% de la répartition des îlots est expliquée. Ceci laisse à penser que tous les indicateurs sont importants.

D'autre part, les principaux indicateurs des axes factoriels supérieurs à 3 sont redondants ou non cohérents d'un point de vue écologique. Nous retiendrons ainsi principalement les axes 1, 2 et 3 pour expliquer la répartition des relevés :

- L'axe 1 (figure 9), qui explique 6.9 % de la répartition des relevés, est en relation avec l'habitat et la maturité des arbres. Les principaux indicateurs sont la diversité des microhabitats, l'abondance des loges de pics et l'essence principale. Ce dernier indicateur est lié aux deux premiers dans le contexte du Ventoux. On retrouve beaucoup de loges et de microhabitats dans les hêtraies-sapinières, un peu moins dans les chênaies pubescentes et très peu dans les peuplements de cèdre et de pin noir. La répartition des modalités de ces indicateurs montre que c'est un axe de **maturité décroissante de l'arbre**.

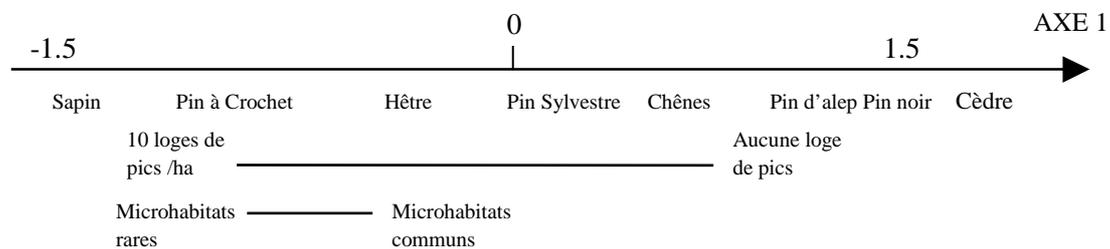


Figure 9: Répartition des modalités des principaux indicateurs sur l'axe 1. Les microhabitats ont, pour cet axe, un poids de 11,09 (/101,2) ; les loges de 8,15 et les essences de 7,49

- L'axe 2 (figure 10), qui explique 4.7% de la répartition des relevés, représente le degré d'anthropisation de l'îlot. Les principaux indicateurs contribuant à cet axe sont l'essence principale, la valeur des bois et la part du couvert en peuplement indigène. Là encore, cet axe correspond tout à fait à ce qui a pu être observé sur le terrain : la valeur des bois est particulièrement faible pour les îlots en chêne, caractérisés par un très faible volume de bois exploitable. Les îlots présentant une valeur plus élevée sont ceux de hêtre, pin à crochet et sapin, qui s'ils ne sont pas de très bonne qualité, présentent de gros volumes. Les îlots les plus rentables financièrement sont ceux de Cèdre et de pin noir présentant à la fois de bons volumes et de bonnes qualités pour le massif. La répartition des modalités de ces indicateurs montre que c'est un axe **d'anthropisation décroissante**.

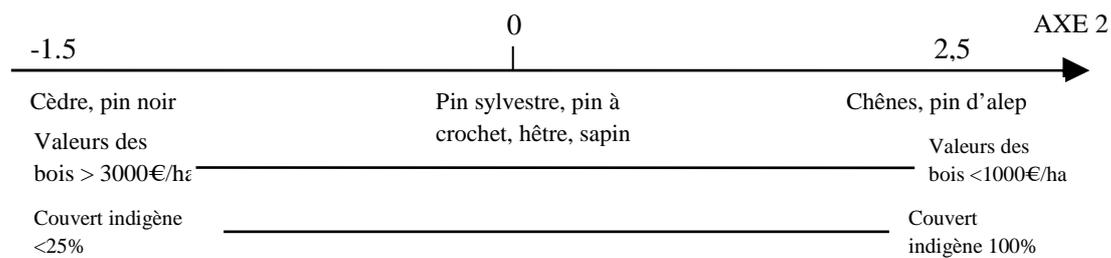


Figure 10: Répartition des modalités des principaux indicateurs sur l'axe 2. L'essence principale a un poids de 12,55(98,74) ; la valeur des bois de 11,23 et le couvert indigène de 7,95

- L'axe 3 (figure 11), qui explique 4.3% de la répartition des relevés, représente la maturité du peuplement. Les principaux indicateurs contribuant à cet axe sont la structure du peuplement, l'âge estimé du peuplement, les phases de la sylvigénèse, le volume de bois mort et le nombre de GB à l'hectare. Aux vues de la répartition des modalités, nous pouvons conclure que c'est un axe de **maturité croissante du peuplement**.

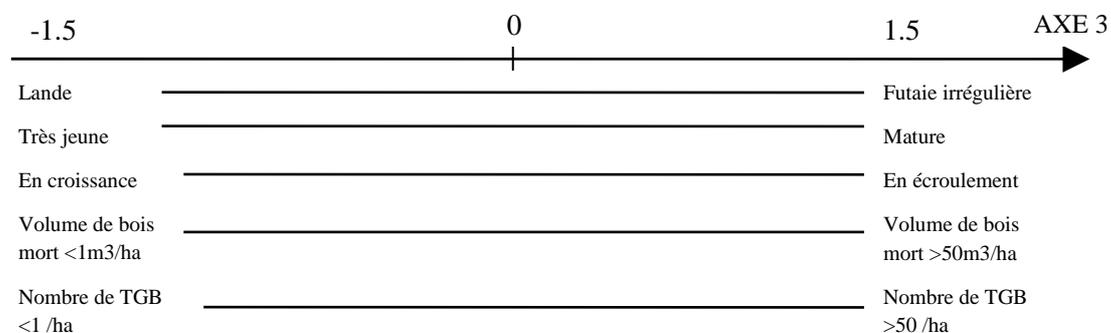


Figure 11: Les modalités des principaux indicateurs sur l'axe 3 : La structure, l'âge du peuplement, les phases de la sylvigénèse, le volume de bois mort et le nombre de TGB ont respectivement des poids de 8,95 ; 7,88 ; 7,68 ; 7,40 ; 6,85 (/94,53)

3.3.3. Vers une typologie des îlots du Ventoux

Les résultats de l'AFC sont utilisés pour réaliser une classification hiérarchique ascendante dans le but d'aboutir à une typologie d'îlot. Cette typologie d'îlots a différents objectifs :

- Montrer de façon rapide la diversité des îlots rencontrés sur le Ventoux
- Indiquer l'intérêt de chaque type d'îlot pour les différents enjeux
- Etre potentiellement utilisée sur le massif pour d'autres pré-repérages plus précis.

Le résultat de cet CAH est présenté en figure 12. Cette typologie nous montre les différentes qualités écologiques des îlots (détaillées dans les fiches par types en annexe 9).

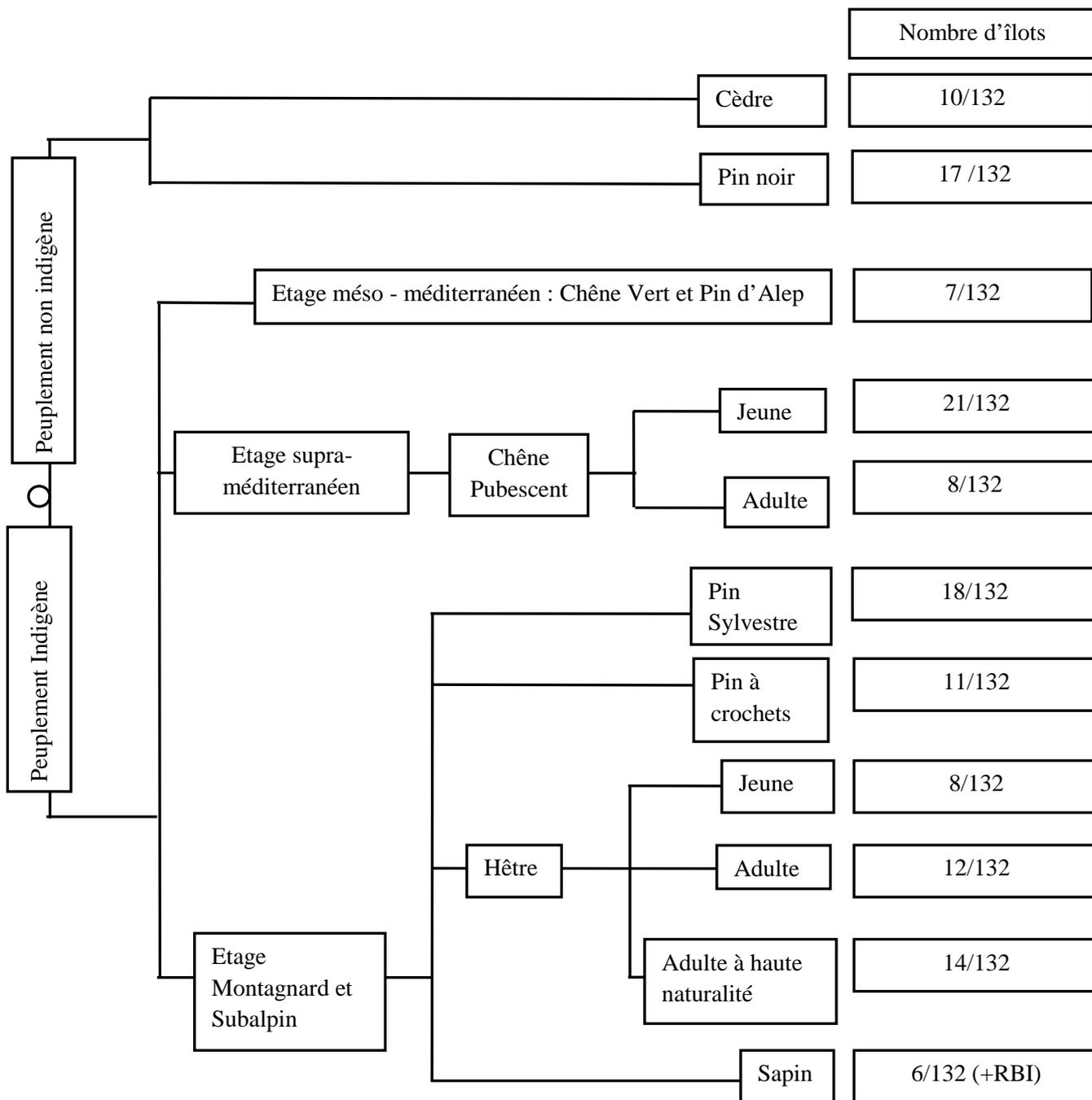


Figure 12: Typologie des îlots inventoriés sur le Mont Ventoux

La première dichotomie se fait sur l'indigénat. Les deux groupes **Cèdre** et **Pin noir** se démarquent des autres relevés par des caractéristiques écologiques particulières. Ce résultat était prévisible à la vue de l'AFC puisque le Cèdre et le Pin noir d'Autriche se démarquaient sur chacun des axes en étant toujours aux extrémités. Ceci est cohérent avec ce qui a pu être constaté sur le terrain. Les îlots de cèdre et de pin noir sont exploités et présentent des caractéristiques de naturalité semblables : ce sont des boisements récents, en futaie régulière, avec très peu de microhabitat et de bois mort.

Pour les peuplements indigènes, la seconde dichotomie se fait sur l'étage de végétation dans lequel se situe l'îlot.

Le type méso-méditerranéen regroupe 7 îlots de **chêne vert et pin d'Alep**. Les caractéristiques écologiques ne présentent pas de point particulièrement intéressant. Ce sont souvent des boisements jeunes, avec une maturité faible.

L'étage supra-méditerranéen est constitué d'îlots de **chênes pubescents** se trouvant dans deux catégories : **jeunes** ou **adultes**. Le premier de ces deux groupes se trouve dans des peuplements particulièrement ouverts (surface terrière inférieure à 15 m²/ha), avec souvent une abondance d'éboulis, très peu de GB et de bois mort. La seconde catégorie se caractérise par un couvert plus dense, une maturité plus avancée et le plus souvent une forte abondance de buis au sous étage.

Dans la partie supérieure de l'étage supra-méditerranéen ainsi qu'à l'étage montagnard se trouvent des îlots de **pin sylvestre** qui présentent des caractéristiques écologiques qui ne permettraient pas de les différencier et ont été regroupés en un seul groupe. Ce groupe est assez hétérogène, présentant des qualités écologiques plutôt moyennes.

A l'étage montagnard se trouvent cinq autres groupes. Le groupe de **pins à crochet** présente des caractéristiques d'indigénat (toujours de 100%) et d'abondance des microhabitats intéressante (toujours plus de 10 loges de pics à l'hectare). Les autres critères de ce groupe sont assez variables.

En termes de qualité écologique, viennent ensuite les îlots de **hêtre** séparés en trois catégories. Les peuplements **jeunes** sont souvent issus de boisement récent et ne présentent pas de qualités écologiques particulièrement intéressante (bois mort <5m³/ha, peu de microhabitat, etc.). Le second groupe d'îlots de hêtre a un âge plus avancé, souvent **adulte**, et présente des caractéristiques de maturité légèrement meilleures (jusqu'à 10m³/ha de bois mort, toujours plus de 20 GB/ha). Le dernier groupe de **hêtre à haute naturalité** présente quant à lui des caractéristiques écologiques qui le distinguent des deux autres groupes : une ancienneté maximale, des loges de pics toujours supérieures à 10/ha, des volumes de bois mort allant jusqu'à 50m³/ha.

Enfin, les meilleurs îlots d'un point de vue écologique, sont les îlots de peuplements de **sapin**. Ces îlots, issus de boisement ancien, présentent des caractéristiques de maturité (GB>35/ha ; volume de bois mort toujours supérieur à 20m³/ha), de microhabitat (toujours plus de 10 loges de pics) et de structure (futaie irrégulière pour 66% des îlots) particulièrement intéressantes. Ces caractéristiques écologiques remarquables sont certainement liées aux conditions d'accès très difficiles. Par ailleurs, ces îlots sont très sensibles à la sécheresse. Le sapin étant en limite sud de son aire de répartition, il supporte mal les années de forte sécheresse comme 2003. Nous supposons d'ailleurs que l'important volume de bois mort de ces îlots est directement lié à cet aléa climatique.

3.4. Classement obtenu après l'utilisation d'ELECTRE

Le classement final est en Annexe 10. Retenir 3% de la surface implique, dans ce classement, de sélectionner les 74 premiers îlots.

Nous évaluons tout d'abord le critère de représentativité de tous les habitats. Ils sont tous représentés, sauf les peuplements de pin d'alep. Nous décidons donc de ne pas sélectionner les deux derniers îlots de la liste et de sélectionner le premier îlot en pin d'alep non sélectionné. Nous aboutissons ainsi à une liste définitive de 73 îlots qu'il convient d'évaluer.

Nous obtenons la carte suivante :

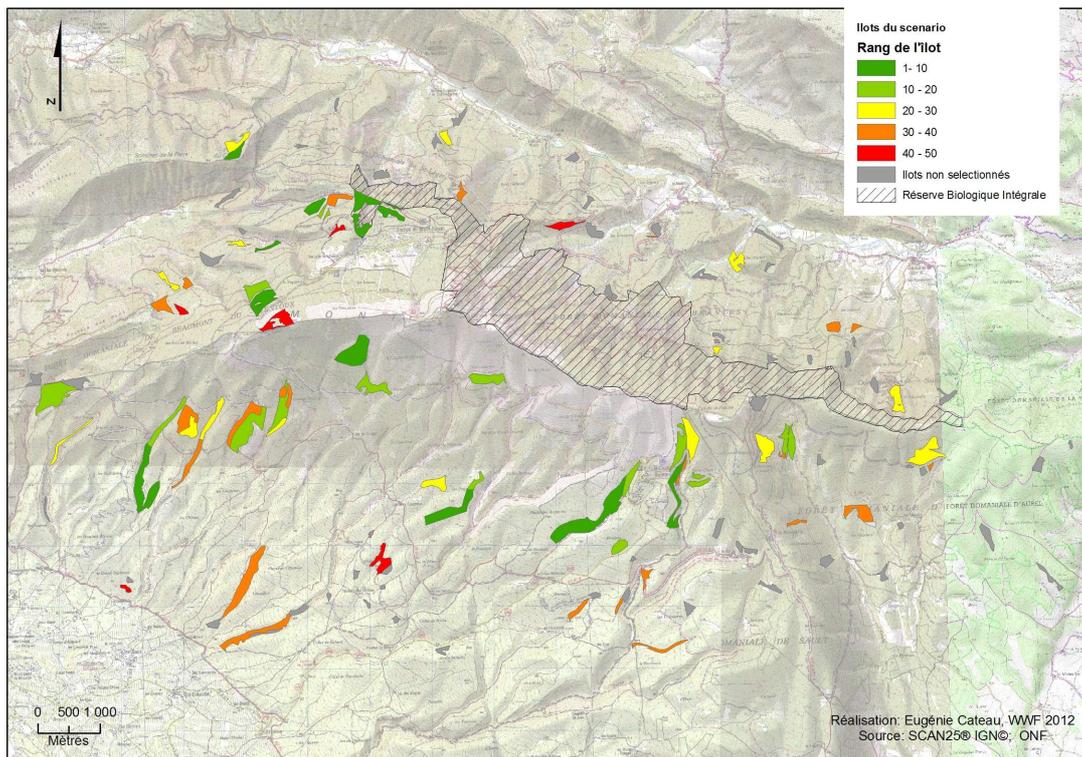


Figure 13: Représentation des îlots sélectionnés dans le scenario

3.5. Quels groupes de typologie répondent le mieux au scenario ?

En étudiant la répartition des îlots du scenario au sein de différents groupes de typologie (figure 14) nous avons pu constater que certains groupes correspondent bien au scenario, et certain très mal.

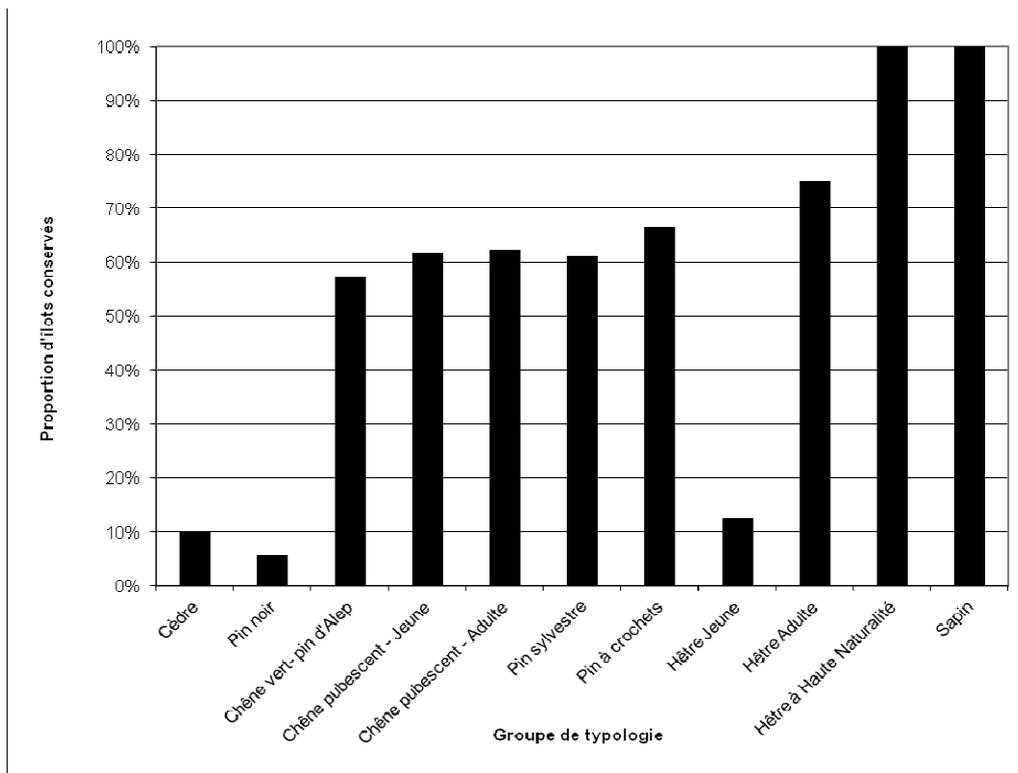


Figure 14: Les îlots du scenario au sein des différents groupes

Nous pouvons en effet constater que les groupes de hêtre à haute naturalité et de sapin paraissent correspondre au scenario 100% de leur effectif ont été sélectionnés pour répondre aux critères du scenario. En revanche, les groupes de cèdre, pin noir et hêtre jeune semblent peu répondre à ces critères puisque dans le meilleur cas seuls 13 % des îlots de ces groupes sont conservés. En ce qui concerne les autres groupes, la tendance est plus mitigée ce qui montre que pour ces types, le scenario n'est pas vraiment en adéquation avec la typologie.

Pour avoir une typologie qui correspondrait mieux au scenario, nous aurions pu réaliser une AFC puis une CAH en ne prenant en compte que les critères du scenario comme variables. Nous aurions ainsi abouti à une typologie parfaitement en adéquation avec le scenario. Cela aurait pu amener à un autre mode de classement des îlots. En effet, plutôt que de classer l'ensemble des îlots individuellement, nous aurions utilisé l'outil ELECTRE pour classer les groupes d'îlot pour répondre au mieux au scenario.

3.6. Vérification de l'efficacité du scenario

Il s'agit ici de comparer la répartition des modalités des variables du scenario entre tous les îlots et les îlots sélectionnés. Ceci nous permettra de mesurer l'efficacité du scenario effectué.

En ce qui concerne les enjeux écologiques, ceux-ci ont bien été respectés :

La proportion d'îlots anciennement boisés conservés est plus élevée que les îlots récemment boisés, comme le montre la figure 15.

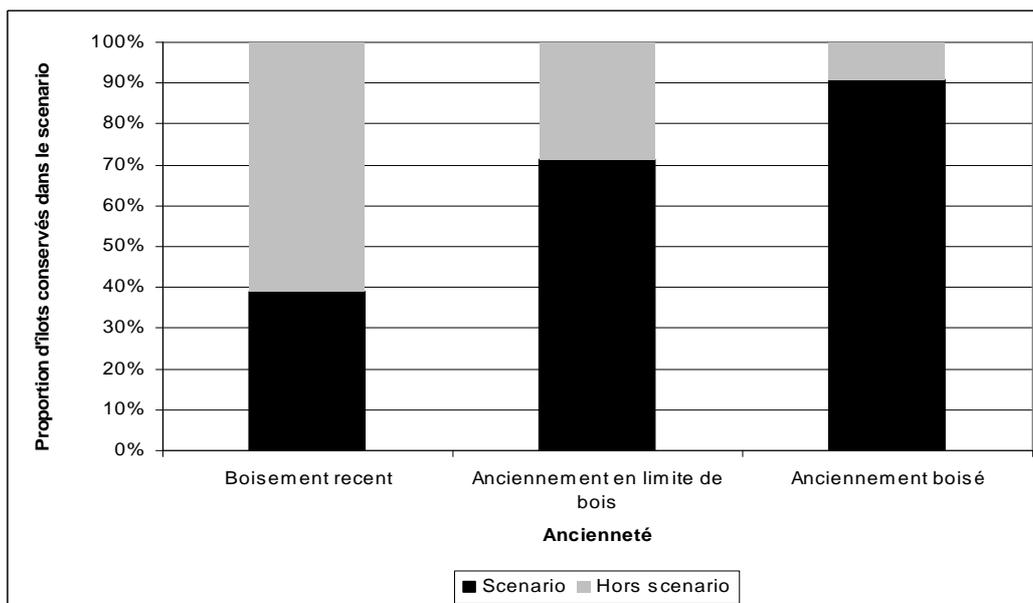


Figure 15: Impact du scénario sur le critère d'ancienneté

Nous pouvons cependant noter que tous les îlots présentant une ancienneté maximale ne sont pas sélectionnés (10% des îlots anciennement boisés ne sont pas conservés.). Ceci montre que la maximisation du critère d'ancienneté n'est pas totalement respectée. En regardant les données, nous constatons que ces 10% (3 îlots) ne correspondent pas aux autres critères du scénario (îlots jeunes, non totalement indigène, avec un volume de bois mort inférieur à $1\text{m}^3/\text{ha}$). Nous pouvons ainsi supposer que c'est à cause de ces autres caractéristiques écologiques qu'ils n'ont pas été sélectionnés.

