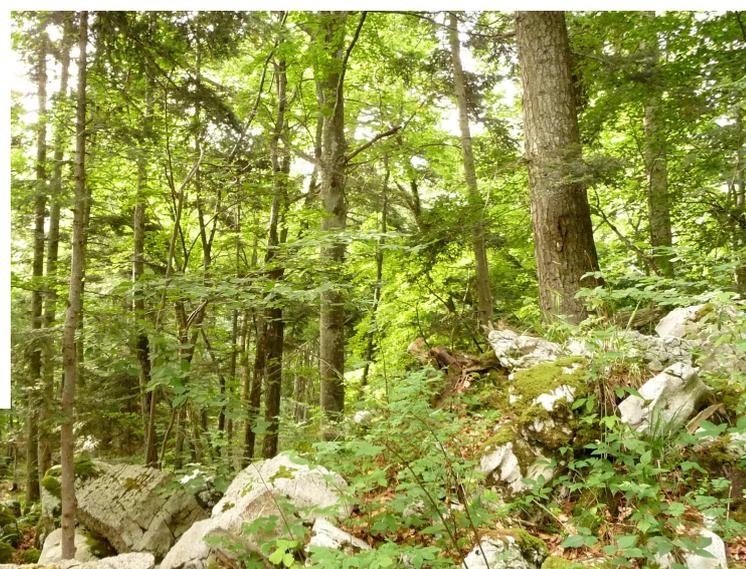
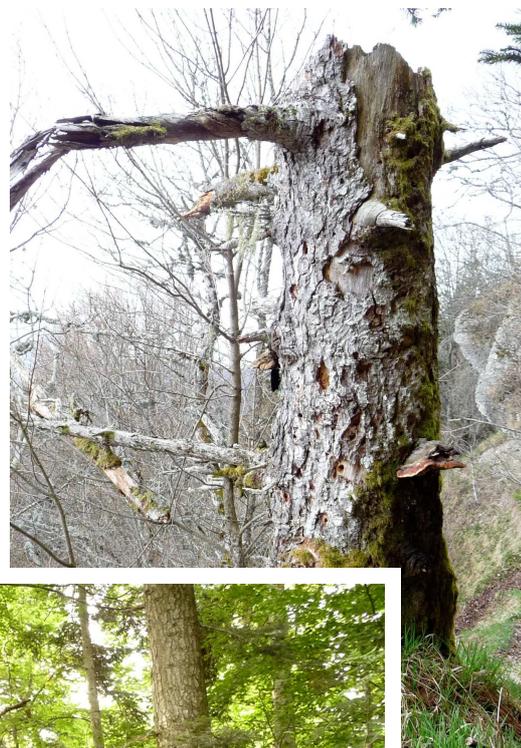


Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne

Etat des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Paul Rouveyrol
16^{ème} promotion FIF 2005-2009

Juillet 2009

Photographies de la page de couverture

A. Rinchet, B. Felten, 2009, Forêt communale de La Motte-Servolex (73)

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

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

F.I.F. - AgroParisTech ENGREF	TRAVAUX D'ÉLÈVES
<p>TITRE : 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.</p>	<p>Mots clés : Ilot de sénescence – bois mort – Electre – analyse multicritères – biodiversité – forêt de montagne</p>
<p>AUTEUR(S) : Paul Rouveyrol</p>	<p>Promotion : 17^e</p>
<p>Caractéristiques : 63 pages / 7 figures / 5 tableaux / 105 pages d'annexes</p>	

CADRE DU TRAVAIL		
<p>Organisme pilote ou contractant : Office National des Forêts, Agence de Chambéry – 42 quai Charles Roissard, 73 000 Chambéry</p>		
<p>Nom du responsable : Lise Wlerick</p>		
<p>Fonction : Chef du service environnement</p>		
<p>Nom du correspondant ENGREF :</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Tronc Commun</p> <p><input type="checkbox"/> Option</p> <p><input type="checkbox"/> Spécialité</p>	<p><input type="checkbox"/> Stage en entreprise</p> <p><input type="checkbox"/> Stage à l'étranger</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Stage de fin d'études</p> <p>Date de remise : septembre 2009</p>	<p><input type="checkbox"/> Autre</p>
<p>Contrat avec Gref Services Nancy <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non</p>		

SUITE À DONNER (réservé au service des études)
<p><input type="checkbox"/> Consultable et diffusable</p> <p><input type="checkbox"/> Confidentiel de façon permanente</p> <p><input type="checkbox"/> Confidentiel jusqu'au/...../..... , puis diffusable</p>

Résumé

L'objectif de cette étude est d'obtenir des lignes directrices pour la mise en place d'îlots de sénescence en forêt de montagne. Une étude bibliographique révèle qu'il subsiste de fortes lacunes concernant les caractéristiques d'un réseau d'îlot de sénescence « idéal ». Une enquête a été réalisée auprès de gestionnaires forestiers et de spécialistes des oiseaux, des chauves-souris, des insectes saproxyliques, des mousses, des champignons et des lichens. Les îlots doivent être placés prioritairement dans les peuplements les plus matures, en cherchant à diversifier les stations. On cherchera aussi à ne pas gêner l'exploitation. Des valeurs chiffrées pour un réseau sont proposées. Ces résultats ont été appliqués au travers de la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence en forêt communale de la Motte-Servolex (73), à l'aide du logiciel d'analyse multicritères Electre III.

Abstract

The aim of this report was to give some guidelines for the setting up of ageing islands networks in mountain forests. A bibliographic study shows that very little is known about how should be an "ideal" ageing islands network. An inquiry has been done among forest managers and scientists who are specialised in the birds, saproxylics insects, bats, lichens, mosses and fungi. Islands must be located in parts of forest with highest maturity, and managers should try to diversify the forest types which are within the islands. The networks must not disturb the harvesting operations. Some data are suggested for the network dimensions. These results have been directly applied to the setting up of a islands network in the forest of La Motte-Servolex, using a multicriterion analysis software: Electre III.

Remerciements

Mes remerciements vont en premier lieu à mon maître de stage, Lise Wlerick, à l'origine de cette étude, qui, tout au long de ces six mois, a soutenu et suivi avec attention mon travail et dont les nombreux conseils m'ont été indispensables. J'ai grandement apprécié son engagement, ses connaissances et sa rigueur. Je remercie aussi Max Bruciamacchie, professeur à l'AgroParistech-Engref, qui m'a apporté une aide décisive, me faisant profiter de toutes ses compétences en la matière et apportant de nombreuses réponses à mes questions. et Gerard Falconnet pour avoir accepté d'être mon professeur référent et pour sa relecture de mon rapport.

Je n'oublie pas les personnes avec qui j'ai travaillé, au premier rang desquels je tiens à remercier Sébastien Laguet, agent forestier à la Motte-Servolex et Jean-Christian Trapes, aménagiste. Merci au premier pour son enthousiasme et pour m'avoir fait profiter sur le terrain de son expérience naturaliste comme de sa connaissance de la forêt, et au deuxième pour son assistance constante et précieuse et son agréable voisinage tout au long de ce stage. Je remercie aussi Stéphane Delavelle pour ses nombreux dépannages informatiques et Cécile Flamand pour son aide au service SIG. Merci aussi à Alexandre Rinchet, stagiaire BTS, pour m'avoir suivi même dans les pentes les plus abruptes de la forêt de la Motte-Servolex. Tous mes remerciements, enfin, à Catherine Biache pour sa minutieuse et indispensable relecture de mon rapport.

Mes remerciements s'adressent aussi à Thibaut Lachat et Rita Buetler, chercheurs au WSL, pour l'aide qu'ils m'ont apporté dans la réalisation du questionnaire et pour avoir, pour le premier, accepté de venir assister à ma soutenance. Merci aussi à Gérard Ponthus et Yvan Orrechioni dont les conseils m'ont également été profitables pour cette phase de mon travail.

Je terminerai en adressant mes plus sincères remerciements à tous les naturalistes et gestionnaires que j'ai rencontré pour ce travail et qui ont tous accepté avec beaucoup de bonne volonté de me consacrer un peu de leur temps, de leurs savoirs et de leur énergie. Ce sont eux qui ont fourni la matière de ce rapport, c'est grâce à leur expérience et leur profonde connaissance des espèces et des milieux forestiers que nous avons pu tirer les conclusions qui sont les nôtres, il était juste de rendre ici hommage à leur contribution.