Ceci s'est produit dans notre scénario car tous les critères ont un poids proche (10 ; 9,5; 9 et 6). La méthode ELECTRE fait ainsi ressortir les îlots présentant les meilleures caractéristiques écologiques sur l'ensemble de ces critères. En mettant un poids bien supérieur à celui des autres critères, la totalité des îlots anciennement boisés auraient été sélectionnés.

Les autres critères écologiques suivent le même type d'histogramme que la figure 14 en ayant une proportion croissante de l'état de naturalité minimal jusqu'à l'état maximal. L'ensemble des critères du scénario est détaillé dans le tableau 12.

	Critères (Sens de variation)	Respecté	Comparaison des indicateurs avant et après application du scénario	Explications Remarques
Ecologie	Ancienneté (+)	Oui		
	Indigénat (+)	Oui	80% des îlots dont le couvert est à 100% indigène et seuls 5% des îlots en peuplement exotiques sont conservés	Certains îlots exotiques présentent des microhabitats et volumes de bois mort intéressants
	Age estimé du peuplement (+)	Oui	100% des îlots « matures » sont conservés, et aucun îlot « très jeune » ne l'est.	Bien que n'ayant pas le poids maximal, ce critère est particulièrement bien optimisé
	Volume de bois mort (+)	Oui	100% des îlots présentant plus de 20m ³ /ha font parti du scénario ; 35% des îlots de moins d'1 m ³ /ha conservé	Dans le contexte du Ventoux le bois mort est très rare, ce qui explique la conservation de 35% à moins de 1 m ³ /ha
	Habitats favorables à <i>Osmoderma eremita</i> (+)	Oui	Tous les îlots présentant des cavités à terreaux sont sélectionnés	
	Nombre de microhabitats des arbres vivants (+)	Oui	70% des microhabitats recensés sont conservés	La proportion de microhabitats conservés est plus importante lorsque ceux-ci sont rares (les cavités de pied, charpentière ou cime brisée etc.)
	Connectivité des îlots (+)	Détaillé ci après		
Ecologie gestion	Taille des îlots (+)	Oui	Les 74 îlots conservés (ce qui représente 55% du nombre d'îlots inventoriés) représentent 77% de la surface inventoriée	
Economie	Perte économique (-)	Oui	La perte économique liée au classement de 77% de la surface inventoriée ne représente que 42% des bénéfices de tous les îlots	
Gestion	Représentativité de tous les habitats	Oui	La sélection a été modifiée pour correspondre à ce critère (ajout d'un îlot de pin d'alep)	
	Surface totale d'îlot: 3 % de la surface du massif	Oui	La sélection a été réalisée pour satisfaire ce critère	
Social	Sécurité sur public (+)	Non	Toutes les modalités de sécurité ont été conservées entre 50 et 60%	93% des îlots inventoriés ne représentant pas de risque, ce critère est peu discriminant pour la sélection des îlots

Tableau 12: Efficacité du scénario sur les différents critères.

Nous pouvons donc conclure que les enjeux écologiques du scénario, connectivité mise à part, sont bien respectés. En comparant la répartition des modalités de tous indicateurs écologiques du scénario avec celle de l'ensemble des îlots inventoriés, nous voyons que le scénario est à chaque fois plus proche de l'état de naturalité optimale.

La connectivité du réseau est un des critères du scénario qui demande d'être étudié de façon indépendante et approfondie.

Pour ce faire, nous avons créé des zones tampons autour des îlots sélectionnés. Nous avons choisi de prendre une distance de zone tampon de 100m car aucun individu appartenant à l'espèce *Osmoderma eremita* n'a été retrouvé à plus de 190m de leur habitat d'origine (Ranius et Hedin 2001). Ainsi, lorsque deux zones tampons se superposent au moins en partie, nous pouvons supposer que la colonisation par *osmoderma* d'un îlot à l'autre est possible. La carte obtenue par cette méthode est représentée en figure 15.

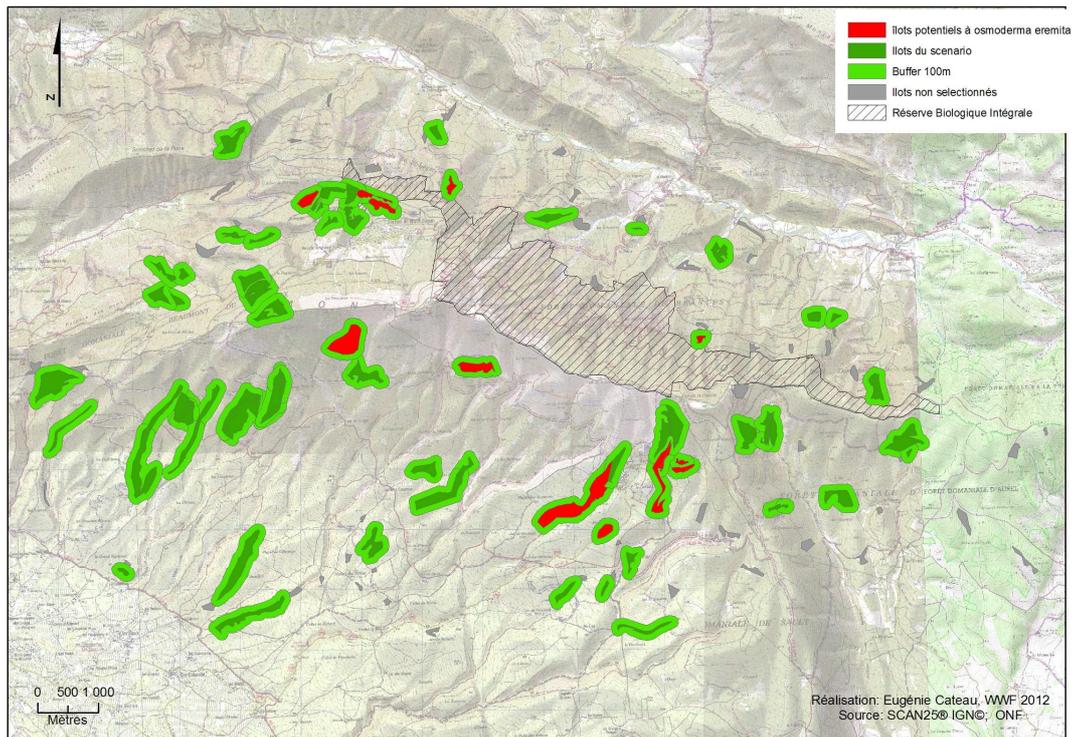


Figure 16 : Etude de la connectivité du réseau d'îlots à l'aide de la méthode de création de zone tampon

Cette carte montre plusieurs choses. Tout d'abord, nous pouvons observer que 43 îlots sont à moins de 200 m d'un autre îlot sélectionné, ce qui représente 58% des îlots du scénario. Ces îlots ne présentent donc pas de problème de connectivité.

En ce qui concerne les îlots potentiels à *Osmoderma eremita* (en rouge sur la carte) sur les 12 îlots du scénario, 5 sont situés à moins de 200m les uns des autres. Nous pouvons cependant considérer que les deux îlots potentiels situés à moins de 100m de la RBI sont connectés avec une zone d'habitat potentiel à l'espèce. Ceci met en évidence l'existence de problèmes de connectivité au sein du réseau pour cinq des douze îlots potentiels à *Osmoderma eremita*.

D'une façon générale, cette méthode est critiquable car elle ne prend pas en compte l'état de la matrice. En effet, la dispersion des espèces très exigeantes d'un point de vue écologique, est différente suivant la nature de l'habitat. Cette méthode nous montre donc les zones d'absence de problème de dispersion, lorsque les tampons touchent les îlots, on peut supposer que, quelque soit la nature de la matrice, la dispersion est potentielle. Mais dans le cas où les zones tampon ne touchent pas d'îlots, on

ne peut pas conclure sur l'existence d'un problème de connectivité car si la matrice est de même qualité que l'îlot la dispersion est possible.

Pour pouvoir réellement caractériser la connectivité du réseau il faudrait avoir des informations extrêmement précises sur les caractères de la matrice. Pour cela, il faudrait faire une nouvelle campagne de terrain pour caractériser la matrice.

Nous pouvons donc conclure que le scénario est globalement respecté. En effet, tous les critères sont respectés, sauf en ce qui concerne la connectivité, qui mériterait d'être étudiée avec des outils différents et la sécurité du public qui est un faux critère de sélection dans le cas du Ventoux car les îlots de présentent globalement aucun risque.

3.7. Evaluation multicritère du scénario

Le but de cette partie est de répondre à la question suivante: Quels sont les impacts du scénario sur les variables non prises en compte dans celui-ci ?

En ce qui concerne les enjeux écologiques, nous observons tout d'abord une amélioration globale de la naturalité. Pour les indicateurs de richesse spécifique, de structure du peuplement, de représentativité des phases de la sylvigénèse et la qualité des stades de succession, au moins 80% des îlots présentant la modalité la plus proche de l'état de haute naturalité sont conservés.

En revanche certaines variables ne présentent pas de modification significative dans la répartition de leur modalité. Parmi elles, le nombre de GB et la surface terrière.

En ce qui concerne les enjeux écologiques de protection des espèces, nous avons pris l'exemple de quelques espèces qui sont potentiellement favorisées par la mise en sénescence. N'étant pas pris en compte dans le scénario, nous avons voulu voir si celui-ci leur était tout de même favorable.

Pour la Rosalie des alpes (*Rosalia alpina*), en prenant en compte les critères optimaux de sa présence, seuls 11 îlots inventoriés sont susceptibles de l'abriter, et ces 11 îlots sont sélectionnés par le scénario. Cet excellent taux de sélection s'explique par le fait que le scénario reprend la plupart des caractéristiques écologiques nécessaires à la Rosalie (ancienneté, volume de bois mort etc.)

Nous pouvons donc conclure que le scénario a un effet globalement positif sur les critères écologiques en sélectionnant les îlots ayant les caractéristiques de naturalité les plus intéressantes.

4. Réflexions générales autour de la méthodologie mise en place et perspectives

4.1. Atouts et limites de la méthode mise en œuvre

Cette première mise en place pratique de la méthodologie théorique nous a permis d'observer et de comprendre ses points forts et ses points faibles.

Tout d'abord, se baser à priori sur un scénario nécessite une bonne connaissance du contexte et du terrain. Par exemple dans un contexte où la récolte de bois est une source importante de revenus, le poids et les seuils d'acceptabilité de la perte liée à l'absence d'exploitation, sera très différente d'un contexte où ce gain financier serait déjà faible. La définition des critères écologiques nécessite également une très bonne connaissance du terrain : il n'est pas judicieux de fixer des critères de maturité trop élevés (par exemple un volume de mort de plus de 20m³/ha) pour avoir des très bons îlots dans un contexte où l'exploitation est intense car peu d'îlots pourront être pré repérés et encore moins sélectionnés. A l'inverse, dans un contexte à haute naturalité, fixer des critères trop larges ou des seuils trop bas, amènerait à réaliser un échantillonnage particulièrement important et coûteux.

Notre étude nous a également montré les difficultés de réaliser un scénario, d'autant plus lorsque cela se fait à partir d'une concertation entre différents acteurs. Outre les compromis nécessaires, nous avons pu constater qu'il était difficile, même à titre individuel, de formaliser ses critères de sélection des îlots. Les critères proposés étant particulièrement nombreux, (177 à l'échelle de précision maximale) et potentiellement tous importants, il est difficile de sélectionner quels critères sont les plus discriminants (l'idéal étant d'en avoir moins de 30). Une fois cette étape de sélection réalisée, il est encore plus difficile d'attribuer des poids différents à chacun de ces critères, puisque, s'ils ont été sélectionnés, c'est qu'ils sont tous importants. L'utilisation de l'outil ELECTRE implique dès l'étape de définition du scénario d'attribuer des seuils de préférence, indifférence et veto pour chacun des critères sélectionnés. Cela peut s'avérer particulièrement fastidieux, voir difficile lors d'une concertation d'acteurs. En revanche, l'ensemble de ces poids et de ces seuils permet, par la discussion, de pousser les personnes présentes à une réflexion précise sur l'acceptabilité des différents critères qui se montre utile lors des discussions ultérieures.

Cette première phase qui pose les fondements de toute la méthodologie est donc avant tout basée sur des éléments sociaux, qui peuvent s'avérer difficiles à mettre en œuvre. Ceci permet, dès le début de la méthodologie une implication du propriétaire ainsi que des différents acteurs potentiels.

Ensuite, la méthode se déroule de façon linéaire avec des étapes qui se suivent dans le temps, ce qui permet une mise en place facile d'un point de vue organisationnelle. Les retours aux étapes précédentes sont toujours possibles ce qui permet un résultat final cohérent avec les attentes des propriétaires et des acteurs. Néanmoins, ces itérations, si elles peuvent s'avérer nécessaire peuvent également être coûteuses, notamment si une autre série de relevé terrain devient nécessaire.

4.2. Perspectives d'amélioration de la méthode de mise en place d'un réseau d'îlots

4.2.1. Définition des enjeux écologiques via l'approche « espèces »

L'outil Excel créé (détaillé en 2.2.1) présente l'intérêt d'être directement utilisable (et utilisé) pour lier les besoins des espèces à nos indicateurs relevés sur le terrain. Nous avons cependant été confrontés à divers problèmes dans la récolte d'informations et le remplissage de ce tableau.

En effet, les experts des différents taxa forestiers sont rares et particulièrement demandés, leur disponibilité est limitée. L'état des connaissances actuel sur l'écologie de ces espèces ne permet pas toujours, même aux experts, de pouvoir remplir le tableau.

Par ailleurs les informations recherchées sont assez complexes car très complètes et surtout synthétique de l'écologie d'espèces souvent mal connues. La récolte d'information n'a parfois pas été possible ou demanderait un investissement temps important qui ne se justifiait pas dans ce travail.

Afin d'éviter toutes ces contraintes et de minimiser les biais, il serait intéressant de créer des bases de données nationale comme il en existe pour les plantes (EcoPlant). Cette base de données permettrait de savoir avec précision quels outils de conservation sont les plus appropriés pour chaque espèce.

4.2.2. Phase de terrain

4.2.2.1. Pré-repérage

Dans le cadre du Ventoux, la phase de pré-repérage s'est appuyée sur les connaissances des agents et responsables ONF. Leurs connaissances du massif est un outil précieux pour le pré-repérage. Toutefois, sur un grand massif comme le Ventoux et le contexte nouveau d'appréciation de ce qui devait être mis en îlots, la sensibilité de chacun aux différentes variables (bois mort, GB, microhabitat) a été parfois hétérogène. Elle pourrait être complétée par une analyse plus systématique.

La création de la typologie des îlots du Ventoux peut permettre de diffuser maintenant aux agents les « portraits robots » des différents îlots. Il pourrait être intéressant d'organiser des réunions et des sorties terrains avec les agents et responsables ONF pour expliquer le travail et les réflexions qui ont découlé de cette étude et en particulier de cette typologie. Ceci aura pour objectif de rendre le pré-repérage encore plus précis des îlots potentiels

Dans le cas général, il serait intéressant de se baser sur des cartes de données écologiques précises, notamment une carte précise des peuplements, de la répartition des volumes de bois mort, des GB, de la valeur des bois.... Ces cartes, qui ne sont à l'heure actuelle pas disponibles sont très coûteuses en temps, mais pourraient être effectuées à l'aide de relevés de parcelles lors des aménagements. Elles ne permettraient pas de remplacer une description précise sur le terrain des îlots potentiels avec la fiche îlot, mais permettraient de cibler avec précision les lieux les plus intéressants.

4.2.2.2. Fiche de description des îlots

L'utilisation en 2011 et 2012 de la fiche de description nous permet de proposer des améliorations potentielles. Trois versions de fiche de description des îlots sont proposées, deux dans le contexte du Ventoux et une troisième dans un but de généralisation de la méthode :

- la fiche « Ilot du Mont Ventoux-simplification » à utiliser dans le contexte du Ventoux uniquement, pour inventorier d'autres éventuels îlots, les comparer au classement des îlots retenus et en l'absence de volonté d'évaluation multicritères au-delà du scénario actuel choisi (Annexe 11). Cette simplification a été réalisée à l'issue d'une discussion avec l'ONF, représentée par Jeanne Dulac. Elle est guidée par la pratique actuelle de l'ONF et consiste essentiellement à diminuer le nombre d'indicateurs qui ne sont pas discriminants dans le cas du Ventoux ou non nécessaire à appliquer le scénario choisi.

- la fiche « îlot –scénario du Mont Ventoux » est proposée dans le contexte du Ventoux aux vues des conclusions de notre étude (en annexe 12). Elle est plus détaillée que la fiche précédente, donc plus longue à relever. C’est la fiche répondant à notre scénario, tout en gardant la possibilité d’évaluation du scénario, voire l’élaboration de scénarii différents. C’est la fiche qui serait la plus adaptée à notre expérience en terme de temps de relevé par rapport aux informations relevées si nous devons réaliser une nouvelle étude complète dans le contexte du Ventoux. Elle pourra être un support lors de potentielles formations sur la méthode, développées en 4.2.6.

- la fiche « îlot - générale » qui est une base pour d’autres études, adaptable aux différents contextes nationaux en annexe 13. Elle pourra être utilisée dans d’autres massifs et sera à modifier au cas par cas, en fonction des scénarii définis.

Dans ces trois fiches, nous avons intégré une réflexion interne aux vues des données récoltées, mais également de l’avancé des recherches du WWF sur la naturalité.

Tout d’abord, le seuil de précomptabilité des gros arbres établi en 2011 ($2xH_0$) n’est pas assez discriminant. Nous pensons qu’il est préférable de ne garder que le seuil Natura 2000 PACA dans le contexte du Ventoux.

Dans le cadre national, ce seuil devra être adapté en fonction des contextes suivant les directives Natura 2000 locales. Dans le cas où il n’y aurait pas de financement Natura 2000 potentiel dans la région, nous préconisons de prendre un diamètre seuil des gros arbres de $3xH_0$. Ce seuil est différent du seuil utilisé pour qualifier la naturalité par le WWF ($4xH_0$) car ces seuils relevés sont adaptés à des lieux sensés présenter une naturalité élevée. Dans le cas des îlots, ils seront normalement placés dans des forêts gérées, présentant des diamètres inférieurs.

Ensuite, la présence (avérée ou potentielle) d’espèces ciblées par le scénario a été ajoutée aux critères de richesse spécifique. Ceci permettra d’améliorer la précision de la prise en compte de ces espèces. Pour cela, il sera nécessaire de connaître avec précision les habitats des espèces ciblées. L’utilisateur devra cocher que la présence est :

- Impossible, l’habitat de l’îlot n’est pas toléré par l’espèce
- Probable, l’habitat est toléré par l’espèce, mais il n’y a pas de trace de l’espèce.
- Avérée, si l’espèce est facilement visible (flore, oiseau, mammifère etc) ce sera la présence d’un individu qui sera considérée comme présence avérée. Si l’espèce est difficilement visible (entomofaune notamment), ce sera la présence de signes caractéristiques, notamment de micro habitat, qui permettra de considérer que la présence est avérée.

La continuité spatiale sera davantage détaillée en ajoutant un indicateur de distance à l’îlot le plus proche (qui était pour l’instant relevée grâce au SIG) et entrera maintenant dans la note du critère de continuité spatiale.

Un module bilan économique a été ajouté dans le contexte général. Il permet de calculer de façon rapide mais relativement précise, la perte ou le gain réalisé par la mise en îlot. Il s’appuie sur trois indicateurs : la valeur des bois sur pied, l’accessibilité à l’exploitation et enfin le montant des financements potentiels Natura 2000.

4.2.3. Vers une meilleure intégration de la connectivité du réseau lors de la sélection des îlots.

4.2.3.1. Différentes méthodes pour mieux caractériser la matrice.

Comme expliqué en 3.6, la connaissance de la matrice est une lacune.

Dans le cadre général, une des solutions pour combler cette lacune serait d'avoir des cartes précises des données écologiques importantes sur l'ensemble du massif:

- une carte précise des peuplements
- une carte de la répartition des GB
- une carte de la répartition par classe du volume de bois mort
- une carte de l'abondance des microhabitats
- une carte précise de localisation des arbres classés « arbre bio »

Nous savons que ces cartes seraient coûteuses à relever et mettre en place. Cependant, elles pourraient soit être réalisées en amont de l'étude, soit parcelle par parcelle lors des aménagements (ce qui est déjà le cas pour les deux premières). Une modélisation de l'évolution des peuplements pourrait aboutir à des mêmes cartes similaires à un temps t.

Les données des aménagements antérieurs peuvent nous permettre d'établir des cartes d'âge du peuplement, de continuité de l'état boisé, de la date de la dernière coupe, de surface terrière de la matrice.

L'ensemble de ces cartes permettrait de caractériser avec précision la qualité de la connectivité entre îlot.

Une autre alternative de caractérisation de la matrice est de réaliser une série de relevés terrain à l'aide d'une fiche simplifiée (annexe 14). Le protocole de ces relevés, qui n'a pas pu être testé en 2012, consiste en un parcours linéaire de la matrice entre tous les îlots et leur îlot le plus proche. Sur ce transect, l'utilisateur relèverait des indicateurs de la fiche matrice par tronçons de longueur et largeur fixées (figure 17).

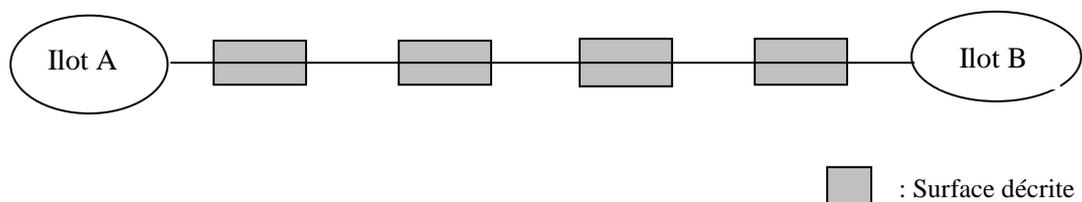


Figure 17: Schéma du protocole de description de la matrice

La fiche de relevés a été élaborée en conservant et simplifiant les indicateurs de naturalité. C'est en effet le seul axe qui est important car le seul intérêt de caractériser la matrice est de qualifier la connectivité écologique des îlots pour les espèces ciblées par le scénario.

Ce protocole donne des informations précises sur l'espace entre deux îlots, nécessaire à l'étude de la connectivité. Cependant, ce protocole est coûteux en temps. Par exemple Pour le massif du Ventoux, cela aurait nécessité de parcourir plus de 24 kilomètres par petits tronçons répartis sur l'ensemble du massif avec des conditions d'accès parfois difficiles, surtout sur la face nord. De plus, si les données entre îlots sont très précises, ce protocole n'apporte pas d'information sur l'ensemble de la matrice. Par exemple, deux îlots peuvent être séparés dans leur plus courte distance par un peuplement infranchissable, alors qu'un peuplement franchissable peut ne pas être la plus courte distance, comme le montre la figure 18.

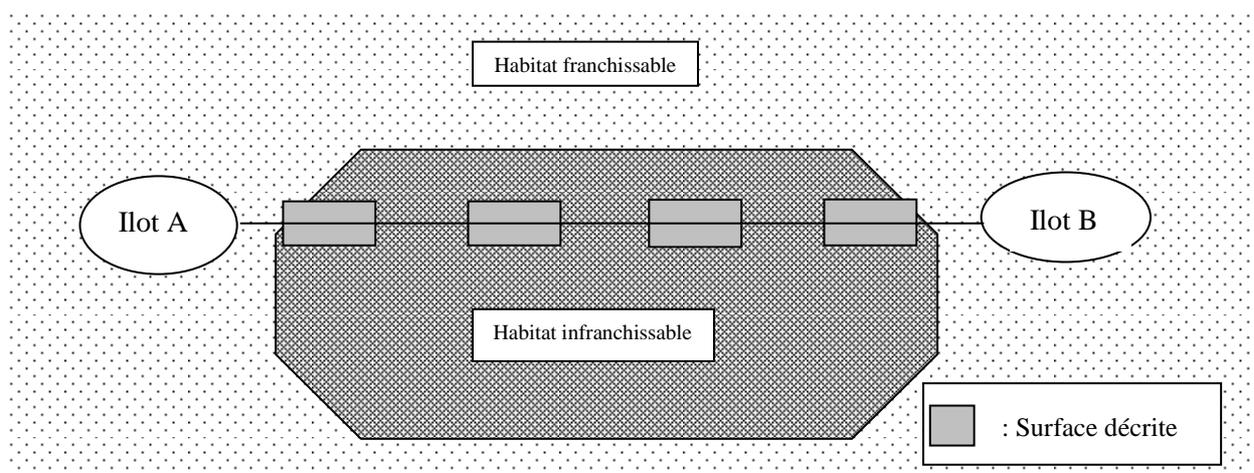


Figure 18: Illustration des biais causés par le protocole d'inventaire de la matrice

Dans ce cas une connaissance de l'ensemble de la matrice avec la méthode des cartes semble plus adaptée pour caractériser la connectivité.