SOMMAIRE

TABLE DES FIGURES.....	3
TABLE DES TABLEAUX	3
INDEX DES SIGLES UTILISÉS	3
INTRODUCTION.....	4
I - BOIS MORT, VIEUX ARBRES, ARBRES À CAVITÉ, BIODIVERSITÉ ET ÎLOTS DE SÉNESCENCE : ÉTAT DES CONNAISSANCES	6
I- 1- CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....	6
I- 2- LE BOIS MORT DANS LA FORÊT FRANÇAISE.....	6
2- 1- <i>Le bois mort, lacune des forêts gérées</i>	6
2- 2- <i>Un déficit flagrant malgré des difficultés d'évaluation</i>	7
2- 3- <i>Quelles conséquences pour l'écologie des forêts ?</i>	8
I- 3- POURQUOI DES ÎLOTS DE SÉNESCENCE ?.....	8
3- 1 – <i>Les vieux arbres et la biodiversité forestière</i>	8
3- 1- 1- Le bois mort, habitat des insectes saproxyliques	8
3- 1- 2- Usage du bois mort et des arbres vieux et à cavités par les vertébrés	9
3- 1- 3- Mousses, lichens et champignons	10
3- 1- 4- Synthèse : quels facteurs influent sur la richesse spécifique des îlots de sénescence ?.....	10
3- 2- <i>Au-delà de la biodiversité, d'autres fonctions pour les îlots de sénescence ?</i>	11
3- 2- 1- Problèmes posés.....	11
3- 2- 2- Îlots de sénescence et stockage du carbone.....	12
3- 2- 3- Un rôle de protection sanitaire	12
3- 3- <i>La conservation des arbres vieux, morts et dépérissant : au sein d'îlots ou à plus grande échelle ?</i>	13
3- 4- <i>Quelle place pour les îlots de vieillissement : équivalents, complémentaires ou pis-aller ?</i>	13
3- 4- 1- Définitions	13
3- 4- 2- Îlots de vieillissement et de sénescence : avantages et défauts	14
I- 4- NORMES ET PRÉCONISATIONS : ÉTAT DES LIEUX	14
4- 1- <i>Volume de bois mort et arbres à cavités : quel est le minimum acceptable ?</i>	14
4- 1- 1- Volume de bois mort.....	14
4- 1- 2- Densités d'arbres morts, dépérissant ou à cavité.....	15
4- 2- <i>Préconisations en termes d'îlot de sénescence : une approche réseau</i>	15
4- 2- 1- Des préconisations peu documentées.....	15
4- 2- 2- Quelle surface pour l'îlot de sénescence idéal ?	17
4- 2- 3- Quelle proportion de la forêt mettre en îlot de sénescence ?.....	17
4- 3- <i>Îlots de sénescence dans les textes et en pratique : état des lieux</i>	18
4- 3- 1- Normes et préconisations.....	18
4- 3- 1- 1- En forêt relevant du régime forestier	18
4- 3- 1- 2- En forêt protégée : réserves biologiques intégrales et contrats Natura 2000	20
4- 3- 2- Aspects juridiques.....	20
4- 3- 3- Aspects économiques.....	21
4- 3- 4 - La certification forestière : un mode de financement des îlots de sénescence ?	21
I- 5- CONCLUSIONS	23
5- 1- <i>Etat des connaissances : des lacunes pour les îlots et un besoin de lignes de gestion pour les gestionnaires</i>	23
5- 2- <i>La mise en place d'un réseau efficace : une question de cohérence des différentes échelles</i>	23
II- COMMENT CARACTÉRISER UN ÎLOT DE SÉNESCENCE IDÉAL ? MÉTHODOLOGIE DE LA PHASE D'ENQUÊTE.....	24
II- 1- OBJECTIFS DU QUESTIONNAIRE RÉALISÉ	24
II- 2- TYPES D'ACTEURS SONDÉS	24
II- 3- PRINCIPE DU QUESTIONNAIRE	24
II- 4- QUESTIONS RETENUES	25
4- 1- <i>Questionnaire naturaliste</i>	25
4- 2- <i>Questionnaire gestionnaire</i>	27

III – RÉSULTATS DES ENQUÊTES : QUELLES PRÉCONISATIONS SONT POSSIBLES POUR LES ÎLOTS DE SÉNESCENCE ?	28
III- 1- QUESTIONNAIRE NATURALISTE	28
1-1- <i>Caractéristiques de la population sondée</i>	28
1-2- <i>Synthèse des résultats obtenus</i>	29
1-3- <i>Synthèse par groupes d'espèces : quel îlot pour une espèce donnée ?</i>	36
1-3-1- Avifaune	36
1-3-2- Chiroptères.....	36
1-3-3- Insectes saproxyliques	37
1-3-4- Bryophytes.....	38
1-3-5- Lichens.....	39
1-3-6- Champignons	39
1-3-7- Synthèse : convergences et conflits d'intérêt.....	40
III-2- QUESTIONNAIRE GESTIONNAIRE.....	42
2-1- <i>Caractéristiques de la population sondée</i>	42
2-2- <i>Synthèse des résultats obtenus</i>	42
III-3- HIÉRARCHISATION DES CRITÈRES : RÉSULTATS OBTENUS POUR LES COEFFICIENTS ELECTRE DANS LES DEUX QUESTIONNAIRES.....	49
III-3- CONCLUSIONS POSSIBLES : QUE PEUT-ON RECOMMANDER POUR LA MISE EN PLACE D'UN RÉSEAU D'ÎLOTS DE SÉNESCENCE ?.....	51
3-1 <i>Quels critères considérer pour localiser un îlot de sénescence ?</i>	51
3-2 <i>Combien d'îlots ? Sur quelle surface ?</i>	51
3-3 <i>Quels sont les besoins des espèces au sein d'un îlot ?</i>	52
3-4 <i>Où placer l'îlot dans la forêt ?</i>	52
3-5 <i>Quels risques peuvent être liés à la présence d'un îlot ? Comment y remédier ?</i>	52
3-6 <i>Comment situer les îlots les uns par rapport aux autres ?</i>	53
IV- CAS D'APPLICATION : MISE EN PLACE D'UN RÉSEAU D'ÎLOTS DE SÉNESCENCE DANS LA FORÊT COMMUNALE DE LA MOTTE-SERVOLEX À L'AIDE D'UNE ANALYSE MULTICRITÈRES ELECTRE III	53
IV- 1- LA FORÊT COMMUNALE DE LA MOTTE-SERVOLEX : PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	53
IV-2- PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE UTILISÉE : CLASSEMENT DES EMPLACEMENTS POTENTIELS DES ÎLOTS PAR LA MÉTHODE D'ANALYSE MULTICRITÈRES ELECTRE III	54
2-1- <i>Principe de l'analyse</i>	54
2-2- <i>Origine et nature des données utilisées</i>	55
2-3- <i>Construction des neuf indices synthétiques</i>	55
2-4- <i>Résultats obtenus</i>	57
IV-3- BILAN SUR LES RÉSULTATS OBTENUS : LE RÉSEAU MIS EN PLACE EST-IL CONFORME AUX RECOMMANDATIONS ÉMISES DANS LES ENQUÊTES ?	58
3-1- <i>Dimensions du réseau</i>	58
3-2- <i>Intérêt écologique intrinsèque des îlots</i>	59
3-3- <i>Connectivité du réseau</i>	59
3-4- <i>Représentativité écologique du réseau</i>	60
3-5- <i>Prise en compte des risques</i>	60
3-6- <i>Manque à gagner et desserte</i>	60
IV-3- CRITIQUE DE LA MÉTHODE : ELECTRE EST-IL ADAPTÉ AU CHOIX DES ÎLOTS ?.....	61
CONCLUSION	62
BIBLIOGRAPHIE :	63
LISTE DES CONTACTS	68
TABLE DES ANNEXES	72

Table des figures

<i>Fig. 1 : origine des naturalistes consultés.....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 2 : répartition par groupe d'espèces.....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 3 : réponses des naturalistes à la question 42 : quels habitats sont importants pour le groupe d'espèces considéré ?</i>	<i>31</i>
<i>Fig. 4 : critères privilégiés par les gestionnaires pour le choix de la localisation des îlots.....</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 5 : poids moyens affectés par les naturalistes et les gestionnaires aux critères de choix des îlots.....</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 6 : classements des îlots issus de l'analyse Electre et différence de classement entre les naturalistes et les gestionnaires.....</i>	<i>55</i>
<i>Fig. 7 Emplacements des îlots de sénescence choisis.....</i>	<i>56</i>

Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Récapitulatif des différentes recommandations existantes au sujet de la conservation des vieux arbres et du bois mort.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 2 : notes d'intérêt écologique du bois mort en fonction du diamètre.....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 3 : interactions interspécifiques possibles dans un îlot de sénescence</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 4 : pourcentages de réponses communes aux questionnaires entre les six groupes d'espèces.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 5 : Synthèse des besoins des six groupes d'espèces à dire d'experts en matière d'îlot de sénescence.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau 6 : Synthèse des réponses des gestionnaires et comparaison avec les naturalistes.....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 7 : Impact de l'accessibilité, du volume et de la valeur du bois sur le choix des îlots.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 8 : effet des trois facteurs.....</i>	<i>44</i>

Index des sigles utilisés

CCO : Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris, Suisse.
CREN : Conservatoire régional des espaces naturels.
CRPF : centre régional de la propriété forestière.
DDEA : Direction départementale de l'agriculture et de l'équipement.
DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'agriculture et du logement.
FSC : *Forest Stewardship Council*.
IFN : Inventaire forestier national.
PEFC : *Programme for Endorsement of Forest Certification schemes*.
ONF : Office national des forêts.
ONG : Organisation non gouvernementale.
RTM : restauration des terrains de montagne.
WSL : *Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft* (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage).
WWF: *World Wide Fund* (Fonds mondial pour la nature).
ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

INTRODUCTION

La forêt française est cultivée, exploitée pour son bois depuis le néolithique. Même dans les montagnes alpines, cadre de cette étude, il est difficile de trouver quelques hectares où l'Homme ne soit pas aller chercher, quand le besoin s'en faisait sentir, un gros bois de sapin ou de mélèze. Cette pression s'étant accentuée au cours des siècles derniers, la conséquence évidente est un fort déficit en vieux arbres : pour éviter toute dépréciation du bois mais aussi pour optimiser la rentabilité sylvicole, les âges limites d'exploitabilité sont systématiquement très inférieurs à la longévité naturelle des arbres. Longtemps cette situation n'a pas paru poser de problèmes : à l'inverse une forêt constituée d'arbres jeunes, sans arbres morts, dépérissant ou « mal conformés » étaient aux yeux des fonctionnaires de l'administration des eaux et des forêts le gage d'un peuplement sain, vigoureux et le plus à même d'assurer avec efficacité sa fonction de production.

La prise en compte, à la fin du XX^{ème} siècle, des thématiques environnementales et l'irruption du concept de biodiversité dans le vocabulaire des gestionnaires d'espaces naturels ont modifié cette vision des choses. On sait maintenant que ces stades avancés du cycle sylvicole, aussi appelés à juste titre stades tronqués de la sylviculture, sont indispensables à une flore et une faune très diversifiées et représentent une part considérable de la biodiversité forestière. Même si ces espèces demeurent souvent mal connues, il est d'ores et déjà clair que nombre d'entre elles sont parmi les plus menacées de France. La protection des arbres vieux, dépérissant et morts permet la préservation d'un habitat essentiel pour le bon fonctionnement écologique des forêts et représente, de fait, un enjeu majeur pour la protection de la biodiversité en France. L'importance de ce thème est par ailleurs reconnue, aussi bien parmi la communauté scientifique que dans la plupart des documents de gestion, ce qui, étant donné le profond changement de mentalité que cette prise de conscience supposait pour nombre de forestiers, représente déjà un grand pas.