Ainsi ces deux alternatives cartographiques et de relevés linéaires présentent des avantages et des inconvénients et sont à utiliser dans des contextes différents. La méthode de relevé linéaire est cohérente dans le cas d'un massif homogène d'un point de vue des habitats ou bien avec des îlots particulièrement proches. En effet, une cartographie parcelle par parcelle des données de bois mort et microhabitat serait, dans ces deux contextes, plus coûteuse en temps et moins précise.

Dans le cas de massifs comportant des habitats très différents en tache, comme c'est le cas de la face nord du Ventoux, ou bien dans le cas d'îlots très éloignés, une étude cartographique serait plus fiable. Il faudrait pour cela prévoir lors des aménagements de relever rapidement certaines données. Des valeurs précises ne seraient pas pertinentes pour effectuer ces cartes : des données par grande classe (<5m³/ha ; 5 à 20m³/ha; plus de 20m³/ha de bois mort), facilement différenciables à l'œil, seraient suffisantes et peu coûteuse en temps.

4.2.3.2. Intégration des paramètres de distance entre les îlots dans le classement de ceux-ci

Lorsque le scénario créé prend en compte la distance entre îlots, comme c'est le cas ici, ce paramètre mérite une étude particulière. Il convient de se poser la question de quelle distance est la

plus pertinente : faut il prendre en compte la distance à l'îlot le plus proche ? La distance à l'îlot caractérisé par le même peuplement ? La distance à l'îlot ayant des caractéristiques de naturalité semblables ? La réponse à ces questions se fait au cas par cas suivant les espèces pour lesquels le réseau est mis en place.

Dans tous les cas, ces distances ne peuvent être traitées comme nous l'avons fait en considérant que c'est un critère fixe à prendre en compte dans le classement fait par ELECTRE. Par exemple, considérons un îlot A ayant une distance minimale avec un îlot B. Si l'îlot A présente des caractéristiques répondant au scénario alors que B ne répond pas au scénario, A sera sélectionné en ayant une distance à l'îlot le plus proche A-B, alors que B n'est pas sélectionné par le scénario et sera donc exploité. Il faut donc prendre en compte l'évolution des distances entre îlots du scénario.

Ceci sera intégré dans une nouvelle étape de la méthode de **prise en compte de la connectivité réelle**. Cette étape débute une fois le classement ELECTRE établi, sans avoir pris en compte comme critère la distance entre îlots.

Il faudra sélectionner les îlots jusqu'à un *seuil d'acceptabilité de la qualité de l'îlot*. Ce seuil sera établi par les acteurs lors de la création du scénario, en fonction de chacun de ses critères. Par exemple, pour le critère de maximisation du volume de bois mort, ce seuil pourra être d'avoir au moins 1m³ de bois mort à l'hectare. Ces seuils ne doivent cependant pas être trop sévères car le seuil général d'acceptabilité de la qualité de l'îlot doit permettre de sélectionner plus d'îlots que le scénario final. Une fois cette présélection effectuée, nous ne garderons que les îlots présentant des distances faibles.

Il conviendra pour cela de réaliser une *matrice des distances* entre îlot. Le calcul de chacune de ces distances peut être réalisé à l'aide du SIG. Cette matrice sera utilisée dans l'application Solver de Excel, permettant d'aboutir à une sélection finale grâce à des équations et critères de sélection, options de cette application. Le déroulement de cette méthode est représenté dans la figure 19.

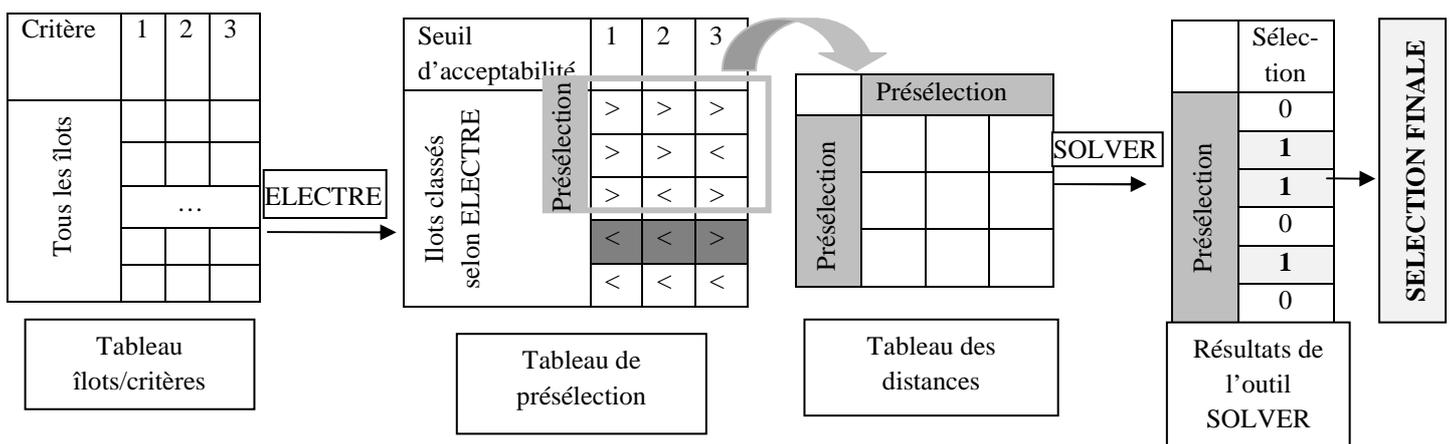


Figure 19: Etape de prise en compte de la connectivité, avec un scénario à 3 critères (1, 2, 3) qu'il faut maximiser. L'acceptation se fait tant que 2/3 critères sont supérieurs aux seuils d'acceptabilité (1, 2, 3).

Il est également possible d'intégrer à cette étape la qualité écologique de la matrice en remplaçant les distances du *tableau des distances* par les valeurs de résistances de l'espèce au milieu. Ce calcul tient compte de l'affinité de l'espèce avec le milieu par l'intermédiaire de coefficient de résistances. Le détail de ce principe est développé en 1.4.4.

4.2.4. Vers une modélisation de l'évolution du réseau d'îlots

Une modélisation temporelle des îlots nous permettrait d'avoir une représentation dans X années du réseau, très utile dans la phase d'évaluation : le réseau répondra-t-il au scénario dans X années ?

Aujourd'hui il n'existe pas de modèle de simulation permettant une visualisation des stades de sénescences et de la mortalité naturelle. C'est pour palier à cette lacune qu'une coopération avec l'INRA d'Avignon, en particulier avec M. Dreyfus, a débuté au cours de cette étude. Le modèle de CAPSIS peut simuler l'évolution de certaines essences du Ventoux (Hêtre, Pin noir...) jusqu'à un certain point. En effet le modèle ne peut pas faire pousser les arbres au delà de 150 ans, ni les faire mourir ou évoluer le bois mort, ni simuler l'apparition des microhabitats. Si ce modèle montre ses limites, des extensions adaptées à ces problèmes sont aujourd'hui dans les projets futurs de la recherche.

Nous avons donc amorcé une seconde réflexion, adaptée au contexte des îlots de sénescence. Nous pensons faire évoluer, dans la mesure du possible, chacun des paramètres de l'îlot. La réflexion sur cette évolution des paramètres est synthétisée dans le tableau 13.

Critères	Indicateurs	Evolution	
		A court terme (<100 ans)	A long terme (>100 ans)
Richesse spécifique	L'habitat forestier est-il patrimonial ?	Pas de changement	Changements possibles selon l'évolution du stade de la succession forestière
	Nombre d' essences indigènes présentes	Pas de changement	Changements possibles suivant le type de peuplement
Habitats	Nombre de milieux rocheux différents présents	Pas de changement	
	Nombre de milieux humides différents présents		
	Surface de milieux herbacés	Modélisation en fonction de la mortalité (trouée de chablis) et des aléas climatiques	
Indigénat	Part du couvert en peuplement indigène (%)	Pas de changement	Changements suivant l'évolution du stade de la succession forestière
Micro-habitats	Nombre de microhabitats différents sur arbres vivants	L'état des connaissances actuelles sur l'apparition des différents microhabitats ne permet pas de modéliser leur apparition ou leur évolution	
	Abondance des loges de pics (/ha)	Estimable en fonction de l'évolution du peuplement en essence, TGB et bois mort	
Complexité structurale	Structure du peuplement	Pas de changement	Tend vers une irrégularisation
	Surface terrière (m ² /ha)	Modélisable avec des logiciels comme CAPSIS, jusqu'à un certain point	
	Nombre de strate verticale	Augmentation du nombre de strates	Présence de toutes les strates
Maturité	Age estimé du peuplement	Linéaire en fonction du temps, en prenant en compte la mortalité et la régénération	
	Nombre de très gros bois vivants (TGB/ha)	Estimable avec l'âge et le taux d'accroissement, déjà modélisé par des logiciels comme CAPSIS	
	Volume de bois mort (m ³ /ha)	Estimable avec le nombre de TGB, la mortalité et la vitesse de décomposition des essences	
	Nombre de stades de décomposition présents	Modélisable avec le volume de bois mort et la vitesse de décomposition.	
Dynamique	Stades de succession forestière	Pas de changement	Les stades pionniers tendent vers le stade climacique. Lors de grandes trouées (aléa climatique), retour au stade pionnier
	Phases de la sylvigénèse présente	Augmentation des phases de maturité et d'écroulement	Tend à la présence de toutes les phases de la sylvigénèse
Continuité spatiale	Superficie boisée autour de l'îlot	Supposée inchangée	Difficile à estimer, mais peut être supposée inchangée ou en augmentation suivant la tendance actuelle
Ancienneté	Continuité de l'état boisé	Linéaire en fonction du temps	
Empreinte moderne >1950	Date de la dernière coupe	Linéaire en fonction du temps	
Empreinte potentielle pour les 50 ans à venir	Estimation de la valeur des bois	Pas de changement	Diminution de la qualité par absence de sylviculture
	Accessibilité à l'exploitation	Pas de changement	
	Nature des pressions potentielles sur l'îlot	Suppression de la pression d'exploitation, de défrichage et d'urbanisation	
Aspects pratique	Accessibilité du piéton jusqu'à l'entrée de l'îlot	Pas de changement	
Sécurité du public	Risque lié aux vieux arbres	Estimable à partir du nombre de TGB et de la présence d'arbres matures et sénescents	
	Risque lié à la topographie	Pas de changement	
Utilité de la parcelle	La parcelle a-t-elle des qualités particulières pour les pratiques suivantes ?	Suppression des pratiques de production de ressources, augmentation des valeurs patrimoniale, scientifiques, d'éducation à la nature et de biodiversité	

Tableau 13: Synthèse des premières réflexions sur la modélisation de l'évolution des indicateurs

La plupart des indicateurs de la fiche îlot sont modélisables à partir des données de la bibliographie. Les données disponibles sur les essences ne sont pas équivalentes. En effet, l'écologie et la dendrométrie de certaines essences sont bien étudiées et désormais relativement connues, comme par exemple le hêtre ou le pin noir. D'autres essences sont moins bien connues, comme par exemple le chêne vert ou le pin d'alep. Ainsi, la modélisation de l'évolution d'îlots composés d'essences connues, semble aujourd'hui possible, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour la modélisation d'îlot d'essences peu étudiées.

4.2.5. Au-delà de l'outil îlot : généralisation pour réseau de conservation

Nous avons choisi de tester la méthode en ne considérant qu'un seul outil de conservation, l'îlot de sénescence, sans prendre en compte ni envisager d'autres outils de conservation possible (arbres bio, réserves biologiques intégrales, consignes de sylviculture ...) et leur complémentarité, même si certains d'entre-deux existaient dans le massif du Mont-Ventoux

Par exemple, les « arbres bio » peuvent constituer des micro-écosystèmes présentant des caractéristiques de maturité (GB, micro habitat puis bois mort) intéressantes. Ces points pourraient servir de pas japonais pour certaines espèces (voir 1.4.4) et permettraient d'améliorer la connaissance de la matrice. Pour les prendre en compte, il faudrait les décrire avec précision (diamètre, présence de microhabitat...) et les géo référencer. Nous pourrions d'autre part proposer le classement en arbre bio à des places stratégiques lorsque que l'on note des problèmes de connectivité entre deux îlots.

Les zones à haute naturalité de grandes surfaces (comme les RBI, RBD etc) sont des lieux de survie d'espèces ayant un grand domaine vital. Les îlots de sénescences peuvent représenter des lieux de passage de ces espèces vers d'autres réserves.

La connaissance précise des espèces présente dans les réserves et de leurs caractéristiques écologiques permettrait d'améliorer considérablement la transcription des besoins écologiques des espèces. En effet, si certaines d'entre elles ont un domaine vital trop grand pour se trouver dans les îlots, la plupart des espèces présentes en RBI sont également celles dont la préservation est visée par la mise en place des îlots de sénescence.

4.2.6. Vers un partage des connaissances établies par cette étude.

Les deux stages de 2011 et 2012 ont permis de mettre en place une méthodologie sur un exemple concret : le massif du Ventoux. Cette application nous a permis d'une part de cibler les lacunes de cette méthode et de proposer des solutions, mais également de créer un site de terrain permettant d'illustrer la méthodologie mise en place. Ces deux éléments pourront alimenter les discussions avec les personnes intéressées par cette méthode et même potentiellement servir de base de formation si ces personnes envisageaient d'utiliser cette méthode.

Conclusion

La méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence élaborée et expérimentée dans le massif du Ventoux nous a permis de répondre aux différentes questions que nous nous étions initialement posées: i) Comment définir les objectifs et les contraintes du réseau d'îlot ? ii) Comment déterminer le réseau le plus pertinent pour répondre à ces enjeux ?

Dans le but d'aider les acteurs, dans la suite du travail engagé par Parrot (2011), nous avons créé un outil d'aide à la décision ad hoc : il est aujourd'hui opérationnel. A partir de discussions entre l'ONF, le SMAEMV, le WWF et les nombreux naturalistes sollicités, nous avons développé puis appliqué un outil d'aide à la décision de portée générale et avons fait émerger un scénario cohérent avec les différents enjeux du massif du Ventoux. Un réseau d'îlot de sénescence en adéquation avec ce scénario est proposé. Ce résultat, encore en discussion avec les acteurs, pourrait être mis en place dans la réalité, au fil des révisions d'aménagement et des négociations avec les communes.

Cette étude sur le massif du Ventoux a permis d'expérimenter la méthodologie dans un contexte particulièrement diversifié et contrasté. La typologie élaborée nous a montré cette variabilité des qualités écologiques du massif. La matrice des boisements et les îlots d'essences exotiques présentent des qualités écologiques relativement faibles mais de bons revenus financiers. Certains îlots, notamment dans les peuplements de sapin, présentent des caractéristiques écologiques proches des hauts lieux de naturalité méditerranéens. Les îlots à fort potentiel pour la biodiversité (hêtre, sapin, pins à crochet ...) ne présentent souvent pas d'enjeux économiques car souvent peu accessible à l'exploitation moderne.

La mise en œuvre d'un réseau d'îlots de sénescence paraît adapté à des conditions écologiques diversifiées et contrastées. La méthode mis en œuvre permet de bien évaluer et hiérarchiser l'intérêt de chaque îlot et de discuter la notion de réseau. Simplifié pour la gestion courante, elle est prête à être dupliquée dans des contextes différents ; l'outil d'aide à la décision permettra d'obtenir des scénarii adaptés à différents enjeux.

Des questions intéressant le gestionnaire demeurent toutefois et pourrait affiner la réflexion :

- Le réseau d'îlots de sénescence obtenu permet-il une connectivité suffisante pour toutes les espèces saproxyliques peu mobiles ? L'évaluation de la connectivité du réseau ainsi que de sa prise en compte par les distances entre îlots apparaissent perfectibles. Des pistes d'amélioration de ces aspects ont été proposées, mais sont à développer.
- Comment va évoluer à terme ce réseau d'îlots ? Est-ce un facteur déterminant à prendre en compte ? Le réseau gagnera-t-il en qualité écologique avec le temps ? Une modélisation de l'évolution des îlots a été amorcée et devra être approfondie afin d'améliorer l'évaluation à long terme de l'intérêt du réseau d'îlots de sénescence ;
- Enfin, dans quelle mesure un traitement plus proche de la nature dans la matrice peut également améliorer la conservation ? Comment trouver le meilleur compromis entre amélioration des sylvicultures dans la matrice et mise en œuvre d'une surface en îlot ou réserve ? Comment les multiples outils dont dispose le gestionnaire peuvent ils être mis en synergie, plutôt que développés séparément ? Dans le contexte du Ventoux, très contrasté entre peuplements exotiques et réguliers valorisés et îlots feuillus sans valeur économique, des

éléments complémentaires d'analyse ont été proposés lors de cette étude. Ils restent toutefois à les appliquer et à les tester sur le terrain. Cette question gagnerait également à donner lieu à des développements dans des contextes moins contrastés que le Ventoux.

La question de mise en place de réseau d'îlot de vieux bois étant au cœur de l'actualité forestière (ONF, 2009), la méthode développée a déjà suscité l'intérêt et a été partagée au niveau national lors de la réunion de juin 2012 des réserves de biosphère (MAB). De plus, la standardisation de la méthode et l'application à d'autres sites d'étude permettraient des comparaisons à des contextes, enjeux et expériences différentes. Le Mont Ventoux, en tant que premier lieu d'expérimentation de la méthodologie, pourrait servir de base pour une communication de la méthode, voire de formation pour les personnes intéressées.

Références bibliographiques

- Allag-Dhuisme F., Amsallem J., Barthod C., Deshayes M., Graffin V., Lefeuvre C., Salles E. (coord), Barnetche C., Brouard-Masson J, Delaunay A., Garnier CC, Trouvilliez J., 2010. *Choix stratégiques de nature à contribuer à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques – premier document en appui à la mise en oeuvre de la Trame verte et bleue en France*. Proposition issue du comité opérationnel Trame verte et bleue. MEEDDM ed. 76 pages
- Ball I.R., Lindenmayer D.B., Possingham H.P 1999: *A tree hollow dynamics simulation model*. Forest Ecology and Management, Volume 123, Issues 2–3, 8 November 1999, Pages 179-194
- Bennett A.F. 1998. *Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. UICN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 254 pages.
- Berthoud G. 2010 *Guide méthodologique des réseaux écologiques hiérarchisés, dix années d'expérience en Isère*. Rapport. 139 pages.
- Berthoud G., Lebeau R. P., Righetti A. 2004. *Réseau écologique national REN. Rapport final*. Cahier de l'environnement no 373. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne.132 p.
- BOBIEC, A.; GUTOWSKI, J.M.; LAUDENSLAYER, W.F.; PAWLACZYK, P.; ZUB, K. 2005: *The afterlife of a tree*. WWF Poland, Bialystok, Poland, 252 pages.
- Bricaud O. 2010. *Les lichens des forêts de la région méditerranéenne française et leur relation avec la continuité écologique des boisements*. Rapport WWF, Marseille, 118pages
- Cinotti B. 1996, *Évolution des surfaces boisées en France : proposition de reconstitution depuis le début du XIXe siècle*, Revue forestière française, Vol. XLVIII (6), pages 547-562
- CRPF Midi-Pyrénées, 2002. *La voirie Forestière L'écho des forêts* N° 36 NOV. 2002, 4p
- Dautier N., 2007, *Le reboisement du Ventoux au XIXe siècle: réactions et conflits, forêt méditerranéenne* t. XXVIII, n° 4, pages 327-332.
- Dupouey J.L., Sciamia D., Koerner W., Dambrine E., Rameau J.C., 2002 *Végétation des forêts anciennes*, Revue Forestière Française 2002 numéro 6. 12 pages.
- ECONNECT 2010. *Alpine biodiversity needs connectivity, les résultats du projet ECONNECT*. Rapport 65 pages.
- Friedli J.M., Guerdat D., Eschmann P. 2008. *Conservation d'îlots de vieux bois (îlots de sénescences)*, rapport explicatif. 15 pages.
- GOSSELIN F., NAGELEISEN L-M. et BOUGET C. 2004 - *Réflexions pour mieux gérer le bois mort en faveur de la biodiversité* - Forêt entreprise, n° 438, pages 26-29.
- Harang K., Mietton L., Mornat G., Rebel C., *Création de réseau écologique*, Rapport Agroparistech-ENGREF, 33 pages.
- Hermey M, Verheyen K, 2007. *Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity*. Ecological Research 22: 361-371
- IFN, 2010, *Indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaine*. Rapport, 202 pages
- KRISTO O.2011., *Inventaire des vieilles forêts de l'Isère. Mise en place d'un protocole d'étude et application sur une zone test*, Rapport de fin d'étude ENSAT, 62 pages + annexes.
- Lachat T., Bütler R. 2007 *Gestion des vieux arbres et du bois mort Îlots de sénescence, arbres-habitats et métapopulations saproxyliques* 87 p.
- Laporte M. 2008, *Le bois mort, source de vie*. Notre forêt n°43, 1 page
- Larrieu L., Brustel H., Cabanettes A., Corriol G., Delarue A., Harel M., Loireau J.N., Sarthou J.P., 2007, *Impact de l'anthropisation ancienne sur la biodiversité d'un habitat de hêtraie-sapinière*

Larrieu L., Cabanettes A., Delarue A. 2011. *Impact of silviculture on dead wood and on the distribution and frequency of tree microhabitats in mountain beech-fir forests of the Pyrenees*, European Journal of Forest Research, Volume 131, Number 3 (2012), 773-786, DOI: 10.1007/s10342-011-0551-z, 14 p.

Lindenmayer D. B., Fischer J., Felton A., Montague-Drake R., Manning A. D., Simberloff D., Youngtob K., Saunders D., Wilson D., Felton A. M., Blackmore C., Lowe A., Bond S., Munro N. and Elliott C. P., 2007 *The complementarity of single-species and ecosystem-oriented research in conservation research*, Oikos, Volume 116 Issue 7, pages 1220–1226.

LOOSE D., 2011, *Une nouvelle approche par la fragmentation urbaine et les perturbations*. Exposé
Luyssaert S., Schulze E. D., Börner A., Knohl A., Hessenmöller D, Law B. E., Ciais P., Grace J *Old-growth forests as global carbon sinks*, Nature 455, 213–215. 3 pages.

Morge A. 2011, *Approche psychosociale de la représentation sociale, des perceptions et du sentiment de nature inspirés par le Bois de Païolive (Ardèche)*. Rapport WWF Marseille, 64 pages

Odum E.P., 1969, *The Strategy of Ecosystem Development*. Science, New Series, Vol. 164, No. 3877. (Apr. 18, 1969), pp. 262-270

Olson D.H., Burnett K.M., 2009 *Design and management of linkage areas across headwater drainages to conserve biodiversity in forest ecosystems*. Forest Ecology and Management. 10 pages

ONF, 2009. *Note de service n° NDS-09-T-310, relative aux Ilots de vieux bois*. Note de service

ONF, 2011. *Qualigouv - îlots de sénescence en forêt publique*. Rapport

PACA, Préfet de la Région. 2011 - *Arrêté N°183 du 30 mai 2011 définissant les conditions d'éligibilité et de financement de la mesure F227-12 favorisant le développement de bois sénescents* –

Parc National des Cévennes, 2005. *Objectifs, définition et mise en œuvre des îlots de sénescence dans le Parc National des Cévennes* 3 p.