De la prise de conscience aux mesures concrètes, un écart subsiste toujours. Si on excepte le cas des espaces naturels protégés, essentiellement les réserves intégrales, où la protection des stades sénescents se fait efficacement mais de façon sans doute trop morcelée pour être suffisante au niveau national, deux types de mesures sont aujourd'hui communément admises pour améliorer la situation. La première, que nous désignerons tout au long de ce rapport sous l'expression « arbres-habitats », consiste à conserver, au cours des martelages, les arbres présentant un intérêt écologique marqué, essentiellement les arbres morts, à cavités ou dotés d'une architecture particulière. Il s'agit d'une mesure certainement efficace, du moins pour nombre d'espèces, même si certains la jugent trop dépendante du gestionnaire, de sa sensibilité écologiste plus ou moins marquée tout comme de ses compétences naturalistes, et posant problème au niveau de son suivi. L'autre politique, objet de la présente étude, concerne la conservation intégrale des peuplements sur de petites surfaces : les îlots.

Un îlot de sénescence se définit comme une surface de quelques hectares où, dans un souci de conservation des vieux arbres et du bois mort, toute exploitation est abandonnée de façon définitive. Il s'agit donc d'un statut de protection intégrale, bien que la surface concernée soit très réduite avec pour objectif de laisser la forêt en libre évolution. Ils se distinguent nettement des îlots de vieillissement, qui conservent une vocation de production et sur lesquels nous reviendrons au cours de ce rapport.

Le principe d'un îlot de sénescence est donc on ne peut plus simple : une surface où on renonce à toute intervention. Les modalités de mise en œuvre sont cependant beaucoup plus imprécises, et au final, peu d'îlots ont déjà été mis en place. L'objet de cette étude est précisément de combler ces lacunes pour fournir une aide technique aux gestionnaires : où placer préférentiellement ces îlots ? Sur quelles surfaces ? Comment les disposer les uns par rapport aux autres ? Ces îlots ont pour objectif de conserver des habitats favorables, mais aussi, et dans certains cas surtout, de constituer des zones-relais pour les espèces à faible capacité de dispersion. On parlera alors de réseau d'îlots. Quelles caractéristiques doivent avoir ces réseaux pour être efficaces en termes de connectivité écologiques ?

Les îlots sont avant tout mis en place pour protéger des espèces. C'est donc tout naturellement une approche par espèces, ou plus précisément par groupes d'espèces que nous avons privilégiée en choisissant de solliciter l'avis d'experts dans six domaines correspondant à six groupes dits bio-

indicateurs en matières de vieux arbres et de bois mort : les oiseaux forestiers, les chauves-souris, les insectes saproxyliques, les mousses, les lichens et les champignons. A chacun de ces spécialistes nous avons soumis un questionnaire dont l'objet pouvait se résumer en deux questions : existe-il, pour le groupe d'espèces concernées et au vu des connaissances actuelles, un modèle d'îlot de sénescence « idéal » et si oui, comment s'en approcher ?

Mais ces îlots constituent avant tout une mesure de gestion, qui plus est à très long terme. Pour assurer leur pérennité, pour que leur principe soit plus facilement accepté et pour maximiser le nombre de forêts concernées, il est essentiel de prendre en compte de façon optimale les critères de gestion sylvicole. L'objectif est que la mise en place d'îlots devienne une mesure de gestion courante, s'intégrant facilement dans les documents classiques d'aménagement en minimisant son impact sur la sylviculture. C'est pourquoi un second questionnaire a été destiné à un panel de gestionnaires pour récolter leurs points de vue sur la question.

Le but de cette étude est d'apporter aux gestionnaires des préconisations concrètes concernant la mise en place de réseaux d'îlots de sénescence. Elle a été financée par l'Office national des forêts sur des crédits du fonds pour l'écologie et le développement durable. La zone d'étude concerne tout le massif alpin franco-suisse, zone méditerranéenne exceptée.

Le rapport est organisé en trois parties : dans un premier temps une étude bibliographique fait le point sur ce qui est connu sur les fonctions possibles des îlots de sénescence et sur les préconisations déjà existantes en la matière. Puis la phase d'enquête est présentée, avec la méthodologie utilisée et les résultats obtenus aussi bien auprès des naturalistes que des gestionnaires. Enfin un cas d'application a été réalisé avec la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence, suivant les résultats de la présente étude, dans la forêt communale de la Motte-Servolex en Savoie.

I - Bois mort, vieux arbres, arbres à cavité, biodiversité et îlots de sénescence : état des connaissances

I- 1- Contexte de l'étude

La prise en compte de la conservation de la diversité biologique dans la gestion des écosystèmes semble acquise en France et en Suisse au regard des différents textes internationaux ratifiés par ces deux pays. Une Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain a eu lieu à Stockholm en 1982, plaçant pour la première fois la question écologique au premier rang des préoccupations internationales mais c'est le sommet de la Terre de Rio en 1992 qui est généralement considéré comme fondateur en la matière : la notion de développement durable y est définie et les états signataires s'y engagent, au travers d'une convention sur la biodiversité, à mettre en œuvre les actions nécessaires pour conserver la biodiversité sur leur territoire.

Au niveau européen, de telles initiatives avaient cependant déjà été prises : ainsi la convention de Berne, signée en 1979 et entrée en vigueur en 1982 a pour but d'assurer la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel. Elle concerne tout particulièrement notre sujet puisqu'elle comporte une recommandation (n° 52) sur la conservation des habitats d'espèces d'invertébrés dont l'objet est entre autre « d'encourager un aménagement des habitats qui permette d'attacher une importance particulière à la conservation de certains éléments du paysage (bois morts, rus, haies, etc.) ». On citera aussi la mise en place du réseau Natura 2000 qui constitue, on le verra plus loin, un outil pour la préservation des vieux arbres et du bois mort, en application notamment de la directive Habitats de 1992, et qui représente la principale participation européenne à la convention sur la diversité biologique citée plus haut. Pour les pays voisins de l'Union européenne, et c'est le cas de la Suisse, cette mesure est élargie dans le cadre du réseau Emeraude.