Parrot M., 2011 *Vers une méthodologie de mise en place d'un réseau d'îlots à haute naturalité. Application dans le massif forestier du Mont Ventoux*. Mémoire de fin d'étude FIF-ENGREF, 71 p + annexes.

Ranius T., 2000 *Minimum viable metapopulation size of a beetle, Osmoderma eremita, living in tree hollows*. Animal Conservation.

Ranius, T., Hedin J., 2001. *The dispersal rate of a beetle, Osmoderma eremita, living in tree hollows*. Oecologia, 126(3): 363-370.

Rosenberg D.K. ; Noon B.R; Meslow E.C. 1997. *Biological Corridors: Form, Function, and Efficacy*. BioScience, Vol. 47, No. 10

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*, mémoire de fin d'étude FIF-ENGREF, .

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

Vallauri D., et al. 2005. *Bois Mort et à cavités, une clé pour les forêts vivantes*. Editions Tec & Doc, Paris, 405p.

Wessel S.J. 2005 *Biodiversity in Managed Forests of Western Oregon: Species Assemblages in Leave Islands, Thinned, and Unthinned Forests*. Rapport de Master, 74 p.

Listes des contacts

Réflexions tout au long du stage sur le sujet et ses applications

Personne contactée	Organisme	Numéro	Adresse	Courriel
Max Bruciamacchie	ENGREF	03 83 39 68 51	14 rue Girardet 54000 Nancy	max.bruciamacchie@agroparistech.fr
Olivier Delaprisson	ONF Vaucluse	04 90 65 60 29	Maison forestière des Cèdres 84410 Bedoin	olivier.delaprisson@onf.fr
Jeanne Dulac	ONF Bouche-du- Rhône et Vaucluse	04 90 89 27 77	1175 Chemin Lavarin 84000 Avignon	jeanne.dulac@onf.fr
Ken Reyna	SMAEV	04 90 63 22 74	830 avenue du Mont Ventoux 84200 Carpentras	ken.reyna@smaemv.fr
Anthony Roux	SMAEV	04 90 63 22 74		anthony.roux@smaemv.fr
Daniel Vallauri	WWF-France	04 96 11 69 40	6 rue des Fabres 13001 Marseille	dvallauri@wwf.fr
Magali Rossi	WWF-France			mrossi@wwf.fr

Entretiens avec des naturalistes pour la transcription écologiques des besoins des espèces présentes sur le Ventoux

Taxon concerné	Personne contactée	Organisme	Numéro	Adresse	Courriel
Flore	Michel Vennetier	Cemagref- Irstea	04 42 66 99 22	Le Tholonet - BP31 13612 Aix en Provence	michel.vennetier@cemagref.fr
	Frédéric Médail	Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie,	04 42 90 84 06	Aix-Marseille Université, F-13545 Aix-en-Provence, France.	frederic.medail@imbe.fr
	Julien Baret	BIODIV Ecologie Appliquée		26, avenue Jean Moulin 13100 Aix en Provence	julien.baret@bio-div.net
	Katia Diadema	CBNMED	04 97 21 25 12	Villa Thuret 90, chemin Raymond 06160 Antibes - Juan-les-Pins	k.diadema@cbnmed.fr
	Virgile Noble	idem	04 94 16 61 46	idem	v.noble@cbnmed.fr
Lichen	Olivier Bricaud	Association française de lichénologie	04 90 78 78 31	2977 route des Taillades 84250 Le Thor	bricaud.olivier@free.fr
Fonge	Franck Richard	CEFE-CNRS	04 67 12 32 62	1919 route de Mende 34293 Montpellier	franck.richard@cefe.cnrs.fr
Avifaune	Jacques Blondel	CEFE-CNRS	04 90 96 24 51	1919 route de Mende 34293 Montpellier	jacques.blondel@cefe.cnrs.fr
	Alain Ladet	FRAPNA Ardèche		39 rue J-L Soulavie 07110 Largentière	alain.ladet@wanadoo.fr
Chiroptère	Emmanuel Cosson	GCP	04 86 68 86 28	Rue Villeneuve 04230 Saint Etienne les	emmanuel.cosson@gcprouvence.org

				Orgues	
Reptile - batracien	Marc Cheylan	EPHE	04 67 61 32 94	1919 route de Mende 34293 Montpellier	marc.cheylan@cefe.cnrs.fr
Entomofaune	Hervé Brustel	Ecole d'Ingénieur de Purpan	05 61 15 30 31	75 voie du Toec 31076 Toulouse	herve.brustel@purpan.fr
	Benoît Dodelin	Profession libérale	04 72 70 89 07	40 avenue Jean Jaurès 69007 Lyon	benoit.dodelin@laposte.net

Tables des annexes

Annexe 1 : Données thermométriques du mont Ventoux.....	72
Annexe 2 : Exemple d'un tableau de transcription des besoins écologiques des espèces en caractéristiques des écosystèmes pour le groupe « flore »	73
Annexe 3 : Outil de sélection des objectifs du scénario	76
Annexe 4 : Fiche de terrain utilisée pour les relevés 2012.....	77
Annexe 5 : Fiche de synthèse des résultats utilisés pour les relevés 2012	81
Annexe 6 : Liste des espèces protégées répertoriées comme potentiellement présente sur le Ventoux avec leurs différents statuts de protection	82
Annexe 7 : Variation de la répartition des modalités des indicateurs dans le contexte du Ventoux	84
Annexe 8 : Caractérisation des axes de l'AFC	87
Annexe 9 : Fiches de description des différents groupes de la typologie des îlots potentiels du Mont Ventoux.	90
Annexe 10 : Classement final obtenu pour le scénario	101
Annexe 11 : fiche « îlot du Mont Ventoux simplification ».....	103
Annexe 12 : Fiche « îlot-scénario du Mont Ventoux »	105
Annexe 13: Fiche « îlot – générale ».....	107
Annexe 14 : Proposition d'une « fiche matrice » pour la caractérisation de la matrice par le protocole de relevé linéaire	110

Annexe 1 : Données thermométriques du mont Ventoux

Données thermométriques de 1992 à 2001

Poste	Altitude (m)	Température moyenne annuelle (°C)	Moyenne du mois le plus chaud (°C)	Moyenne du mois le plus froid (janv.) (°C)	Amplitude (1) (°C)	Durée de la saison de végétation (2)
Savoillan	520	11,0	19,8 (juil.)	3,2 (déc.)	41,3	15.03/10.11
Bédoin	1 455	8,2	17,0 (août)	1,6 (janv.)	35,8	15.04/31.10

(1) Différence entre la moyenne des maximums du mois le plus chaud et la moyenne des minimums du mois le plus froid

(2) Jours de température moyenne supérieure à 5 °C

Annexe 2 : Exemple d'un tableau de transcription des besoins écologiques des espèces en caractéristiques des écosystèmes pour le groupe « flore »

espèce ou habitat		Hiérarchisation des critères : exigences ou préférences de l'espèce ou du groupe d'espèces en terme de...															poids		
		Diversité					Naturalité					Empreinte humaine							
		Diversité des essences	Habitats forestiers	Milieus rocheux	Milieus humides	Milieus herbacés	Micro-habitats des arbres	Indigénat	Structure du peuplement	Stratification verticale	Gros bois vivants	Bois mort	Dynamique	Continuité spatiale	Ancienneté	Sensibilité aux incendies		Sensibilité à l'exploitation	Sensibilité à la chasse sensonne au changement climatique	sensibilité au pâturage	Sensibilité à la fréquentation
<i>muguet</i>			2				2				1	2	2		1		1		2
<i>pic noir</i>		1	1				1	2	1	2	2				1				
<i>osmoderma</i>						2				2		2							
<i>rosalie</i>			2				1			2									
Androsace de Chaix	Androsace chaixii	2	2				2	1	1	1				1	1				
Ancolie de Bertoloni	Aquilegia bertolonii		1	1		1	2	2	2										
Cardamine à sept folioles	Cardamine heptaphylla	1	1	1			2	1	1					1	1	1			
Céphalantaire à grande feuille	Cephalentera damasonium	1	2				2								1				
Houx	Ilex aquifolium	1	2					2						1					
Lathrée écailleuse	Lathraea squamaria	1	2		2		1	2	2					2		2			
Spéculaire de Castille	Legousia scabra			2		1			2						1				
Lis martagon	Lilium martagon	1	2				2	2	1					1	1				
Mélampyre du Dauphiné	Melampyrum vaudense	1	2					2	1										
Néottie Nid d'oiseau	Neotina nidusavis	1	2				1	2						1					
Orchis pâle	Orchis pallens	1	2																
If commun	Taxus baccata	1	2				1	1						1	1				
Fougère mâle	Dryopteris filix-mas		1	1												0			
bilan critères																			
paramètres et importance des critères																			

Exemple

Onglets de détail des critères discriminants :

- Onglet diversité des essences

espèce (liste déroulante)	essence(s) préférentielle	essence(s) tolérée	essence(s) non tolérée	mélange d'essences (+ favorable,- défavorable ou 0 indifférente)		
				résineux	feuillus	mélange r/f
Androsace de Chaix	Hêtre	Sapin blanc			+	+

- Onglet habitat forestier

espèce (liste déroulante)	habitat forestier préférentiel (liste)	Habitat toléré ou alternatif	surface nécessaire	tolérance à la fragmentation(indifférente, peu sensible, sensible, très sensible)	micro-climat ou micro-topographie préférentielle
Androsace de Chaix	41.175			peu sensible	
Céphalantaire à grande feuille	41.175 et 41.71	42.59			
Houx	41.175 et 41.71	42.59			
Lathrée écailleuse	41.71	41.711B			fond de vallon encaissé
Lis martagon	41.175 et 41.71				
Mélampyre du Dauphiné	41.175 et 41.71				
Néottie Nid d'oiseau	41.175 et 41.71 et 42.59				
Orchis pâle	41.175				
If commun	41.175 et 41.71	ripisylve			

- Onglet milieux rocheux

	milieu rocheux	type d'usage	distance requise entre l'habitat rocheux et le peuplement forestier en question
Spéculaire de Castille	rocailles		

- Onglet milieux humides

espèce (liste déroulante)	milieu humide	type d'usage	distance requise entre l'habitat humide et le peuplement forestier en question
Lathrée écailleuse	rivière ou ruisseau		10 -100 m

- Onglet indigenat

espèce (liste déroulante)	Archéo-phytes	Néophyte					Indigènes français, non indigène au Ventoux				
	Châtaignier	Sapin de Céphalonie	Sapin de Nordmann	Sapin de Numidie	Sapin d'Espagne, Pinsapo	Pin noir d'Autriche	Cèdre de l'Atlas	Méleze d'Europe	Epicéa commun	Pin laricio de Corse	Pin Cembro
Androsace de Chaix	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ancolie de Bertoloni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cardamine à sept folioles	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lis martagon	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Onglet structure du peuplement

espèce (liste déroulante)	structure(s) horizontale(s) préférentielle(s) (taillis, mélange futaie/taillis, futaie régulière, futaie irrégulière)	structure(s) tolérée(s)
Ancolie de Bertoloni	bois clair	
Lathrée écailleuse	mélange futaie/taillis	
Houx	futaie irrégulière	
Lis martagon	futaie	
Mélampyre du Dauphiné	futaie	
Néottie Nid d'oiseau	futaie	

- Onglet stratification

espèce (liste déroulante)	strates considérées (I indispensable, + favorable, 0 indifférente, - défavorable)						
	muscinale	herbacée	sous-arbustive	arbustive basse	arbustive haute	arborescente basse	arborescente haute
Ancolie de Bertoloni							-
Lathrée écailleuse				+	+		
Spéculaire de Castille	-		-	-	-	-	-

Annexe 3 : Outil de sélection des objectifs du scenario

Onglet	Volet	Critère	Sous critère
Ecologique	Naturalité	Richesse spécifique	Habitat forestier
			Arbres: nombre d'espèces indigènes
		Habitat	Milieux rocheux
			Milieux humides
			Milieux herbacés
		Microhabitat	Microhabitats des arbres vivants
			Loge de Pics
		Indigénat	Part du couvert en peuplement indigène
		Complexité structurale	Structure du peuplement
			Surface terrière
			Stratification verticale
		Maturité	Age estimé du peuplement
			Nombre de GB vivants
			Volume de bois mort
			Stades de décomposition présents
		Dynamique	Stades de succession forestière
			Phase de la sylvigénèse
		Continuité spatiale	% d'îlot sur la surface forestière
	Taille des îlots		
	Distance entre les îlots		
	Couvert autour de l'îlot		
	Ancienneté	Continuité de l'état boisé	
	Empreinte humaine passée	Empreinte passée	
	Empreinte récente	Date de la dernière coupe	
	Empreinte future	Nature des pressions potentielles sur l'îlot	
	Espèces	Avifaune	27 espèces
		Bryophyte	3 espèces
		Fonge	à déterminer
Entomo		39 espèces	
Flore		15 espèces	
Lichen		26 espèces	
Reptiles batraciens		10 espèces	
Espèces protégées		57 espèces	
Groupes d'Espèces caractéristiques des forêts anciennes			
Economique	Manque à gagner économique	Perte immédiate - valeur des bois	
		Manque à gagner actualisé total	
	Contrainte d'exploitation accessibilité		
	% d'îlot sur la surface forestière		
Classement des îlots en Natura 2000			
Social	Sentiment de nature		
	Sécurité	Accessibilité	
		Risque lié aux vieux arbres	
		Risque lié à la topographie	
	Usage actuel de la parcelle (touristique, sportif etc.)	Randonnée	
		Chasse	
		Education	
Valeur culturelle, patrimoniale			
Art			
Gestion	Simplicité de gestion	Peu d'îlot mais de taille importante	
		îlots sur des parcelles très difficiles d'accès/non exploitées	
	% d'îlot sur la surface forestière		
Taille des îlots			

Nature (suite)										IN					
Microhabitats	11. Microhabitats des arbres vivants (cochez si présents)	Trou de pic/cavité vide (d>3cm)	1	Cavité à terreau (d>10 cm)/ bois carié(s>a4)	1	Charpentière ou cime brisée (d>20cm)	1	Cavité remplie d'eau (d>10cm)	1	2					
		Lianes ou épiphyte (>1/3 tronc ou houppier)	1	Décollement d'écorce/fente (l>1cm)	1	Bois mort dans le houppier (>20%)	1	Plage sans écorce(s>A4)	1						
		Cavité de pied	1	Champignon saproxylique coriace	1	Coulée de sève (résine exclue)	1		1						
	12. Loge de pics ³	Pointage :	0	0	0-5	5	5-10	7	>10	10					
Maturité	13. Age estimé du peuplement (cf AT tableau E)	Très jeune	0	Jeune	2	Adulte	5	Mature	7	Agé	10				
	14. Gros bois vivant (GB, par ha)	<1	0	1-5]	1	5-10]	3	10-20]	5	20-35]	7	35-50]	9	>50	10
		Pointage :													
	15. TGB vivants finançable Natura 2000 (par ha)	<1	0	1-5[3	5-10[7	≥10				10			
		Pointage essence 1	Pointage essence 2			Total (1 et 2)									
16. Volume de bois mort (>30 cm de Ø, m ³ /ha)	<1	0	1-5]	2	5-10]	3	10-20]	5	20-50]	7	> 50	10			
	Pointage :														
17. Stades de décomposition présents (cf AT tableau F)	1	2	3	4	5	18. Proportion de volume de bois mort au sol (sur bois mort total)				%	4				
	2	2	2	2	2										
Dynamique	19. Stades de succession forestière (cf. AT tableau G)	Pionnier	0	Post-pionnier	4	Intermédiaire	7	Complet			10				
	20. Phase de la sylvigénèse	Régénération	1	Croissance	1	Maturité	2	Vieillessement	3	Écroulement	3	5			
Continuité spatiale	21. Couvert autour de l'îlot	à remplir au bureau (SIG)													
Ancienneté	22. Continuité de l'état boisé	Milieu du XIX ^{ème} (carte de l'état major)						Après 1950			6				
		Labour, vigne, autre	0	Prairies, Pâture,	0	En limite de bois (< 100)	6	Bois	8	Bois		2	Autre	0	
Empreinte humaine										IN					
1800-1950	23. Empreinte passée	Note = 10 – Note (22. continuité de l'état boisé)													
Après 1950	24. Date de la dernière coupe	<20	10	20-40[	8	40-60[	6	Aucune période			0		
Pour les 50 ans à venir	25. Valeur des bois	Hauteur moyenne (découpe 30cm) m													
		Bois de chauffage (tous feuillus) ou résineux qualité papier			% (du volume)			Bois d'œuvre résineux qualité C		% (du volume)					
	26. Accessibilité (cf. AT Tableau H)	Très facile	10	Facile	7	Moyen	5	Difficile	3	Très difficile	0				
27. Nature des pressions potentielles sur l'îlot	Urbanisation	1	Exploitation de bois	1	Espèces envahissantes	1	Changement climatique	1	Incendie	1					
	Défrichement	1	Chasse et faune chassable	1	Fréquentation	1	Absence de protection effective	1	Aucune	0					
Usages et pratiques										IN					
Aspects pratiques	28. Accessibilité jusqu'à l'entrée de l'îlot	Inaccessible	0	Très difficile	2	Difficile	4	Moyenne	6	Facile	8	Très facile	10		
Risques	29. Risque lié aux vieux arbres	Faible			0	Moyen			5	Fort		10			
	30. Risque lié à la topographie	Faible			0	Moyen			5	Fort		10			
Utilité	31. La parcelle a-t-elle des qualités particulières pour les pratiques suivantes ?	Production de ressources	1	Valeur pour les cours d'eau	1	Chasse	1	Cueillette	1	Randonnée	1	Valeur culturelle, patrimoniale	1	7	
		Education à la nature	1	Valeur esthétique	1	Valeur pour le paysage	1	Valeur scientifique	1	Valeur pour la biodiversité	1	Autre	1		

⁵ Note (sylvigénèse) = Σ (notes phases) ⁶ Sommer les notes individuelles par date, sauf si dynamique régressive (la note est alors la note de la date la plus récente). ⁷ Note = Somme plafonnée à 10.

Classement en îlot Natura 2000 (Région PACA)

Classement en îlot :		- >10 tiges éligibles /ha - >30 m d'un sentier - La majorité des arbres du peuplement ont plus de 1,5 x l'âge d'exploitabilité						Note : 10 si les 3 critères sont réunis, 0 sinon	
Nombre d'arbre éligible (cf 15.)	catégorie 1	[0-5] 0	]5-10] 2	]10 -15] 4	]15-20] 6	]20-30] 8	>30 10	⁸	⁹
	catégorie 2	[0-3] 0	]3-6] 2	]6 -10] 4	]10-15] 6	]15-20] 8	>20 10	⁸	
	catégorie 3	[0-2] 0	]2-4] 2	]4 -7] 4	]7-10] 6	]10-15] 8	>15 10	⁸	

⁸ Reporter les notes des catégories présentes. ⁹ Note = moyenne

Avis et recommandations :

Intérêt du site :

Menaces/Enjeux :

Remarques :

Essences présentes	
Essences indigènes localement	Essences non indigènes
Alisier blanc	<i>Archéophytes</i>
Alisier torminal	Châtaignier
Aulne blanc	<i>Néophytes</i>
Aulne glutineux	Cèdre de l'Atlas
Chêne à feuilles rondes	Epicéa commun
Chêne kermès	Mélèze d'Europe
Chêne pubescent	Pin cembro
Chêne sessile	Pin laricio de Corse
Chêne vert	Pin maritime
Erable à feuilles d'obier	Pin noir d'Autriche
Erable champêtre	Sapin de Céphalonie
Erable de Montpellier	Sapin de Nordmann
Frêne élevé	Sapin de Numidie
Genévrier Cade	Sapin d'Espagne, Pinsapo
Genévrier de Phénicie	<i>Essences non indigène localement</i>
Hêtre	Charme houblon
Merisier	
<i>Orme</i>	
Peuplier blanc	
Peuplier noir	
Pin à crochets	
Pin d'Alep	
Pin sylvestre	
Poirier à feuilles d'amandier	
Sapin blanc	
Saule blanc	
Saule cendré	
Saule drapé	
Saule pourpre	
Sorbier des oiseleurs	
Tilleul à grandes feuilles	

Résineux (coefficient de forme=0.5) $V=0.5*\pi/4*d^2*H$

ø/HL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
35	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
45	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
50	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
55	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,1	1,2
60	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1	1,1	1,3	1,4
65	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,5	1,7
70	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9
75	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2
80	0,3	0,5	0,8	1	1,3	1,5	1,8	2	2,3	2,5
85	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,8
90	0,3	0,6	1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,2
95	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5
100	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9

Feuillus (coefficient de forme=0.7) $V=0.7*\pi/4*d^2*H$

ø/HL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
35	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
40	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
45	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1
50	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1	1,1	1,2	1,4
55	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,5	1,7
60	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
65	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3
70	0,3	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7
75	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1
80	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5
85	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
90	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4	4,5
95	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
100	0,5	1,1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5

Annexe 5 : Fiche de synthèse des résultats utilisés pour les relevés 2012



Identification	_____
	jj mm aa n°

Type de fiche	Ilot de sénescence
Nom de la forêt	

Synthèse des résultats

Tableau 1. Valeurs synthétiques et pour chaque critère (sur 10)					Note synthétique
Sentiment de nature					_____
Naturalité	Richesse spécifique	Habitats	Indigénat	Complexité structurale	Σ / 9
	_____	_____	_____	_____	
	Microhabitats	Maturité	Dynamique	Continuité	Ancienneté
Empreinte humaine	Empreinte passée 1800-1950	(1960 Empreinte contemporaine - aujourd'hui)	Empreinte potentielle (50 prochaines années)	Σ / 3	_____
	_____	_____	_____		
Usages et pratiques	Aspects pratiques	Sécurité	Utilités	Σ / 3	_____
	_____	_____	_____		

Tableau 2 : Classement Natura 2000		
Financement îlot	_____	_____
Financement arbres individuels	_____	_____