Dix ans après Rio, le sommet de Johannesburg en 2002 s'est achevé par un engagement des pays participants à ralentir la perte de biodiversité mondiale d'ici 2010. L'Union européenne a souhaité se montrer plus ambitieuse en déclarant vouloir, sur son territoire, stopper cette érosion de la biodiversité dans le même délai. Pour y parvenir, chaque état membre a dû mettre en place une stratégie nationale pour la biodiversité. La France a adopté la sienne en 2004. Elle se décline en dix plans d'action dont un plan d'action forêt mis en œuvre en 2006. La conservation des stades forestiers sénescents y est explicitement mentionnée ainsi que l'importance de développer des programmes de recherche dans ce domaine. Contrairement à d'autres plans d'action, il ne s'est cependant pas encore réellement traduit pas des actions concrètes.

Le thème de la conservation du bois mort et des vieux arbres se retrouve dans d'autres textes à portée européenne, témoignant d'une prise de conscience grandissante à ce sujet au niveau international. A Lisbonne, en 1998, la conférence ministérielle sur la protection des forêts en Europe l'a clairement inclus dans ses recommandations, en considérant que « les vieux arbres et les îlots de sénescence doivent être laissés/créés en quantité suffisante pour sauvegarder la diversité biologique ». Les conclusions des assises de la forêt du grenelle de l'environnement, clôturées en janvier 2008 et qui comportent un volet intitulé « Protéger mieux la biodiversité en forêt et garantir la gestion durable » devraient aussi aller dans ce sens même si on peut regretter que la thématique des stades sénescents n'y soit pas explicitement mentionnée alors même qu'on y exhorte les gestionnaires à produire plus de bois, ce qui peut éventuellement entrer en contradiction avec les objectifs de conservation affichés.

I- 2- Le bois mort dans la forêt française

2- 1- Le bois mort, lacune des forêts gérées

Le haut degré d'artificialisation des forêts européennes et plus spécifiquement françaises n'est plus à démontrer et résulte de plusieurs millénaires d'exploitation forestière. Greig (1982 *in* Grove, 2002) estime que dès l'an mil, il ne restait plus une seule véritable forêt naturelle en Europe en dehors de la Scandinavie. Aujourd'hui seul 1 % de la surface forestière du continent peut être qualifié de

vierge (Heywood et Watson, 1995 in Gosselin *et al.*, 2004) et en France l'IFN (2005) évalue la part de forêt « non perturbée » à 0,2 %, soit quelques infimes parcelles généralement inaccessibles.

Or quiconque a visité une des rares reliques de forêt tempérée primaire sait que la quantité de bois mort en constitue un des traits les plus spectaculaires (Vallauri *et al.*, 2003). Un des caractères essentiels de l'anthropisation est donc un volume de bois mort très fortement amoindri. La récolte de bois de feu, notamment par les droits d'affouage, puis la sylviculture expliquent l'essentiel de ce déficit (Schiegg 2000) : les éclaircies suppriment les arbres qui seraient rapidement devenus déperissant, les élagages éliminent les branches mortes et les arbres sont récoltés bien avant qu'ils n'atteignent leur stade de maturité. A toutes ces raisons motivées par la recherche d'une bonne rentabilité économique s'est ajouté encore, bien souvent, le simple désir de « faire propre ».

2- 2- Un déficit flagrant malgré des difficultés d'évaluation

Il est important pour situer le problème, de donner un ordre de grandeur du volume de bois mort que l'on peut trouver dans des forêts qu'on considère « naturelles » : des sites références comme la réserve de Bialowieza en Pologne ou celle de Fontainebleau hébergent entre 87 et 256 m³/ha de bois mort (Dudley *et al.*, 2004). En comparaison, la moyenne nationale en France n'est que de 2,2 m³/ha (IFN 2005), avec des variations sensibles sur le territoire, les départements montagnards, aux forêts moins accessibles, étant plus riches en bois mort (6,7 m³/ha en Savoie). La région Rhône-Alpes est la mieux pourvue, avec 3,6 m³/ha. Toujours selon l'IFN, les forêts les plus riches en bois mort sont celles constituées de peuplement mixtes, devant les forêts résineuses et feuillues. Bien que faible, le volume de bois mort est en nette augmentation puisque le même inventaire réalisé quinze ans auparavant faisait état d'un volume à l'hectare de 1,2 m³/ha, même si cette augmentation est probablement due plus à une moindre exploitation des forêts pour des raisons économiques qu'à des mesures de conservation de la biodiversité.

En Suisse le déficit est moins marqué avec une moyenne de 12 m³/ha. En moyenne les forêts européennes ne contiennent que 5 % du bois mort que l'on pourrait s'attendre à trouver dans des conditions strictement naturelles (Dudley *et al.*, 2004).