Minimum 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Maximum

Figure 1 : Sentiment de Nature

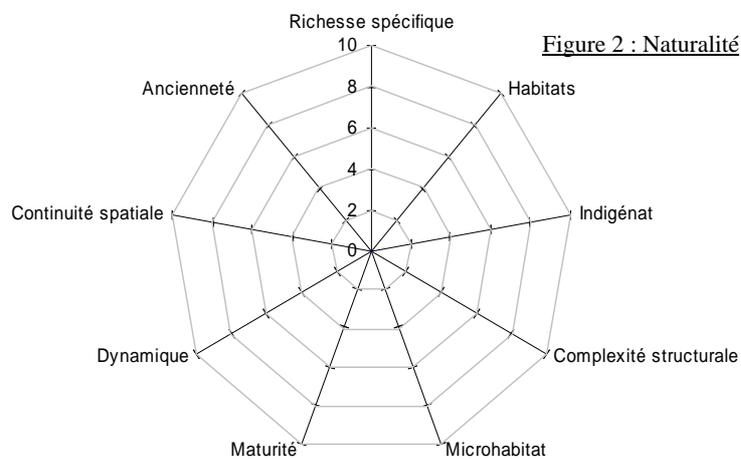


Figure 2 : Naturalité

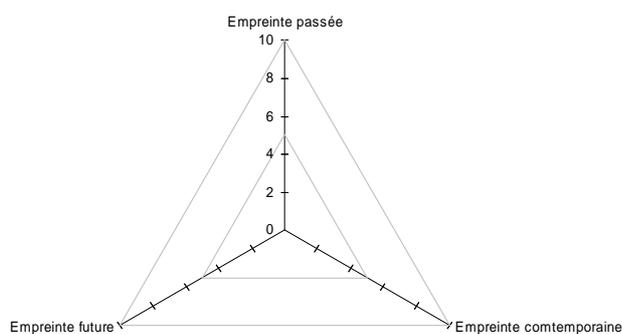


Figure 3 Empreinte humaine

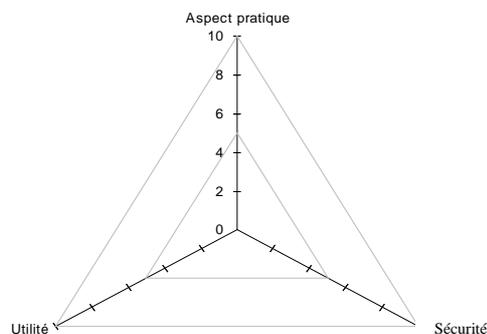


Figure 4 : Usage et Pratique

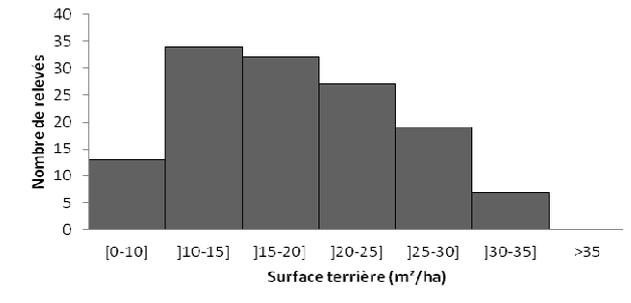
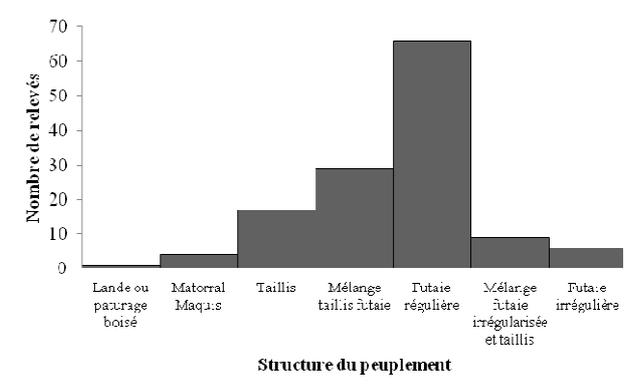
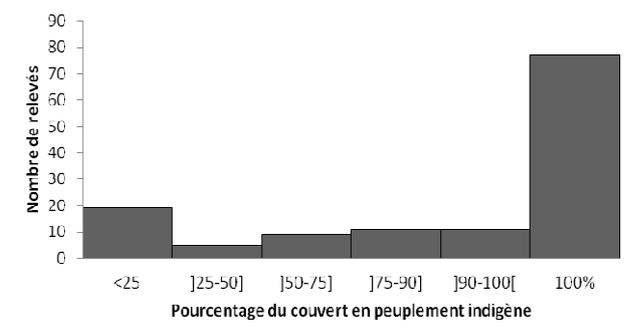
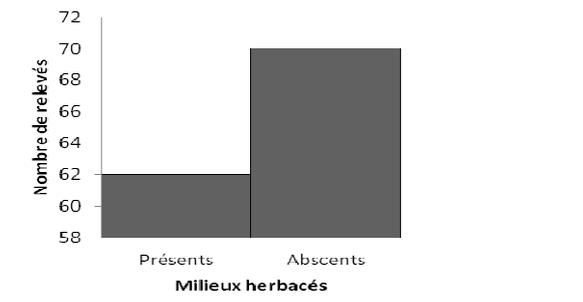
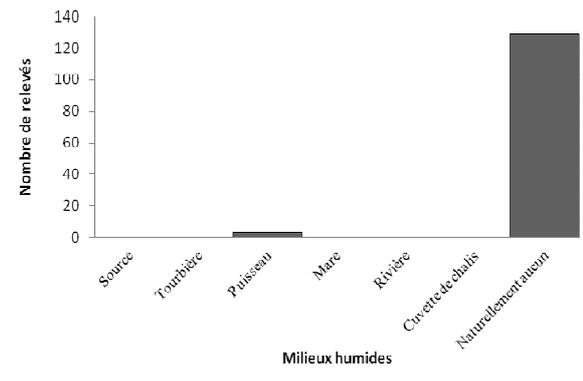
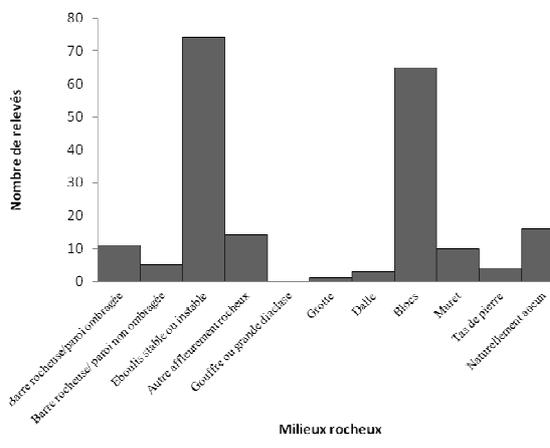
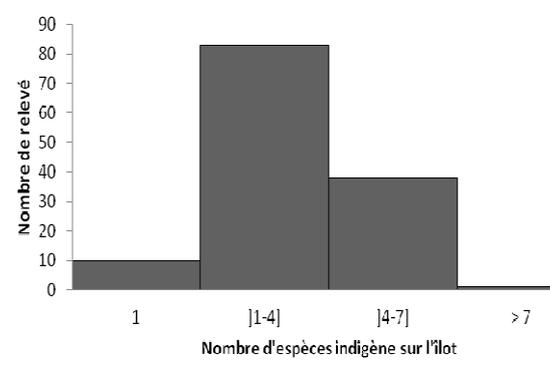
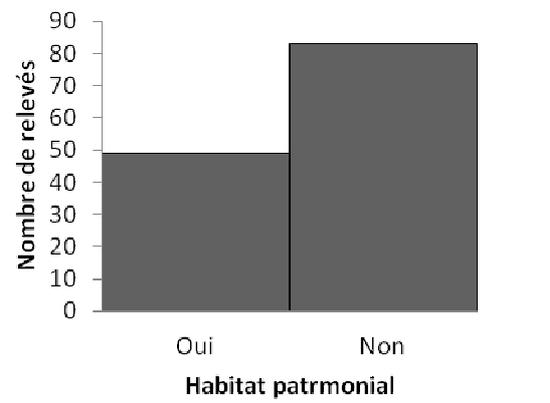
Avis et recommandations

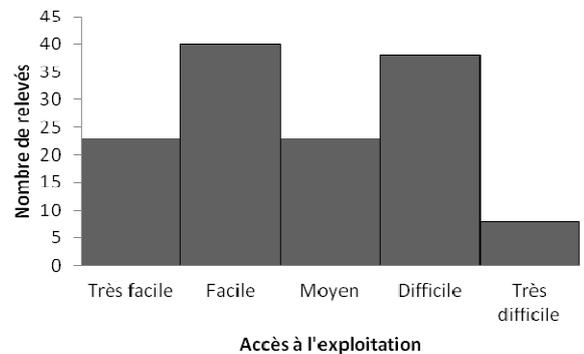
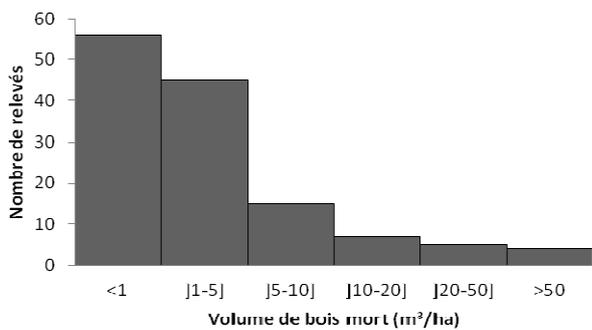
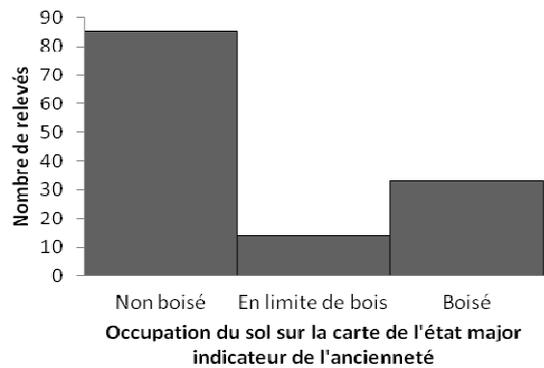
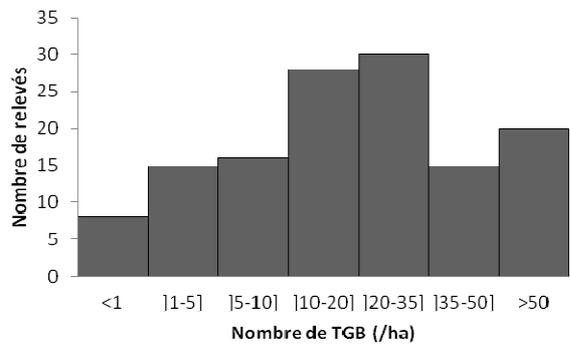
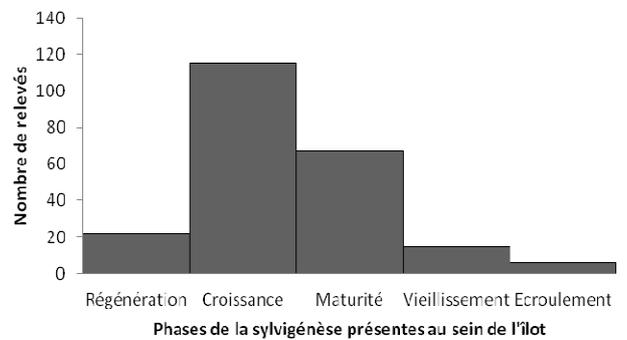
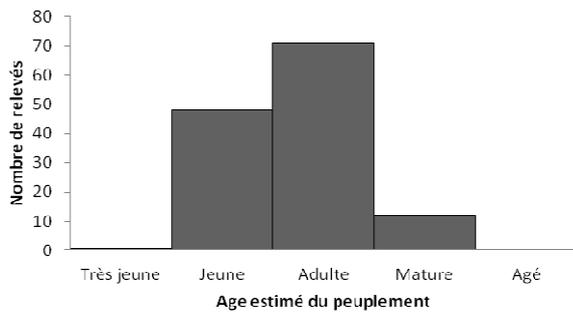
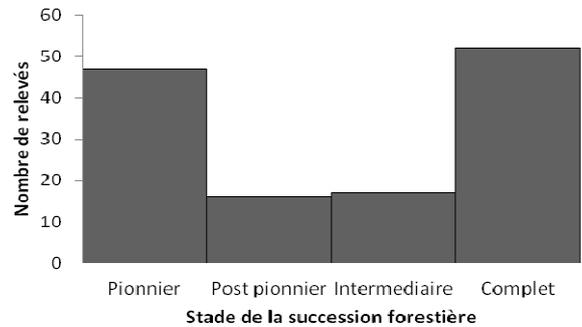
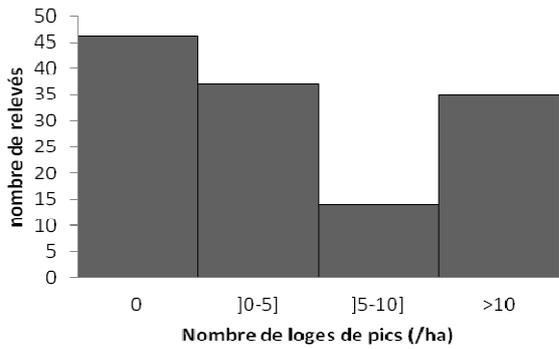
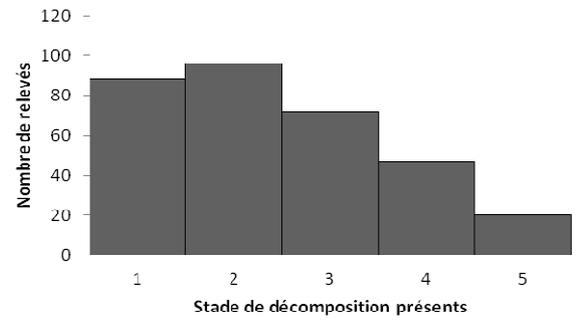
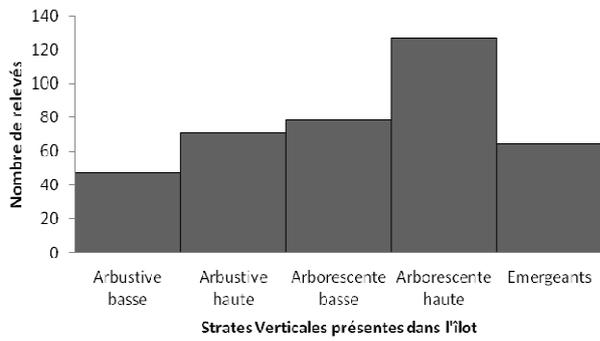
Annexe 6 : Liste des espèces protégées répertoriées comme potentiellement présentes sur le Ventoux, avec leurs différents statuts de protection

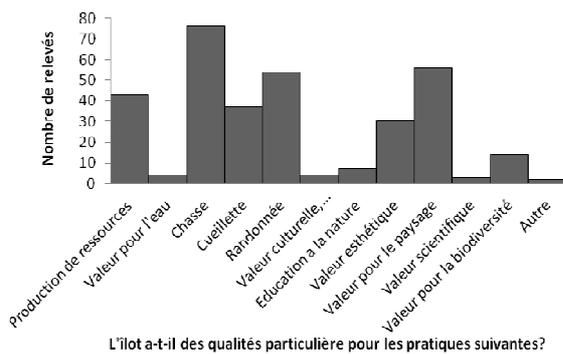
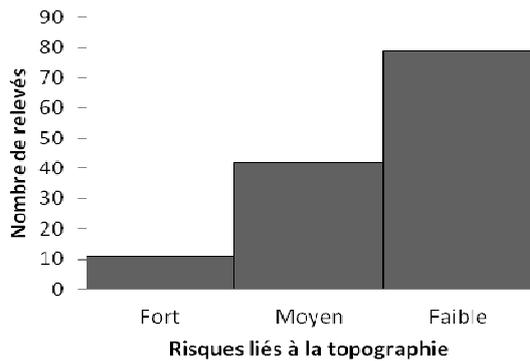
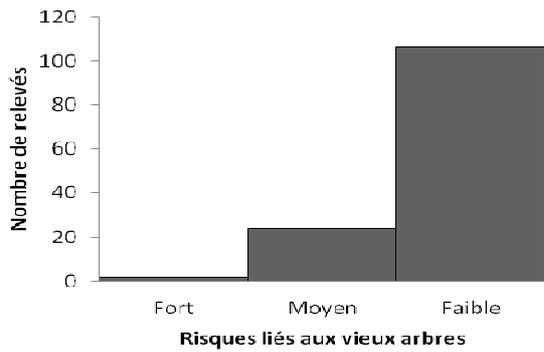
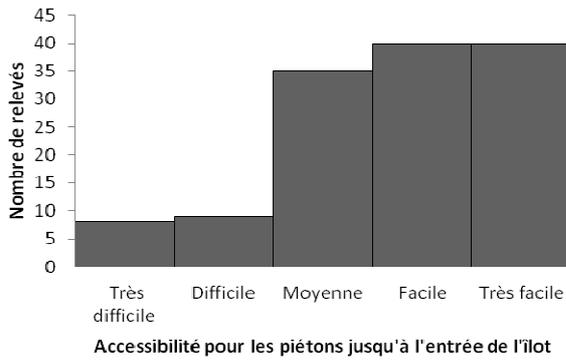
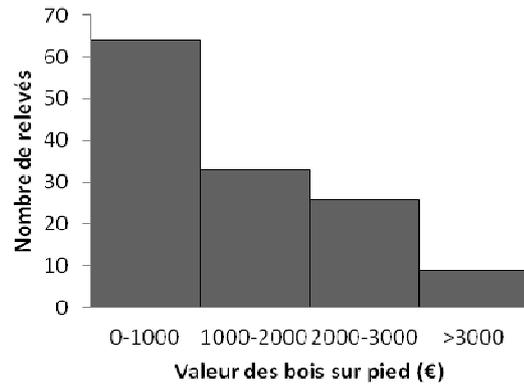
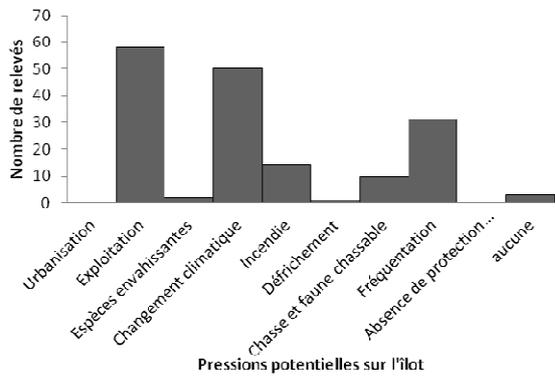
	NOM	Total des protections (départementales, régionales, nationales, internationale)		Total des protections sur le Ventoux	Amphibiens et Reptiles protégés	CITES (Convention de Washington)	Convention de Berne	Convention de Bonn	Directive Habitats-Faune-Flore	Directive Oiseaux	Espèces végétales en région PACA	Insectes protégés	Mammifères protégés Arrêté du 23 avril 2007	Oiseaux protégés Arrêté du 29 octobre 2009	Vertébrés menacés d'extinction	Règlement communautaire CITES	Espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire	Espèces végétales dans le département Alpes-de-Haute-de-Provence
AMPHIBIENS	Bufo bufo	2	2	1			1											
	Hyla meridionalis	3	3	1			1		1									
	Rana temporaria	4	3	1			1		1									
	Salamandra salamandra	2	2	1			1											
AVIFAUNE	Accipiter gentilis	4	4					1		1				1		1		
	Aegolius funereus	3	3							1				1		1		
	Aquila chrysaetos	4	4					1		1				1		1		
	Bubo bubo	3	3							1				1		1		
	Burhinus oedicephalus	4	4				1	1		1				1				
	Caprimulgus europaeus	5	5		1		1			1				1		1		
	Carduelis citrinella	2	2				1							1				
	Carduelis spinus	2	2				1							1				
	Circaetus gallicus	4	4					1		1				1		1		
	Circus cyaneus	4	4					1		1				1		1		
	Coccothraustes coccothraustes	2	2					1						1				
	Columba oenas	2	2					1		1								
	Dendrocopos minor	2	2					1						1				
	Dryocopus martius	3	3					1		1				1				
	Falco subbuteo	3	3						1					1		1		
	Hieraaetus pennatus	5	5						1	1				1	1	1		
	Jynx torquilla	2	2					1						1				
	Lanius collurio	3	3					1		1				1				
	Lullula arborea	3	3					1		1				1				
	Otus scops	2	2											1		1		
	Pernis apivorus	4	4						1	1				1		1		
	Scolopax rusticola	3	3					1	1	1								
Sylvia hortensis	3	3					1	1					1					
Turdus torquatus	2	2					1						1					
Upupa epops	2	2					1						1					
BRYOPHYTE	Buxbaumia viridis	1	1						1									
CHIROPTERES	Myotis bechsteinii	4	4				1	1	1				1					
	Myotis emarginatus	4	4				1	1	1				1					
	Myotis nattereri	4	4				1	1	1				1					
	Nyctalus leisleri	4	4				1	1	1				1					
	Plecotus auritus	4	4				1	1	1				1					
	Rhinolophus hipposideros	4	4				1	1	1				1					
ENTOMO	Lucanus cervus	2	2				1		1									
	Osmoderma eremita	3	3				1		1			1						
	Rosalia alpina	3	3				1		1			1						

	NOM	Total de protection (départementales, régionales, nationales, internationale)		Amphibiens et Reptiles protégés	CITES (Convention de Washington)	Convention de Berne	Convention de Bonn	Directive Habitats-Faune-Flore	Directive Oiseaux	Espèces végétales en région PACA	Insectes protégés	Mammifères protégés Arrêté du 23 avril 2007	Oiseaux protégés Arrêté du 29 octobre 2009	Vertébrés menacés d'extinction	Règlement communautaire CITES	Espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire	Espèces végétales dans le département Alpes-de-Haute-de-Provence	
FLORE	<i>Androsace chaixii</i>	1	0															
	<i>Aquilegia bertolonii</i>	3	3			1		1								1		
	<i>Cardamine heptaphylla</i>	5	0															
	<i>Convallaria majalis</i>	17	1														1	
	<i>Cypripedium calceolus</i>	4	4			1		1							1	1		
	<i>Ilex aquifolium</i>	6	1														1	
	<i>Lathraea squamaria</i>	8	1							1								
	<i>Legousia scabra</i>	1	1														1	
	<i>Lilium martagon</i>	19	1															1
	<i>Orchis pallens</i>	4	1												1			
	<i>Taxus baccata</i>	6	1															1
LICHENS	<i>Lobaria pulmonaria</i>	3	0															
REPTILES	<i>Anguis fragilis</i>	2	2	1		1												
	<i>Hierophis viridiflavus</i>	3	3	1		1		1										
	<i>Natrix natrix</i>	3	3	1		1		1										
	<i>Rhinechis scalaris</i>	2	2	1		1												
	<i>Vipera aspis</i>	2	2	1		1												
	<i>Zamenis longissimus</i>	3	3	1		1		1										

Annexe 7 : Variation de la répartition des modalités des indicateurs dans le contexte du Ventoux



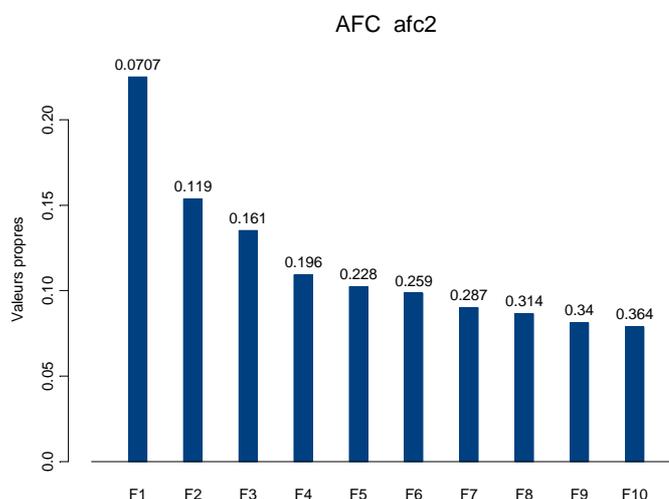




Annexe 8 : Caractérisation des axes de l'AFC

Principe de l'AFC : L'analyse factorielles des correspondances permet de décrire un ensemble de relevés (ici les îlots) en fonction de variables (ici les indicateurs) en étudiant les la répartition des modalités de ces variables. Pour réaliser l'AFC à partir de nos relevés, avec des indicateurs qualitatifs et quantitatifs, nous avons transformé nos données en présence/absence de chacune des modalités (181 au total), constituant un tableau disjonctif complet. Nous avons choisi de réaliser l'AFC sur l'ensemble des indicateurs, sans les différencier suivant l'axe (naturalité, empreinte humaine, usage) auquel ils appartiennent. En effet, nous verrons à posteriori que certaines variables non écologiques (comme la valeur des bois) sont liées à des indicateurs de naturalité (essence principale).

La première AFC réalisée de cette façon nous montrait l'indicateur « utilité de la parcelle » comme le plus discriminant dans les 3 premiers axes factoriels, et de façon considérablement prépondérante par rapport aux autres indicateurs. Cet indicateur étant noté à l'appréciation de l'utilisateur dans règle précise, nous avons choisi de recommencer l'AFC sans cet indicateur, et avons obtenu des résultats cohérents avec la réalité observée sur le terrain. Pour cette deuxième AFC, nous obtenons l'histogramme des valeurs propres suivant :



Représentation des valeurs propres des facteurs 1 à 10 de l'AFC

Les valeurs propres des premiers axes sont relativement faibles, avec respectivement 6,9%, 4,7% et 4,3%.

Nous nous sommes ensuite intéressés à la contribution de chaque indicateur aux axes factoriels. Pour cela, nous avons obtenu le tableau de contribution de chaque modalité des indicateurs à ces axes factoriels, que nous avons sommé par indicateurs, nous permettant d'obtenir le poids de chaque indicateur, classé dans le tableau suivant :

F1 : maturité de l'arbre		F2 : anthropisation		F3 : maturité du peuplement		F4	
Microhabitat	11,09	Essence principale	12,55	Structure	8,95	Couvert indigène	7,12
Loge de pics	8,15	Valeur des bois	11,23	Age	7,88	Microhabitat	7,09
Essence principale	7,49	Couvert Indigène	7,95	Sylvigenese	7,68	Sylvigenese	6,74
Couvert Indigène	5,83	Pressions	7,87	Vol bois mort	7,40	Essence principale	6,71
Pressions	5,49	Milieux rocheux	7,42	GB	6,85	Structure	5,68
Stratification	5,01	Microhabitat	6,84	Essence principale	5,90	Milieux rocheux	5,33
Ancienneté	4,77	G	6,57	AccesPieton	5,56	Vol bois mort	5,10
Vol. Bois Mort	4,57	Essence secondaire	4,43	Microhabitat	4,69	Pressions	4,99
Patrimoniales	4,31	Sentiment de nature	4,43	AccessExploit	4,20	Stratification	4,70
Succession	4,06	AccessExploit	4,21	Milieux rocheux	4,17	Age	4,70
Essence secondaire	3,93	Structure	4,14	RisqueArbre	4,05	Etage	4,61
Sentiment de nature	3,93	Succession	3,53	Pressions	3,86	Ancienneté	4,48
Etage	3,73	GB	3,14	Stratification	3,79	Essence secondaire	4,45
Milieux rocheux	3,58	Etage	1,93	Décomposition	2,83	Sentiment de nature	4,45
AccessExploit	3,39	RisqueTopo	1,88	Essence secondaire	2,81	Succession	4,08
RisqueArbre	2,85	Nb Essence Indigène	1,81	Sentiment de nature	2,81	AccessExploit	3,80
Sylvigenese	2,76	Loge	1,57	Ancienneté	2,16	GB	3,55
AccesPieton	2,71	AccesPieton	1,32	Valeur des bois	1,68	G	3,43
Décomposition	2,43	Stratification	1,20	Succession	1,36	Milieux herbacés	2,42
Structure	2,35	Age	1,06	G	1,21	RisqueTopo	1,78
Milieux herbacés	2,34	Sylvigenese	1,02	Couvert indigène	1,15	Loge	1,50
G	1,98	Milieux herbacés	0,99	RisqueTopo	1,09	Nb Essence Indigène	1,09
RisqueTopo	1,57	Décomposition	0,54	Milieux herbacés	1,06	Valeur des bois	0,85
Valeur des bois	0,79	Ancienneté	0,53	Nb Essence Indigène	0,43	Humide	0,85
Nb Essence Indigène	0,78	Vol bois mort	0,28	Loge	0,43	AccesPieton	0,81
Age	0,72	RisqueArbre	0,25	Patrimoniales	0,24	RisqueArbre	0,74
GB	0,55	Patrimoniales	0,03	Humide	0,17	Patrimoniales	0,58
Humide	0,01	Humide	0,03	Etage	0,13	Décomposition	0,21

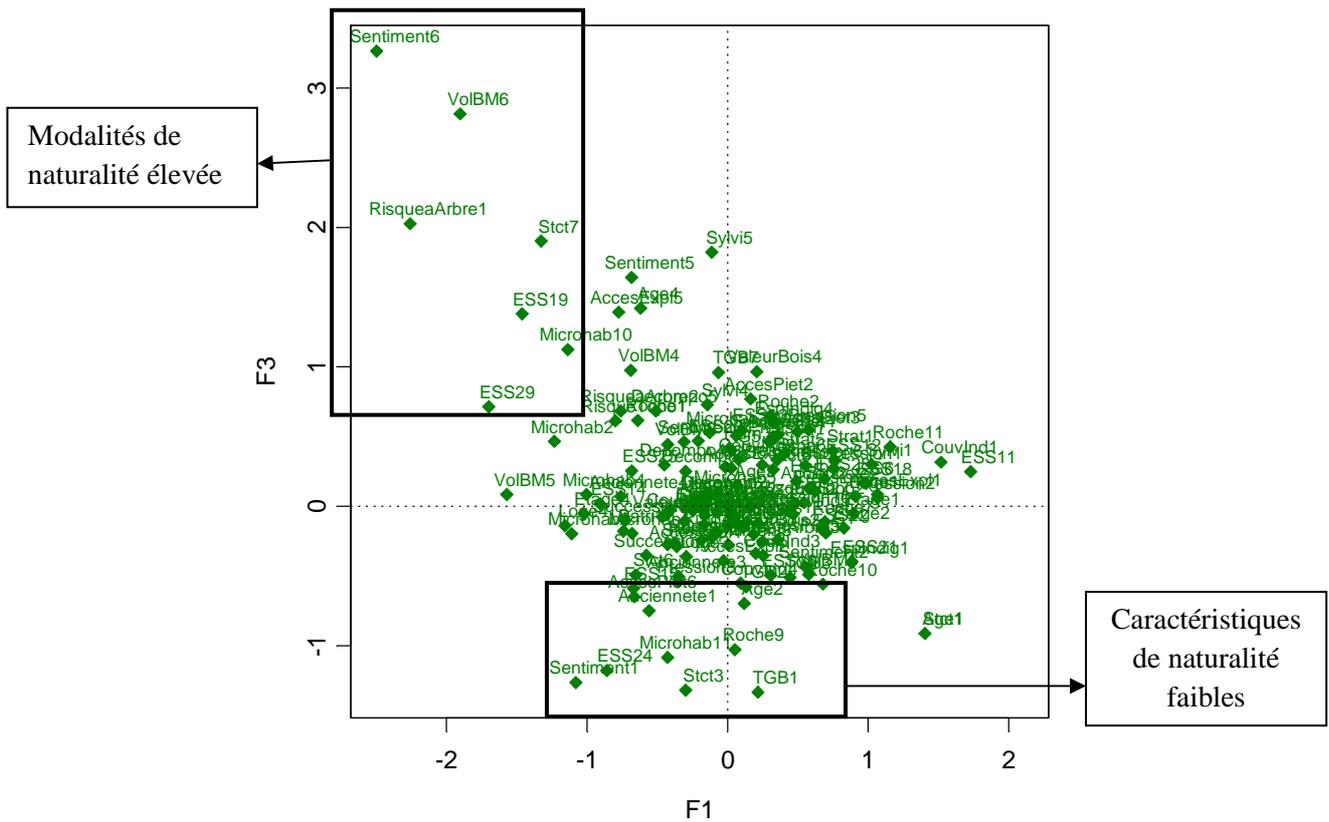
Nous avons délimité les indicateurs fortement discriminant (en gris) pour les axes factoriels 1, 2 et 3 en fonction de leurs contributions à ces axes et de la cohérence de ces indicateurs mis ensembles.

Nous pouvons remarquer que dans tous les axes, l'essence principale joue un rôle prépondérant, ce qui s'avère tout à fait cohérent avec ce que nous avons pu observer sur le terrain. Les trois premiers axes factoriels (maturité de l'arbre, anthropisation et maturité du peuplement) montrent également bien la réalité du contexte du Ventoux.

Nous avons choisi de ne considérer que les trois premiers axes factoriels car les axes suivants ne dégagent pas d'indicateurs cohérents, ou apparaissent comme redondants avec les premiers axes. Par exemple l'axe 4 mélange des éléments de maturité du peuplement et de l'individu, ce qui ne permet pas de faire ressortir une caractéristique particulière de l'axe et n'amène pas d'autres informations par rapport aux 3 premiers axes.

Nous avons ensuite étudié la répartition des modalités de ces différents axes. En particulier, nous avons représenté la répartition des modalités sur les axes factoriels 1 et 3, représentant les deux axes de maturité :

AFC afc2



Nous pouvons d'ores et déjà remarquer que certaines modalités se distinguent fortement des autres :

Pour les valeurs faibles de l'axe 1 et élevées de l'axe 3 (rappelons que l'axe 1 est un axe de maturité décroissante, alors que l'axe 3 est un axe de maturité croissante), les modalités de forte naturalité se dégagent du reste des modalités. Nous constatons en effet la présence du sentiment de nature « exceptionnel », un volume de bois mort de plus de 50m³/ha, une structure en futaie irrégulière, un risque lié aux vieux arbres élevés. Notons également la présence du sapin en essence principale (ESS19) et secondaire (ESS29), ce qui ressortira dans la CAH.

A l'opposé, nous pouvons noter des caractéristiques écologiques relativement faibles : absence de GB, structure de taillis, sentiment de nature « nul », boisement récent etc.

Type : Cèdre



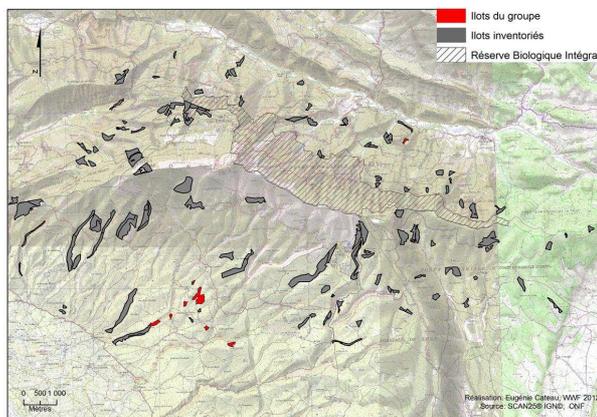
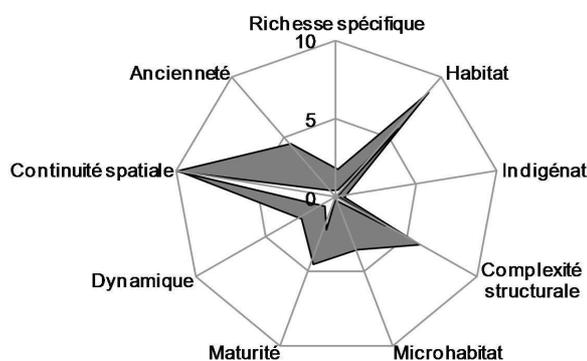
Nombre d'îlot sur le Ventoux: 10 /132

Caractéristiques discriminantes:

Futaie régulière
Couvert indigène < 25%
Peuplement adulte

Volume de bois mort < 1 m³/ha
Accès à l'exploitation facile
Boisement récent

Indicateur	Valeurs
Essence principale	CED
Essence secondaire	PN
Nombre d'essence indigène	1 à 4
Couvert indigène	<25%
Structure	FR
Surface terrière	10 à 30 m ² /ha
diversité des Microhabitats	0 à 2 /10
Abondance des loges de pics	0 à 5 /ha
Age du peuplement	Adulte
GB (tiges/ha)	10 à 50
Volume de bois mort	< 1 m ³ /ha
Ancienneté	Boisement récent
Accessibilité à l'exploitation	Facile
Valeur des bois	1000 à 3000€/ha
Pressions potentielles	Exploitation
Sécurité du public	Aucun risque
Utilités de la parcelle	Exploitation, stabilisation des sols



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: nombre relativement important de GB
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: aucune espèce remarquable

Economique: Perte économique relativement élevée

Social: aucun

Gestion: aucun

Type: Pin Noir



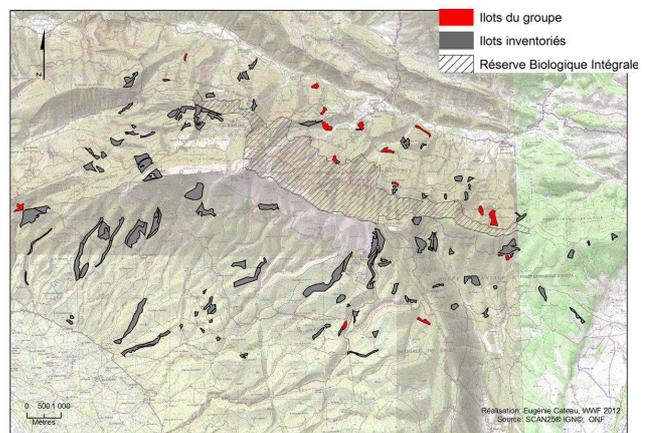
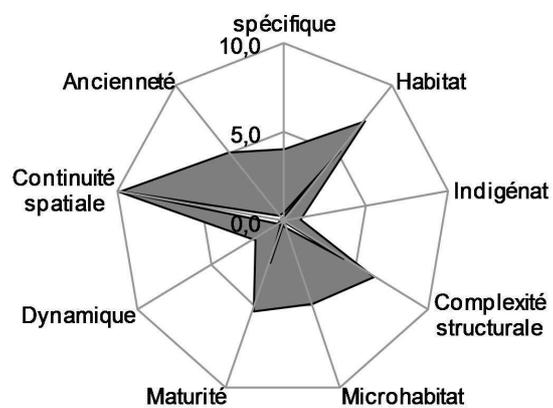
Nombre d'îlot sur le Ventoux: 17/132

Caractéristiques discriminantes:

Futaie régulière
Peuplement adulte

Bois mort < 5m³/ha
Boisement récent

Indicateur	Valeurs
Essence principale	PN
Essence secondaire	PS HET
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	< 50%
Structure	FR
Surface terrière	>15 m ² /ha
diversité des microhabitats	0 à 4 (/10)
Abondance des loges de pics	0 à 10 /ha
Age du peuplement	Adulte
GB	>10 /ha
Volume de bois mort	<5 m ³ /ha
Ancienneté	Boisement récent
Accessibilité à l'exploitation	Facile à difficile
Valeur des bois	>1000€/ha
Pressions potentielles	Exploitation
Sécurité du public	Aucun risque
Utilité de la parcelle	Exploitation et stabilisation des sols



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: nombre de GB relativement important
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: Pics

Economique: Perte économique relativement élevée

Social: aucun

Gestion: accessibilité potentiellement difficile

Type: Chêne vert et Pin d'Alep



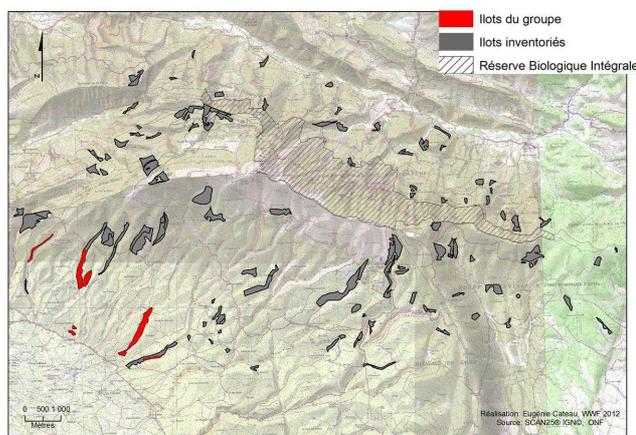
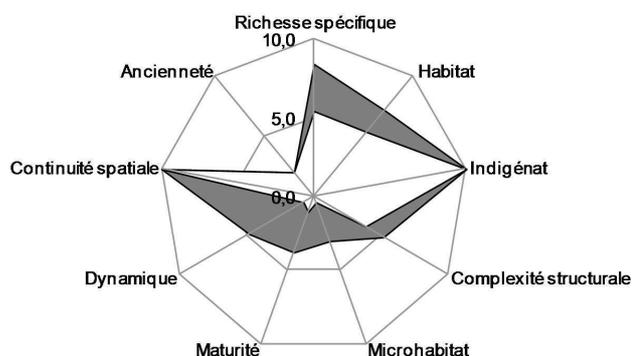
Nombre d'îlot sur le Ventoux: 7/132

Caractéristiques discriminantes:

Couvert indigène 100%
Boisement récent
Absence de loge de pics

Volume de bois mort <5m³/ha
Valeur des bois sur pied
<1000€/ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	CHV-PA
Essence secondaire	CHP-PA-PS
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	100%
Structure	FR avec ou sans taillis
Surface terrière	10 à 20 m ² /ha
Diversité des microhabitats	0 à 4 (/10)
Abondance des loges de pics	Aucune loge de pic
Age du peuplement	Jeune - adulte
GB	1 à 35 /ha
Volume de bois mort	< 5 m ³ /ha
Ancienneté	Boisement récent
Accessibilité à l'exploitation	Facile à difficile
Valeur des bois	<1000 €/ha
Pressions potentielles	Incendie et changement climatique
Sécurité du public	Aucun risque
Utilité de la parcelle	Accueil du public



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: couvert indigène
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: aucune espèce remarquable

Economique: perte économique faible

Social: accueil du public

Gestion: Accessibilité potentiellement difficile

Type: Chêne pubescent - jeune



Nombre d'îlot sur le Ventoux: 21 /132

Caractéristiques discriminantes:

Surface terrière <15 m²/ha

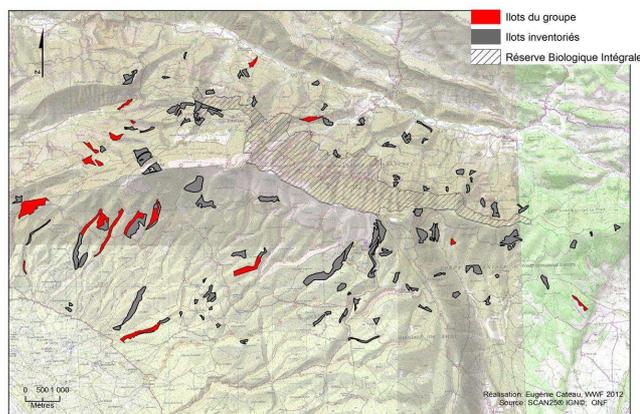
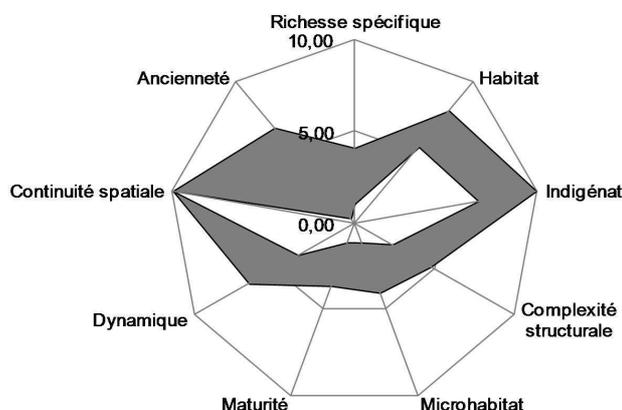
Boisement récent

Peuplement jeune

Valeur des bois <1000€/ha

Volume de bois mort <5m³/ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	CHP
Essence secondaire	CHV - PS - PN - HET
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	>90%
Structure	Maquis - Taillis - FR
Surface terrière	<15 m ² /ha
Diversité des microhabitats	1 à 5 (/10)
Abondance des loges de pics	0 à 5/ha
Age du peuplement	Jeune
GB	<20 /ha
Volume de bois mort	<5 m ³ /ha
Ancienneté	Boisement récent
Accessibilité à l'exploitation	Moyen à difficile
Valeur des bois	<1000 €/ha
Pressions potentielles	Changement climatique, fréquentation
Sécurité du public	Risque moyen
Utilité de la parcelle	Valeur pour le paysage



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: aucun
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: Spéculaire de castille;

Economique: faible perte économique

Social: aucun

Gestion: accessibilité difficile

Type: Chêne pubescent - Adulte



Nombre d'îlot sur le Ventoux: 8/132

Caractéristiques discriminantes:

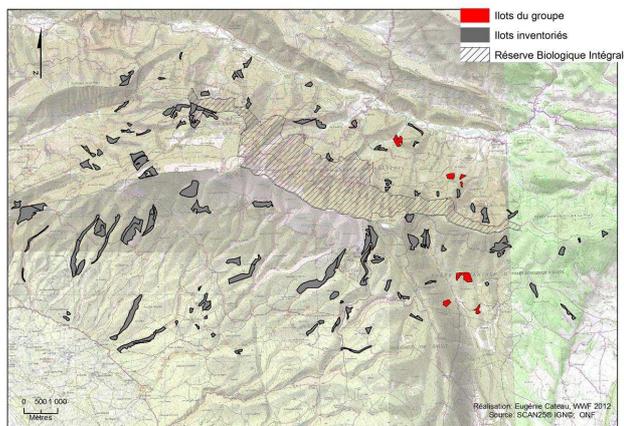
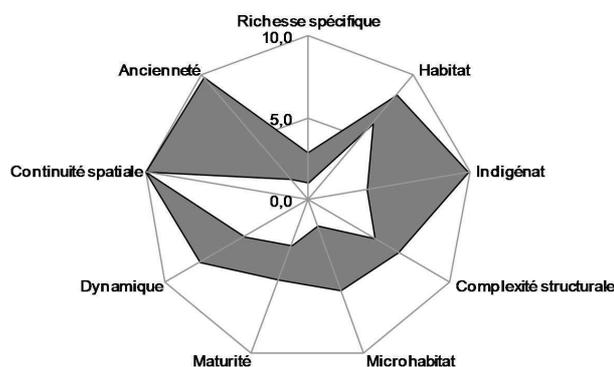
Futaie régulière

Volume de bois mort < 5 m³/ha

Surface terrière > 15 m²/ha

Peuplement adulte

Indicateur	Valeurs
Essence principale	CHP
Essence secondaire	HET - PN
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	>75%
Structure	FR
Surface terrière	>15 m ² /ha
Diversité des microhabitats	2 à 5 (/10)
Abondance des loges de pics	Toutes les valeurs
Age du peuplement	Adulte
GB	10 à 35/ha
Volume de bois mort	<5 m ³ /ha
Ancienneté	Toutes les valeurs
Accessibilité à l'exploitation	Facile
Valeur des bois	<2000€/ha
Pressions potentielles	Changement climatique
Sécurité du public	Risque moyen
Utilité de la parcelle	Valeur pour le paysage



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: présence de GB
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: aucune espèce remarquable

Economique: perte économique relativement faible

Social: aucune

Gestion: aucune

Type: Pin sylvestre



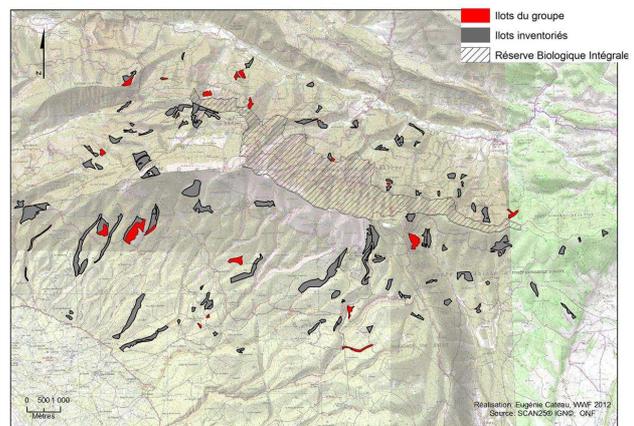
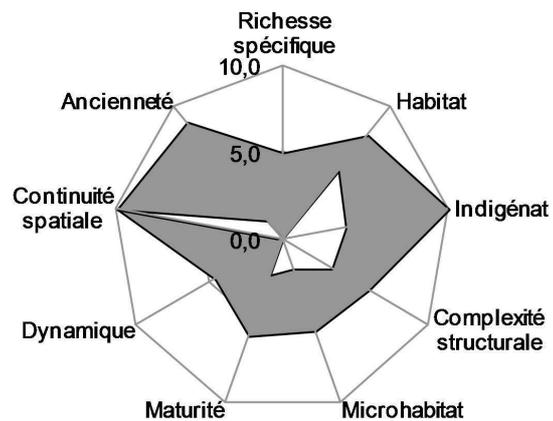
Nombre d'îlot sur le Ventoux: 18/132

Caractéristiques discriminantes:

Futaie régulière

Valeur des bois <2000€/ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	PS
Essence secondaire	PN - HET - CHP
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	>50%
Structure	FR
Surface terrière	>10 m ² /ha
Diversité des microhabitats	0 à 4 (/10)
Abondance des loges de pics	>5 /ha
Age du peuplement	Jeune à mature
GB	Toutes les valeurs
Volume de bois mort	<10 m ³ /ha
Ancienneté	Toutes les valeurs
Accessibilité à l'exploitation	Toutes les valeurs
Valeur des bois	<2000€/ha
Pressions potentielles	Exploitation
Sécurité du public	Risques moyen
Utilité de la parcelle	Exploitation Stabilisation des sols



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: peuplement potentiellement mature
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: Néottie nid d'oiseau; Ampedus praeustus