Malheureusement les chiffres qui viennent d'être commentés n'ont qu'une valeur indicative et ne sauraient être comparés ni avec ceux obtenus dans d'autres pays ni avec ceux issus des inventaires réalisés dans les réserves. Ainsi le protocole utilisé par l'IFN ne prend en compte que les bois sur pied morts depuis moins de cinq ans et les bois morts à terre issus de chablis datant de plus de deux ans et de moins de cinq ans. La méthode est donc très restrictive et on ne s'étonnera pas qu'une autre étude de l'IFN, prenant en compte plus d'éléments a obtenu des valeurs cinq à onze fois plus élevées dans le département du Haut-Rhin (Cluzeau 2005), et encore cette dernière étude ne prenait-elle en compte que les bois dont le diamètre à la base était supérieur ou égal à 65 cm. En prenant en compte la totalité du bois mort, on arrive à des valeurs moins catastrophiques, comme par exemple dans une hêtraie gérée des Pyrénées centrales où le volume de bois mort atteint 16 m³/ha (Prud'Homme et Decker 2005).

L'établissement d'un protocole fiable, largement reconnu et utilisé fait donc partie des priorités actuelles en la matière. Celui-ci doit être suffisamment pratique mais il est clair qu'un minimum de représentativité de tout le volume de bois mort est indispensable, dans la mesure où des données comme celles obtenues par l'IFN sont difficilement interprétables en terme d'habitat pour la biodiversité. Plusieurs protocoles existent au niveau européen (COST4, ForestBIOTA, AFI) mais sont généralement peu utilisés en raison de leur coût et de la lourdeur de leur mise en oeuvre. S'inspirant de ceux-ci, un nouveau protocole a été mis en place pour le compte du ministère de l'écologie et du développement durable français en 2005 dans le cadre du suivi des espaces naturels protégés (Bruciamacchie 2005). Il permet d'obtenir une estimation du volume de bois mort au sol et sur pied ainsi que du flux de bois mort et des stades de décomposition pour un coût raisonnable, et est pour ces raisons appelé à être largement utilisé par les gestionnaires d'espaces naturels.

Enfin on n'oubliera pas que le volume de bois mort, même estimé avec la plus grande précision, ne reste qu'un indicateur, que certains auteurs jugent moins intéressant que la diversité ou la dynamique des microhabitats liés aux vieux arbres mais qui est plus facile à mesurer (Vallauri *et al.*

2003). Surtout il ne doit pas occulter le fait que l'enjeu dépasse la conservation du seul bois mort et inclut aussi les arbres vieux ou dépérissant mais aussi ceux bien portants présentant des microhabitats spécifiques.

2- 3- Quelles conséquences pour l'écologie des forêts ?

Quelles sont les conséquences possibles d'un tel déficit sur la biodiversité forestière ? Là aussi les références ne manquent pas en ce qui concerne les multiples fonctions écologiques remplies par les vieux arbres et le bois mort : microhabitats pour les insectes saproxyliques (Gosselin *et al.* 2004, Lachat et Buetler 2007, Schiegg 1999), et les mousses, lichens et champignons (Gosselin *et al.* 2004, Jonsson *et al.* 2005, Odor 2004), rôles des fissures et cavités pour les oiseaux et les chiroptères (Harris 1998, Angelstam 2003, Bunnell 2002), autres utilisations par les mammifères (Laudenslayer 1998), mais aussi des effets sur les composantes abiotiques des écosystèmes : on citera ainsi une facilitation de la régénération (Pichery 2001, Naiman 2002), particulièrement importante en montagne (Stockli 1996), un rôle majeur dans le cycle des éléments et le stockage du carbone (Kraigher 2004, Vallauri *et al.* 2003) ou encore dans la dynamique des cours d'eau (Naiman 2002) et le contrôle des ravageurs forestiers (Gosselin *et al.* 2004, Laudenslayer 1998, Schiegg 2000).

I- 3- Pourquoi des îlots de sénescence ?

Pour la préservation des milieux liés au bois mort et aux arbres vieux, dépérissant et à cavités, la démarche retenue dans le présent rapport est celle des îlots de sénescence. Nous reviendrons plus tard sur ce qui existe actuellement à ce sujet en matière de normes et de préconisations, cependant il est important de faire, dans un premier temps, un point plus détaillé sur les fonctions écologiques des vieux arbres et du bois mort que ce dispositif est susceptible de favoriser.

3 - 1 – Les vieux arbres et la biodiversité forestière

La problématique la plus traitée en relation avec les vieux arbres et le bois mort, et suscitant le plus de préoccupation de la part des scientifiques, est celle des espèces, animales ou végétales, lui étant directement liées. A cet égard les îlots de sénescence paraissent un outil de protection adapté, étant généralement admis qu'une espèce n'a pas besoin que la totalité de son aire de répartition lui soit favorable pour survivre. Un habitat fragmenté, pourvu que la surface et le degré de connectivité des fragments soient suffisants, convient également.

A l'inverse, les fonctions liées au sol ou à la régénération devraient être peu affectées par la mise en place d'îlots : elles nécessitent une augmentation de la quantité de bois mort sur toute la surface considérée. En d'autres termes, une conservation concentrée sur une partie seulement de la surface, soit typiquement au sein d'îlots, n'est efficace pour ces fonctions données qu'au sein des fragments protégés, et n'est donc pas réellement pertinente.