Economique: Perte économique relativement faible

Social: aucun

Gestion: accessibilité potentiellement difficile

Type: Pin à crochet



Nombre d'îlot sur le Ventoux: 11/132

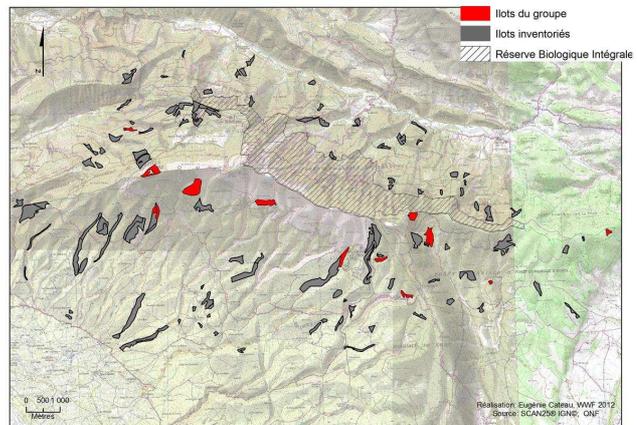
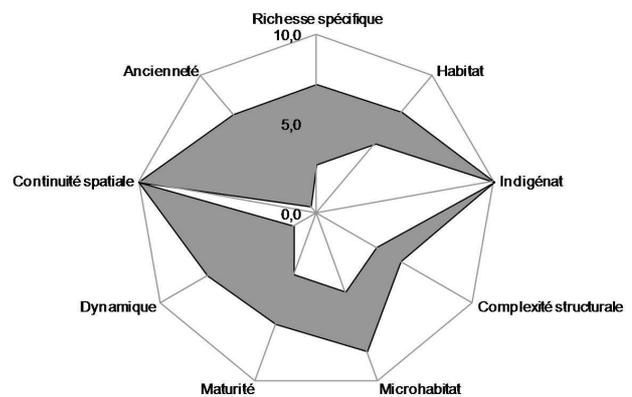
Caractéristiques discriminantes:

Couvert indigène 100%

Futaie Régulière

Abondance des loges de pics

Indicateur	Valeurs
Essence principale	PC
Essence secondaire	HET
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	100%
Structure	FR
Surface terrière	10 à 30 m ² /ha
Diversité des microhabitats	3 à 6 (/10)
Abondance des loges de pics	>10 /ha
Age du peuplement	Jeune à mature
GB	10 à 35 /ha
Volume de bois mort	Jusqu'à 50 m ³ /ha
Ancienneté	Toutes les valeurs
Accessibilité à l'exploitation	Facile à difficile
Valeur des bois	Jusqu'à 3000 €/ha
Pressions potentielles	Exploitation des bois et changement climatique
Sécurité du public	Aucun risque
Utilité de la parcelle	Randonnée



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: bois mort potentiellement abondant; loge de pics abondantes; peuplement potentiellement mature; présence de GB non négligeable; couvert indigène
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: aucune espèce remarquable

Economique: Toutes les valeurs des bois présentes

Social: aucun

Gestion: accessibilité parfois difficile

Type: Hêtre-Jeune



Nombre d'îlot sur le Ventoux: 8 /132

Caractéristiques discriminantes:

Peuplement jeune

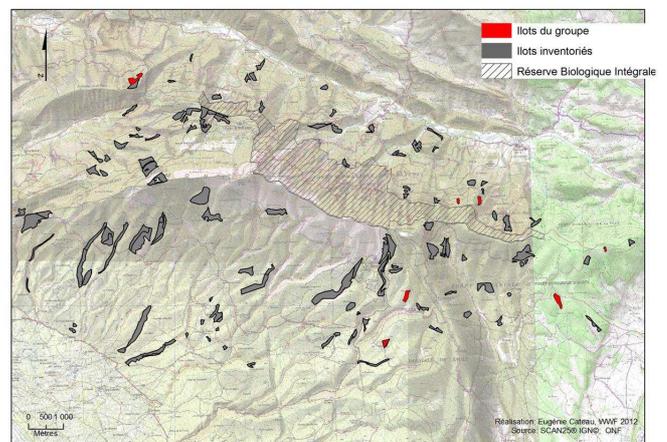
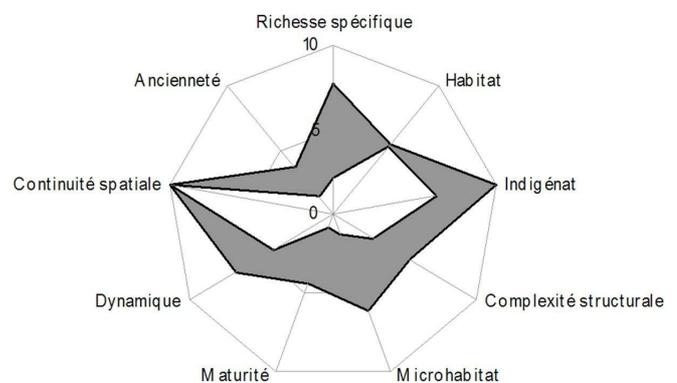
Couvert indigène 100%

Boisement récent

Volume de bois mort < 5m³/ha

Valeur des poids < 2000€/ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	HET
Essence secondaire	PN - CHP
Nombre d'essence indigène	1 à 7
Couvert indigène	100%
Structure	Taillis-FR
Surface terrière	10 à 30 m ² /ha
diversité des microhabitats	2 à 3 (/10)
Abondance des loges de pics	Toutes les valeurs
Age du peuplement	Jeune
GB	1 à 35 /ha
Volume de bois mort	< 5 m ³ /ha
Ancienneté	Boisement récent
Accessibilité à l'exploitation	Facile à difficile
Valeur des bois	<2000€/ha
Pression potentielles	Exploitation
Sécurité du public	Aucun risque
Utilité de la parcelle	Randonnée



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: couvert indigène;
- Habitat potentiel pour les espèces remarquables : Androsace de chaix; Lys martagon; Mélampyre du Vaucluse; Néottie nid d'oiseau; Céphalanthère à grande feuille; If commun; Orchis pâle;

Economique: Perte économique relativement faible

Social: aucun

Gestion: accessibilité parfois difficile

Type : Hêtre - Adulte



Nombre d'îlot sur le Ventoux: 12/132

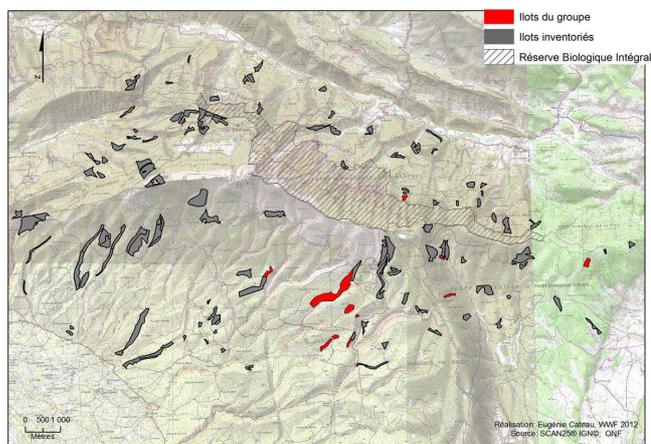
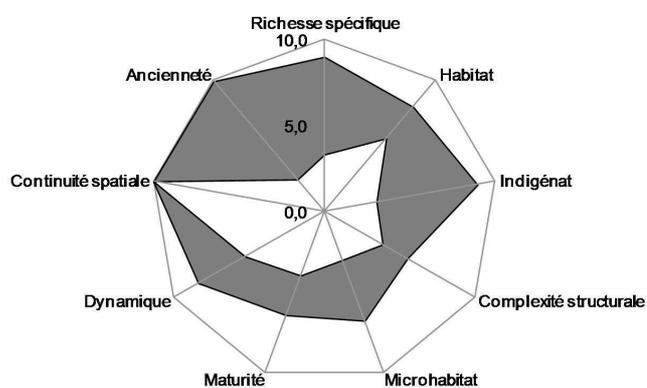
Caractéristiques discriminantes:

Peuplement adulte

Bois mort <10m³/ha

Nombre de TGB > 20/ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	HET
Essence secondaire	PN - PS - PC
Nombre d'essence indigène	2 à 7
Couvert indigène	> 50%
Structure	Taillis – FR –TSF
Surface terrière	> 10 m ² /ha
Diversité des microhabitats	3 à 7 (/10)
Abondance des loges de pics	Toutes les valeurs
Age du peuplement	Adulte
GB	> 20/ha
Volume de bois mort	< 10 m ³ /ha
Ancienneté	Toutes les valeurs
Accessibilité à l'exploitation	Facile
Valeur des bois	< 2000 €/ha
Pressions potentielles	Exploitation, fréquentation
Sécurité du public	Aucun risque
Utilité de la parcelle	Production de bois



Intérêt de l'îlot

Écologique:

- Naturalité: présence de GB et de microhabitats
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: Androsace de chaix; Lys martagon; Mélampyre du Vaucluse; Néottie nid d'oiseau; Céphalantaire à grande feuille; If commun; Orchis pâle;

Economique: Perte économique relativement faible

Social: aucun

Gestion: aucun

Type : Hêtre - à haute naturalité

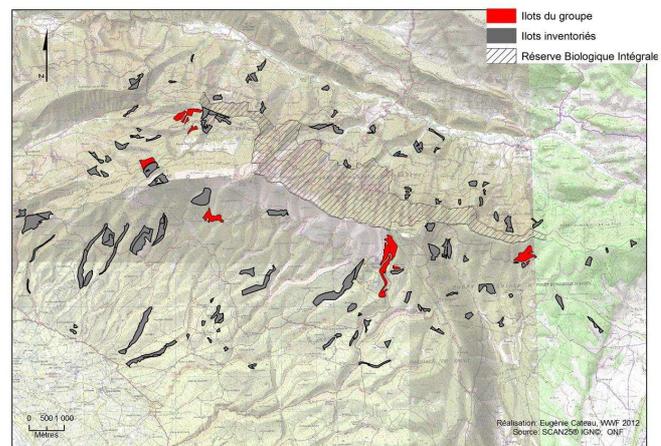
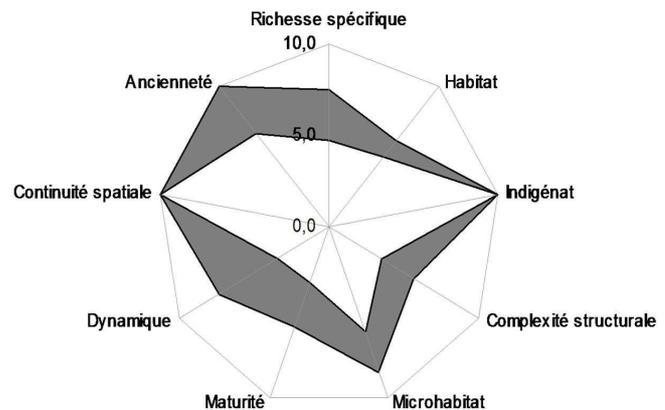


Nombre d'îlot sur le Ventoux: 14/132

Caractéristiques discriminantes:

Couvert indigène 100% Abondance des loges des pics
Surface terrière de 15 à 25 m²/ha Anciennement boisé
ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	HET
Essence secondaire	PC
Nombre d'essence indigène	1 à 4
Couvert indigène	100%
Structure	Taillis - FR - FI
Surface terrière	15 à 25 m ² /ha
diversité des microhabitats	3 à 7 (/10)
Abondance des loges de pics	> 10 /ha
Age du peuplement	Adulte
GB	Toutes les valeurs
Volume de bois mort	Jusqu'à 50 m ³ /ha
Ancienneté	Anciennement boisé
Accessibilité à l'exploitation	Facile à difficile
Valeur des bois	1000 à 3000 €/ha
Pressions potentielles	Aucunes
Sécurité du public	Aucun risque
Utilité de la parcelle	Incendie changement climatique



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: couvert indigène, ancienneté, abondance de loge de pics, bois mort potentiellement abondant; peut présenter une structure irrégulière
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: Androsace de chaix; Lys martagon; Mélampyre du Vaucluse; Néottie nid d'oiseau; Céphalantaire à grande feuille; If commun; Orchis pâle; Houx (si FI); Rosalie des alpes; Pic prune; Petit rhinolophe; Murin de Bechstein; Murin à oreilles échancrées; Oreillard roux

Economique: Perte économique moyenne à élevée

Social: aucun

Gestion: accessibilité parfois difficile

Type : Sapin



Nombre d'îlot sur le Ventoux: 6/132 +RBI

Caractéristiques discriminantes:

Couvert indigène 100%

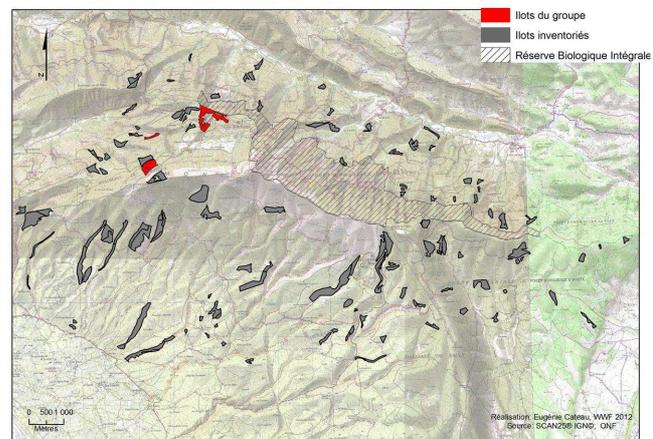
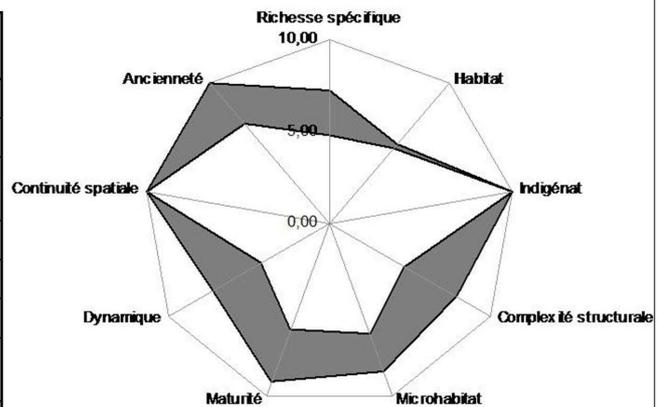
Volume de bois mort > 20m³/ha

Abondance des loges de pics

Anciennement boisé

Nombre de GB > 35/ha

Indicateur	Valeurs
Essence principale	SAP
Essence secondaire	HET – PS
Nombre d'essence indigène	1 à 4
Couvert indigène	100%
Structure	FR– FI
Surface terrière	15 à 30 m ² /ha
diversité des microhabitats	4 à 8 (/10)
Abondance des loges de pics	> 10 /ha
Age du peuplement	Adulte - mature
GB	> 35 /ha
Volume de bois mort	> 20 m ³ /ha
Ancienneté	Anciennement boisé
Accessibilité à l'exploitation	Difficile à très difficile
Valeur des bois	> 1000 €/ha
Pressions potentielles	Changement climatique
Sécurité du public	Risques moyens
Utilité de la parcelle	Randonnée, stabilisation des sols et éducation



Intérêts et contraintes de la mise en îlot

Écologique:

- Naturalité: couvert indigène, structure potentiellement en FI; diversité des microhabitats et abondance des loges de pics; peuplement adulte à mature; grand nombre de GB et important volume de bois mort; boisement ancien
- Habitat potentiel pour des espèces remarquables: Buxbaumia viridis

Economique: perte économique non négligeable

Social: éducation à la nature

Gestion: accessibilité à l'exploitation difficile

Annexe 10 : Classement final obtenu pour le scénario

Nom de l'îlot	Classement ELECTRE	Surface de l'îlot	Surface cumulée
43_Beaumont2	1	4,4	4,4
<i>îlot témoin en RBI</i>	1,5	0	4,4
10_Bedoin2	2	15,9	20,3
54_Bedoin9	2,5	9,1	29,4
Beaumont_n2	2,5	0	29,4
46b_Beaumont2	3	3	32,4
230412_1	6	27,3	59,7
44	7	5,2	64,9
46a_Beaumont2	7,5	5	69,9
40_Mont Ventoux5	7,5	9,3	79,2
240412_3	7,5	10,5	89,7
11_Beaumont3	8,5	1,84	91,54
180412_5	10	3,5	95,04
020512_3	10	17	112,04
9_Bedoin1	11	7,7	119,74
5_Bedoin3	12,5	8,7	128,44
14-15_Beaumont12	13	1,53	129,97
170412_3	13,5	8	137,97
170412_4	14	16	153,97
250412_4	14	3,8	157,77
29-30-52_Ventouret19	16	2	159,77
41_Beaumont4	16	6	165,77
230412_2	16	4,6	170,37
53_Ventouret21	17	1,13	171,5
230412_3	17	17,8	189,3
63_Bedoin9	18	7,4	196,7
020512_1	18	6,5	203,2
58_Ventouret24	18,5	8,3	211,5
240412_2	20	2,4	213,9
47_Beaumont13	21,5	1,7	215,6
170412_6	21,5	5,2	220,8
57_Ventouret23	22	8,3	229,1
120412_3	22	5	234,1
59_Ventouret14	23,5	11	245,1
180412_4	24	4,4	249,5
020512_2	24	5,3	254,8
250412_2	25	6,2	261
56_Ventouret20	25,5	9	270
170412_2	25,5	2,3	272,3
150312_1	26	10,6	282,9
200312_2	26,5	2,3	285,2
210312_6	27,5	1,18	286,38
240412_1	28	5,3	291,68
62_Beaumont6	28,5	3	294,68
Beaumont_n3	30,5	0	294,68
140312_1	30,5	10	304,68
230312_1	30,5	2,33	307,01
170412_7	31,5	7,9	314,91
210312_5	32	1,4	316,31
110412_1	32,5	0,4	316,71
170412_1	32,5	4	320,71
140312_3	33	16	336,71

24_Ventouret12	34,5	7,4	344,11
110412_3	35,5	0,55	344,66
290412_4	36	1,1	345,76
170412_5	36,5	7,7	353,46
34_Ventouret6	37	2,4	355,86
3_Mont Ventoux4	37	4,6	360,46
210312_4	37,5	3	363,46
110412_2	37,5	1,2	364,66
Beaumont_n1	38	0,5	365,16
020512_4	38	5,1	370,26
35bis_Ventouret14	39	0,5	370,76
220312_2	39	0,28	371,04
290412_2	39,5	2,9	373,94
55_Ventouret20	40	1,45	375,39
48_Vent25-49_Vent5	40	3,8	379,19
1_Mont Ventoux6	42	7,5	386,69
0	44	1,9	388,59
030512_1	44	4,1	392,69
45_Beaumont1	44,5	1,75	394,44
160412_5	44,5	6,4	400,84
070312_1	49,5	1,2	402,04
250412_3	45,5	2,2	404,24
6_Bedoin21	46,5	22,3	426,54
12-13_Beaumont11	47	2,5	429,04
290412_1	47	1,2	430,24
42_Beaumont7	47,5	4,4	434,64
35_Ventouret14	48	0,85	435,49
37_Ventouret22	48	4,3	439,79
25_Ventouret8	48,5	2,5	442,29
290412_5	49	0,3	442,59
200312_1	45	2	444,59
070312_3	49,5	0,9	445,49
20_Ventouret17	50	1,63	447,12
22_Ventouret13	50	4,2	451,32
Ventouret_n1	53	1	452,32
140312_2	53,5	1,7	454,02
230312_2	53,5	2,8	456,82
100612_1	53,5	2,4	459,22
50_Ventouret5	54,5	2,1	461,32
220312_3	55,5	0,6	461,92
250412_1	55,5	3	464,92
140312_4	56,5	2	466,92
120412_4	56,5	2,7	469,62
19_Ventouret16	58	0,51	470,13
36_Ventouret14	58,5	0,35	470,48
210312_9	58,5	1,2	471,68
21_Ventouret15	59	2,9	474,58
31_Ventouret18	59,5	3	477,58
110412_6	59,5	1,5	479,08
200312_3	60	1,4	480,48
17_Beaumont9	60,5	0,65	481,13
32_Ventouret7	62	2,9	484,03
39_Mont Ventoux3	63,5	3	487,03
300412_3	65	3,9	490,93
210312_2	66	1,6	492,53
180412_2	67,5	0,4	492,93

23_Ventouret10	68	2,7	495,63
210312_3	69,5	0,56	496,19
220312_1	70	2,2	498,39
110412_4	71,5	1,3	499,69
110412_5	71,5	1,9	501,59
300412_1	72,5	1,8	503,39
180412_1	73	0,7	504,09
51_Ventouret9	73,5	2,4	506,49
220312_4	73,5	1,6	508,09
070312_2	74,5	0,6	508,69
160412_4	75	0,52	509,21
120412_2	75,5	0,8	510,01
290412_3	76	1,7	511,71
160412_6	78	0,9	512,61
180412_3	78	0,35	512,96
210312_8	79,5	0,9	513,86
160412_2	80	0,7	514,56
210312_1	80,5	0,8	515,36
300412_2	80,5	1,5	516,86
210321_7	81	0,5	517,36
120412_1	81	2,2	519,56
160412_3	81	0,65	520,21
160412_7	81,5	1,3	521,51
160412_1	82	0,8	522,31
160412_8	82,5	0,5	522,81

Légende : en gris clair les deux îlots de Pin d'alep et Chêne pubescent après l'échange, pour que le premier fasse partie de la sélection.

En gris foncé, la surface totale d'îlot sélectionnés par le scenario : 402,04ha.

Annexe 11 : fiche « îlot du Mont Ventoux simplification » (sans le tableau de mesure du bois mort, identique à la fiche en annexe X)



Type de fiche **Ilot**

Projet **Mont Ventoux - simplification**

Nom de la forêt

Généralités											
Identification	jj mm aa n°						N° photos		de à		
	Rédacteur(s) / Organisme(s)						Groupe de typologie				
Localisation	Latitude N ° ' "						Longitude		E ° ' "		
	Altitude m			Pente			%		Exposition °		
Echantillon-nage	Largeur (m)		Longueur (m)		Rayon(m)		Coefficient de pente (cf AT Tableau A)				
	Superficie décrite		Coefficient multiplicateur pour ramener les comptages à l'hectare x								
Consignes	Essence 1		H ₀		m		Diamètre de précomptabilité Natura 2000 (TGB)		cm		Catégorie Natura 2000
	Essence 2				m				cm		
Nature											IN
Richesse spécifique	1. Habitat forestier (cf AT-Tableau C)		Code Corine biotope		Habitat patrimonial		10		Autre		0
	2. Arbres (cocher la liste page 3)		Nombre d'espèces indigènes		1		]1-4]		]4-7]		> 7
Habitats	3. Milieux rocheux (cocher si au moins 1% de la surface notée)		Barre rocheuse/ Paroi ombragée		1		Barre rocheuse/ Paroi non ombragée		1		5+ Σ
			Grotte		1		Dalle		1		Blocs
Indigénat	4. Part du couvert en peuplement indigène (%)		<50		0		]50-90]		2		]90-100]
											10
Complexité structurale	5. Structure du peuplement		Taillis, Lande, pâturage boisé Matorral ou maquis		2		Futaie régulière ou mélange futaie taillis		5		Futaie irrégularisée avec ou sans taillis
	6. Surface terrière (m²/ha)		]0-10]		0		]10-15]		1		]15-20]
Micro-habitats	7. Microhabitats des arbres vivants (cochez si présents)		Trou de pic/cavité vide (d>3cm)		1		Cavité à terreau (d>10 cm)/ bois carié(s>a4)		1		Charpentière ou cime brisée (d>20cm)
			Lianes ou épiphyte (>1/3 tronc ou houppier)		1		Décollement d'écorce/ fente (l>1cm)		1		Bois mort dans le houppier (>20%)
			Cavité de pied		1		Champignon saproxylique coriace		1		Cavité à <i>Osmoderma eremita</i>
	8. Loge de pics ⁴		Pointage :		0		]0-5]		5		]5-10]
Maturité	9. Age estimé du peuplement		Très jeune		0		Jeune		2		Adulte
											5
											7
	10. TGB vivants finançable Natura 2000 (par ha)		<1		0		]1-5[		3		]5-10[
											7
Ancienneté	11. Volume de bois mort (>30 cm de Ø, m³/ha)		Somme :		<1		0		]1-5]		]5-10]
											3
Continuité	12. Occupation du sol sur la carte de l'état major		Anciennement non boisé		2		En limite de bois (< 100m)		8		Boisé
											10
Empreinte humaine	13. Surface de l'îlot		Valeur exacte :		<0.5		0		0.5-5		4
											5-10
Après 1950	14. Date de la dernière coupe		<20		10		]20-40[		8		]40-60[
											6
Pour les 50 ans à venir	15. Nature des pressions potentielles sur l'îlot		Exploitation de bois		2		Fréquentation		2		Changement climatique
											2
Sécurité du public	16. Risque lié aux vieux arbres (si îlot à moins de 30m du chemin)		Fort		0		Moyen		5		Faible
											10
Usages et pratiques											IN

Avis et recommandations :
Intérêt du site :
Menaces/Enjeux :
Remarques

Essences présentes	
Essences indigènes localement	Essences non indigènes
Alisier blanc	<i>Archéophytes</i>
Alisier torminal	Châtaignier
Aulne blanc	<i>Néophytes</i>
Aulne glutineux	Cèdre de l'Atlas
Chêne à feuilles rondes	Epicéa commun
Chêne kermès	Mélèze d'Europe
Chêne pubescent	Pin cembro
Chêne sessile	Pin laricio de Corse
Chêne vert	Pin maritime
Érable à feuilles d'obier	Pin noir d'Autriche
Erable champêtre	Sapin de Céphalonie
Erable de Montpellier	Sapin de Nordmann
Frêne élevé	Sapin de Numidie
Genévrier Cade	Sapin d'Espagne, Pinsapo
Genévrier de Phénicie	<i>Essences non indigène localement</i>
Hêtre	Charme houblon
Houx	Autres essences non listées
Merisier	
<i>Ormes</i>	
Peuplier blanc	
Peuplier noir	
Pin à crochets	
Pin d'Alep	
Pin sylvestre	
Poirier à feuilles d'amandier	
Sapin blanc	
Saule blanc	
Saule cendré	
Saule drapé	
Saule pourpre	
Sorbier des oiseleurs	
Tilleul à grandes feuilles	

Annexe 12 : Fiche « îlot-scenario du Mont Ventoux » (sans le tableau de mesure du bois mort, identique à la fiche en annexe X)



Type de fiche **Ilot**

Projet **Scenario du Mont Ventoux**

Nom de la forêt

Version provisoire

Généralités																								
Identification	jj mm aa n°						N° photos	de		à														
	Rédacteur(s) / Organisme(s)				Groupe de typologie																			
Localisation	Latitude N ° ' "			Longitude E ° ' "			Altitude		m		Pente													
	%		Exposition		°																			
Echantillon-nage	Largeur (m)		Longueur (m)		Rayon(m)		Coefficient de pente (cf AT Tableau A)																	
	Superficie décrite			Coefficient multiplicateur pour ramener les comptages à l'hectare						x														
Consignes	Essence 1		H ₀ : m		Diamètres seuils Natura 2000 (TGB)		cm		Catégorie Natura 2000															
	Essence 2		H ₀ : m				cm																	
Sentiment de Nature											IN													
1. Le sentiment de Nature que vous ressentez dans cette parcelle est-il ?																								
Nul		0		Faible		2		Moyen		4		Fort		6		Très fort		8		Exceptionnel		10		
Nature											IN													
Richesse spécifique	2. Habitat forestier (Cf aide Terrain)		Code (Corine biotope)		Habitat patrimonial		10		Autre		0													
	3. Présence d'espèce cibles		Osmoderma eremita		Présence impossible		0		Présence potentielle : Pas de cavité mais feuillus de gros diamètre sénescents		5		Présence avérée : cavité à O. eremita		10									
	4. Arbres (cocher la liste page 3)		Nombre d'espèces indigènes		1]1-4]		3]4-7]		> 7		10									
Habitats	5. Milieux rocheux (cocher si au moins 1% de la surface notée)		Barre rocheuse/ Paroi ombragée		Barre rocheuse/ Paroi non ombragée		Éboulis stable ou instable		Autre affleurement rocheux		5+Σ		5+6+7											
			1		1		1		1															
	Grotte		Dalle		Blocs		Muret et /ou tas de pierre		Aucun		0		0											
6. Milieux humides		Présent		10		Absent		5		7. Milieux herbacés		Présents		10		Absents		5						
Indigénat	8. Part du couvert en peuplement indigène (%)		<50		0]50-90]		5		>90		10											
Complexité structurale	9. Structure du peuplement		Taillis ; lande ; pâturage boisé ; matorral ou maquis		2		Futaie régulière avec ou sans taillis		5		Futaie irrégularisée, avec ou sans taillis		7											
	10. Surface terrière (m ² /ha)		Valeur exacte :]0-10]]10-15]]15-20]]20-25]]25-30]]30-5]		>35		10					
Micro-habitats	11. Microhabitats des arbres vivants (cochez si présents)		Trou de pic/cavité vide (d>3cm)		1		Cavité à terreau (d>10 cm)/ bois carié(s>a4)		1		Charpentièrre ou cime brisée (d>20cm)		1		Cavité remplie d'eau (d>10cm)		1		Σ					
			Lianes ou épiphyte (>1/3 tronc ou houppier)		1		Décollement d'écorce/fente (>1cm)		1		Bois mort dans le houppier (>20%)		1		Plage sans écorce(s>A4)		1							
	Cavité de pied		1		Champignon saproxylique coriace (ø>30cm)		1		Cavité à Osmoderma eremita		1													
12. Loge de pics ⁴		Pointage :		0]0-5]		5]5-10]		7		>10		10								
Maturité	13. Age estimé du peuplement		Très jeune		0		Jeune		2		Adulte		5		Mature		7		10		Agé			
	14. TGB vivants		Pointage essence 1				Pointage essence 2				Total (1+2)													
	15. Volume de bois mort (>30 cm de Ø, m ³ /ha)		Valeur exacte		<5]5-20]		0		> 20		5		10									
Continuité	16. Surface de l'îlot		Valeur exacte :		ha		<0.5		0		0.5-5		4		5-10		6		>10		10			
	17. Distance à l'îlot le plus proche		>500m		0		100-500m		5		<100m		10											
Ancienneté	18. Occupation du sol sur la carte de l'Etat major		Non boisé		2		En limite de bois (< 100)		8		Boisé		10											

Empreinte humaine							IN
Après 1950	19. Date de la dernière coupe	<20	[20-40[	[40-60[	Aucune période	0	
Pour les 50 ans à venir	20. Nature des pressions potentielles sur l'îlot	Exploitation de bois	Fréquentation	Changement climatique	Incendie	Aucune	0
Usages et pratiques							IN
Sécurité	21. Risque lié aux vieux arbres(si îlot à moins de 30m d'un chemin)	Fort	Moyen	Faible			
Valeur des bois	22. Hauteur moyenne de découpe 30 cm	m	Proportion bois de chauffage/ qualité papier	%	Proportion résineux qualité C	%	
	23. Accessibilité à l'exploitation	Facile	Moyen	Difficile			

Avis et recommandations :

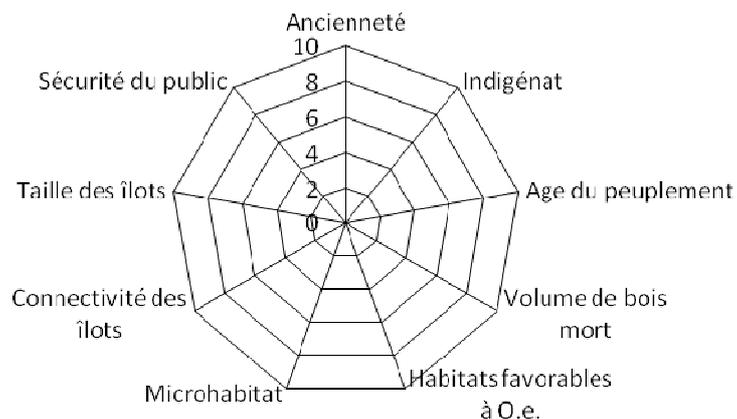
Intérêt du site :

Menaces/Enjeux :

Remarques :

Premier bilan sur les qualités écologiques et sociales de l'îlot pour répondre au scénario

Critère	Indicateur terrain	Note
Ancienneté	Ancienneté (17.)	
Indigénat	Indigénat (7.)	
Age du peuplement	Age estimé du peuplement (12.)	
Volume de bois mort	Volume de bois mort (14.)	
Habitats favorables à <i>Osmoderma eremita</i>	Présence d'espèce cible (3.) / <i>Osmoderma eremita</i>	
Microhabitat	Microhabitat (10.)	
Connectivité des îlots	Distance à l'îlot le plus proche (16.)	
Taille des îlots	Surface de l'îlot (15.)	
Sécurité du public	Sécurité (20.)	



Annexe 13: Fiche « îlot – générale » (sans le tableau de mesure du bois mort, identique à la fiche en annexe X)



Type de fiche **Ilot - généralisée**

Projet

Nom de la forêt

Version provisoire

Généralités																		
Identification	jj mm aa n°			Rédacteur(s) / Organisme(s)				N° photos	de à									
Localisation	Latitude N ° ' "				Longitude E ° ' "				Altitude		m							
	Pente		%		Exposition		°											
Échantillon -nage	Type de prospection			Virée			Placette circulaire			Placette rectangulaire								
	Largeur (m)		Longueur (m)		Rayon(m)			Coefficient de pente (cf AT Tableau A)										
	Superficie décrite			Coefficient multiplicateur pour ramener les comptages à l'hectare			x											
Consignes	Essence 1		H ₀ : m		Diamètres seuils		Natura 2000		cm		3xH ₀ cm							
	Essence 2		H ₀ : m				Natura 2000		cm		3xH ₀ cm							
Sentiment de Nature											IN							
1. Le sentiment de Nature que vous ressentez dans cette parcelle est-il ?		Nul 0		Faible 2		Moyen 4		Fort 6		Très fort 8		Exceptionnel 10						
Nature											IN							
Richesse spécifique	2. Habitat forestier (Cf aide Terrain)		Code (Corine biotope)			Habitat patrimonial			Autre									
	3. Présence d'espèce cibles		Espèce 1		Présence impossible 0		Présence potentielle 5		Présence avérée 10									
			Espèce 2		Présence impossible 0		Présence potentielle 5		Présence avérée 10									
4. Arbres (cocher la liste page 3)		Nombre d'espèces indigènes			1 0		]1-4] 3		]4-7] 7		> 7 10			
Habitats	5. Milieux rocheux (cocher si au moins 1% de la surface notée)		Barre rocheuse/ Paroi ombragée 1		Barre rocheuse/ Paroi non ombragée 1		Éboulis stable ou instable 1		Autre affleurement rocheux 1		Gouffre ou grande diaclase 1		7+Σ					
			Grotte 1		Dalle 1		Blocs 1		Muret 0		Tas de pierre 0		Aucun 0					
	6. Milieux humides		Source 1		Tourbière 1		Ruisseau 1		Mare 1		Rivière 1		Cuvette de chablis 1		Aucun 1		7+Σ	
7. Milieux herbacés (% surface cumulée)		]0-1] 0		]1-5] 5		]5-15] 10		]15-50] 5		>50 0				
Indigénat	8. Part du couvert en peuplement indigène (%)		<25 0		]25-50] 1		]50-75] 2		]75-90] 4		]90-100[7		100 10	
Complexité structurale	9. Structure du peuplement		Taillis ; lande ; pâturage boisé ; matorral ou maquis 2			Futaie régulière avec ou sans taillis 5			Futaie irrégularisée, avec ou sans taillis 7									
	10. Surface terrière (m²/ha)		Valeur exacte :]0-10] 0]10-15] 1]15-20] 3]20-25] 5]25-30] 7]30-5] 9		>35 10	
	11. Stratification verticale (au moins 10% de la surface) (cf. AT)		Muscinale 0			Herbacée 0			Arbustive basse 2			Σ						
Arbustive haute 2		Arborescente basse 2		Arborescente haute 2		Émergeants 2												
Dynamisme	12. Stades de succession forestière (cf. AT)		Pionnier 0		Post-pionnier 4		Intermédiaire 7		Quasi complet < 3 phases de la sylvigénèse 8		Complet ≥ 3 phases de la sylvigénèse 10							
Continuité spatiale	13. Couvert forestier autour de l'îlot (ha)		<10 0		]10-100] 2		]100-1 000] 4		]1-10 000] 6		]10-100 000] 8		>100 000 10	
	14. Surface de l'îlot		Valeur exacte : ha		<0.5 0		0.5-5 4		5-10 6		>10 10							
	15. Distance à l'îlot le plus proche		>500m 0		100-500m 5		>100m 10											
Ancienneté	16. Continuité de l'état boisé		Milieu du XIX ^{ème} (carte de l'état major)						Après 1950									
			Labour, vigne, autre 0		Prairies, Pâturage, 1		En limite de bois (< 100) 6		Bois 8		Bois 2		Autre 0					

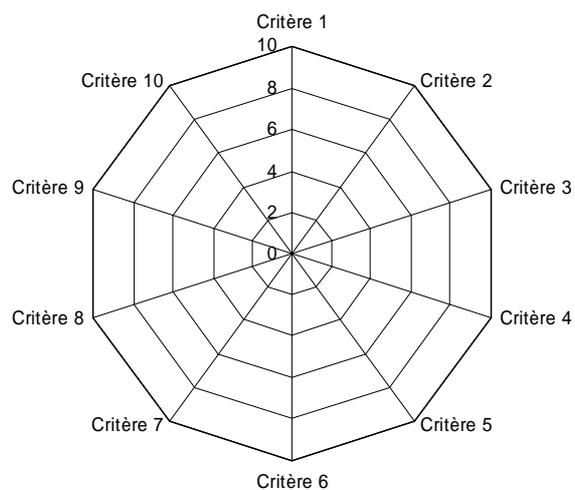
Σ : Somme

Nature (suite)										IN				
Microhabitats	17. Microhabitats des arbres vivants (cochez si présents)	Trou de pic/cavité vide (d>3cm)	Cavité à terreau (d>10 cm)/ bois carié(s>a4)		Charpentière ou cime brisée (d>20cm)		Cavité remplie d'eau (d>10cm)			Σ				
		Lianes ou épiphyte (>1/3 tronc ou houppier)	Décollement d'écorce/fente (l>1cm)		Bois mort dans le houppier (>20%)		Plage sans écorce(s>A4)							
		Cavité de pied	Champignon saproxylique coriace (ø>30cm)		Coulée de sève (résine exclue)		Microhabitat caractéristique de l'espèce X							
	18. Loge de pics ⁴	Pointage :		0	[0-5]	[5-10]	>10	10						
Maturité	19. Age estimé du peuplement (cf AT tableau E)	Très jeune		Jeune		Adulte		Mature		Agé	10			
	20. GB vivants	Pointage essence 1			Pointage essence 2			Total (1+2)						
		<1	[1-5[	[5-10[	≥10			10				
	21. Volume de bois mort (>30 cm de Ø, m ³ /ha)	Somme :		<1	[1-5]	[5-10]	[10-20]	[20-50]	> 50	10				
Stades de décomposition présents (AT tableau F)	1	2	3	4	5	2			Σ					
Empreinte humaine										IN				
Après 1950	22. Date de la dernière coupe	<20		[20-40[		[40-60[		Aucune période			0
Pour les 50 ans à venir	23. Nature des pressions potentielles sur l'îlot	Urbanisation	Exploitation de bois		Espèces envahissantes		Changement climatique		Incendie		1			
		Défrichement	Chasse et faune chassable		Fréquentation		Absence de protection		Aucune		0			
Usages et pratiques										IN				
Sécurité du public	24. Distance depuis chemin balisé	0m		0-30m		30-50m		>50m3			10			
	25. Risque lié aux vieux arbres	Fort		Moyen			Faible			10				
	26. Risque lié à la topographie	Fort		Moyen			Faible			10				
Utilité	27. La parcelle a-t-elle des qualités particulières pour les pratiques suivantes ?	Production de ressources		Valeur pour les cours d'eau		Chasse		Cueillette		Randonnée		Valeur culturelle, patrimoniale		Σ
		Éducation à la nature		Valeur esthétique		Stabilisation des sols		Valeur scientifique		Valeur pour la biodiversité		Autre		1
Rentabilité économique	Volume des bois (V) (m ³ /ha)	Hauteur moyenne de découpe 30 cm			Surface terrière (11.)			Coefficient de forme Feuillus 0,7 ; résineux 0,6						
	=		X				X							
	Qualité	Bois de chauffage/ qualité papier		BO Qualité D		BO Qualité C		BO Qualité B		BO Qualité A				
	Proportion du volume (total =1) (Prop)													
	Prix suivant les qualités (€/m ³) (Prix)													
	Vx PropxPrix	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)				
	Valeurs des bois sur pied = 1+2+3+4+5 € /ha													
	Accessibilité: coût de mobilisation													
	Revenus finaux (A) = (Valeur des bois sur pied – [(V) x coût de mobilisation]) / âge d'exploitabilité € /ha													
	Financement Natura 2000 PACA													
	Zone natura 2000 : OUI (Remplir) NON (financement=0)													
	Classement en îlot : (B)		>10 tiges éligibles /ha		>30 m d'un sentier		- La majorité des arbres du peuplement ont plus de 1,5 x l'âge d'exploitabilité		Oui		2000 €			
Nombre d'arbre éligible (/ha) (C)		Catégorie 1		Catégorie 2		Catégorie 3		Somme du financement de toutes les catégories		0€				
28. Bilan financier (R=revenu moyen de la forêt /ha)														
Financement de îlot (B) + financement des arbres (C) – revenus finaux (A) = € /ha/an														
<-R		0		[-R ; 0[		[0 ; R]		>R		10		

Avis et recommandations : Intérêt du site :
Menaces/Enjeux :
Remarques

**Premier bilan sur les qualités
de l'îlot pour répondre au scénario**

Critère du scénario	Indicateur terrain	Note
<i>Critère 1</i>	<i>Indicateur 1</i>	
<i>Critère 2</i>	<i>Indicateur 2</i>	
...	...	



Annexe 14 : Proposition d'une « fiche matrice » pour la caractérisation de la matrice par le protocole de relevé linéaire



Type de fiche **Matrice réseau**

Projet

Nom de la forêt

Version
Provisoire

Généralités															
Identification	jj mm aa n°				Rédacteur(s) / Organisme(s)										
	Latitude		N ° ' "				Longitude		E ° ' "						
	Etage de végétation		Altitude		m		Pente		%		Exposition		°		
Consignes	Essence 1		H ₀ :		m		Diamètres seuils TGB		cm						
	Essence 2		H ₀ :		m		Natura 2000 ou 3 xH ₀		cm						
Description												IN			
Richesse spécifique	1. Habitat forestier		Code Corine biotope		Habitat patrimonial		Autre								
	2. Arbres (cocher la liste page 2)		Nombre d'espèces indigènes		1		]1-4]		]4-7]		> 7		0	10
Habitats	3. Milieux rocheux		Oui 10 Non 0		4. Milieux humides		Oui 10 Non 0		5. Milieux herbacés (entre 5 et 50% de la surface)		Oui 10 Non 0				
Indigénat	6. Part du couvert en peuplement indigène (%)		<25 0		]25-50] 1		]50-75] 2		]75-90] 4		]90-100[7		100 10	
Complexité structurale	7. Structure du peuplement		Non boisé 0		Taillis ; lande ; pâturage boisé ; matorral ou maquis 2		Futaie régulière avec ou sans taillis 5		Futaie irrégularisée, avec ou sans taillis 10						
	8. Surface terrière (m ² /ha)]0-10] 0]10-15] 1]15-20] 3]20-25] 5]25-30] 7]30-35] 9		>35 10
	9. Stratification verticale (au moins 10% de la surface)		Muscinale 0		Herbacée 0		Arbustive basse 0		Arbustive haute 2		Arborescente basse 2		Arborescente haute 2		Émergeants 2
Micro-habitats	10. Microhabitats des arbres vivants (cochez si présents)		Trou de pic/cavité vide (d>3cm) 1		Cavité à terreau (d>10 cm)/ bois carié(s>a4) 1		Charpentière ou cime brisée (d>20cm) 1		Cavité remplie d'eau (d>10cm) 1						
			Lianes ou épiphyte (>1/3 tronc ou houppier) 1		Découlement d'écorce /fente (l>1cm) 1		Bois mort dans le houppier (>20%) 1		Plage sans écorce(s>A4) 1					Σ	
			Cavité de pied 1		Champignon saproxylique coriace 1		Coulée de sève (résine exclue) 1								
	11. Loge de pics		Oui 10		Non 0										
Maturité	12. Age estimé du peuplement		Très jeune 0		Jeune 2		Adulte 5		Mature 7		Agé 10				
	13. TGB vivants		<1 0		]1-5[3		]5-10[7		≥10 10					
			Pointage essence 1				Pointage essence 2				Total (1 et 2)				
	14. Volume de bois mort (>30 cm de Ø, m ³ /ha)		Valeur exacte : <1 0		]1-5] 2		]5-10] 3		]10-20] 5		]20-50] 7		> 50 10	
Dynamique	15. Stades de succession forestière		Pionnier 0		Post-pionnier 4		Intermédiaire 7		Quasi complet < 3 phases de la sylvigénèse 8		Complet ≥ 3 phases de la sylvigénèse 10				
Ancienneté	16. Continuité de l'état boisé		Milieu du XIX ^{ème} (carte de l'état major)						Après 1950				6		
			Labour, vigne, autre 0		Prairies, Pâture, 1		En limite de bois (< 100) 6		Bois 8		Bois 2		Autre 0		
Empreinte	17. Date de la dernière coupe		<20 0		]20-60[5		Aucune période 10							
	18. Obstacle sur transect (à définir suivant les espèces cibles)		Obstacle infranchissable 0		Obstacle ralentissant 5		Pas d'obstacle 10								

Résumé

Cette étude a établi une méthodologie standardisée de mise en place de réseau d'îlots de sénescence et la mise en œuvre sur le massif du Mont Ventoux. La méthode élaborée apporte des réponses à deux questions essentielles dans la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence :

- i) Comment définir et prendre en compte les différents enjeux liés au contexte écologique et humain : pour quelles espèces ou caractéristiques de l'écosystème mettre en place ce réseau ? Quelles contraintes de gestion, financières ou sociales, ce réseau va-t-il entraîner et sont-elles acceptables ?
- ii) Comment déterminer le réseau d'îlots de sénescences le plus pertinent pour répondre à ces différents enjeux ?

Cette méthodologie se déroule suivant 7 phases, dont 5 ont pu être mises en place sur le Ventoux :

- 1- **Définition des objectifs et contraintes** du réseau qui constituent le *scenario* et qui sont sélectionnés par les porteurs du projet grâce à un outil d'aide à la décision créé lors de cette étude.
- 2- **Transcription technique** qui d'une part traduit en termes chiffrés le scenario et d'autre part met en lien les différents systèmes de protections des écosystèmes pour créer un réseau cohérent dans le contexte considéré.
- 3- **Description des espaces potentiels** à l'aide d'un échantillonnage par pré-repérage et une fiche de relevé basées sur différents indicateurs de qualité environnementale, économique et sociale.
- 4- **Classement des îlots** pour satisfaire au mieux le scenario, grâce à un outil d'aide à la décision (ELECTRE)
- 5- **Evaluation multicritère du réseau d'îlots** obtenu permettant d'une part de vérifier que les objectifs et contraintes du scenario ont bien été respectés et d'autre part pour évaluer l'incidence de la mise en place du réseau sur les critères non sélectionnés par le scenario.
- 6- **Mise en place du réseau** qui passe par la matérialisation sur le terrain, l'inscription dans l'aménagement des îlots ainsi que la demande de financement.
- 7- **Suivi dans le temps** de l'état de conservation du réseau grâce à des inventaires réguliers des îlots.

L'expérimentation de cette méthode nous a permis de proposer un réseau de 73 îlots de sénescence cohérent avec les enjeux du massif du Ventoux et en adéquation avec les volontés des porteurs du projet (ONF, SMAEMV et WWF).

La prise en compte de certains paramètres comme la connectivité et la modélisation des îlots restent encore à approfondir et des pistes de réflexions ont été proposées.