Tout en tâchant de réaliser un tour d'horizon aussi large que possible, nous considérerons donc essentiellement le thème de la conservation de la biodiversité comme objectif de la mise en place des îlots : l'enjeu reste considérable si on considère que **30 % des espèces forestières dépendraient du bois mort** (Dudley *et al.* 2004).

3- 1- 1- Le bois mort, habitat des insectes saproxyliques

Parmi les espèces dépendant le plus étroitement du bois mort figurent en première ligne les décomposeurs, essentiellement les insectes saproxyliques. Ils sont définis comme ceux étant dépendants, durant une partie de leur cycle, du bois mort, des arbres dépérissant, de la présence de champignons xylophages ou d'autres espèces saproxyliques (Speight 1989 *in* Grove 2000). De l'avis des différents auteurs, leur situation est très préoccupante : Grove (2002) considère ainsi que l'être humain a définitivement gagné la compétition qui l'opposait aux insectes pour l'exploitation du matériau bois, seuls quelques insectes comme les scolytes pouvant encore lui contester son monopole. 1900 espèces dépendraient du bois mort en France pour les seuls coléoptères, soit 20 % du total des

coléoptères français (ONF 2005, Gosselin *et al.* 2004). On estime **que 20 à 50 % des espèces saproxyliques présentes sur le territoire sont menacées** (Gosselin *et al.*, 2006), soit une proportion supérieure à celle des mammifères au niveau mondial, et un bon nombre d'entre elles ne seraient plus présentes qu'au sein de populations relictuelles qui, en l'absence d'intervention, sont condamnées à disparaître (Grove 2002).

Très nombreuses, **les espèces d'insectes saproxyliques sont également très variées**. On en retrouve aussi bien parmi les xylophages stricts que parmi les détritivores, consommateurs de matière organique déjà dégradée, les parasites, parasitoïdes et prédateurs. Leurs rôles sont multiples : accélération de la décomposition, création de microhabitats favorables voire vecteurs de transport pour les autres décomposeurs ou encore exportation des nutriments vers le sol (Gosselin *et al.* 2004). Une conséquence de cette diversité est la très grande variété de leurs besoins spécifiques : plusieurs études montrent un fort impact du diamètre, du degré de décomposition, du taux d'humidité, de l'espèce du champignon décomposeur ou encore de l'exposition du bois mort sur la composition du cortège d'insectes saproxyliques (Gosselin *et al.* 2006, Grove 2002, Pyle 2002, Jonsson *et al.* 2005). L'essence est également un facteur important et ce même si la spécificité stricte à un hôte est peu fréquente (Grove 2002). La distinction résineux/feuillus est essentielle (Bunnell 2002). Il en résulte qu'il est difficile de déterminer, de façon synthétique, quelles mesures bénéficieraient à un nombre le plus important possible d'espèces. Jonsson *et al.* (2005) considère ainsi que tous les types de bois mort ayant leur propre espèce ou groupe d'espèces associé, il est impossible de donner des règles de gestion durable pour toutes les espèces et qu'il n'existe pas de volume de bois mort qui satisferait toutes les espèces. Sur cette notion de volume, il existe cependant des normes générales, sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

3- 1- 2- Usage du bois mort et des arbres vieux et à cavités par les vertébrés

Après les insectes saproxyliques, le groupe d'espèces le plus fréquemment cité dans les recherches sur les vieux arbres concerne les oiseaux cavernicoles. **40 % des espèces d'oiseaux forestiers sont dépendantes des cavités** qu'offrent les arbres morts, dépérissant ou en bonne santé (Gosselin *et al.* 2006). On distingue les cavernicoles primaires, comme les pics, qui creusent eux-mêmes les cavités qu'ils vont utiliser, et les cavernicoles secondaires comme la Sittelle torchepot (*Sitta europaea*) qui utilisent des cavités déjà formées. La présence des premiers est donc indispensable aux seconds, avec parfois des relations de spécificité plus strictes : ainsi la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) nécessite des cavités de dimensions telles que seul le Pic noir (*Dryocopus martius*) est capable de les creuser (Blondel 2003, Vallauri *et al.* 2003). D'autres oiseaux, comme les grimpeaux (*Certhia familiaris* et *C. brachydactyla*) utilisent l'espace entre écorce et aubier sur les arbres dépérissant pour nidifier.

C'est aussi le cas des chiroptères, autre grand groupe de cavernicoles forestiers, pour certaines espèces étroitement inféodées aux arbres morts et dépérissants. Bunnell *et al.* (2002) estiment qu'en Amérique du nord la plupart des espèces de chauves-souris utilisent les arbres morts comme gîte ou lieu de reproduction. **L'utilisation en tant que terrain de chasse est tout autant, voire plus importante encore, même si le nombre de gîtes naturels serait le principal facteur limitant pour les populations de chiroptères actuellement en France** (CREN 2005) ce qui souligne le caractère crucial de la gestion des vieux arbres en ce qui les concerne. Outre les espaces infra-corticaux et les fissures, les gîtes peuvent être fournis par les cavités naturelles dont les caractéristiques sont alors déterminantes pour évaluer la qualité de l'habitat vis-à-vis de ces espèces. L'essence semble avoir également une importance avec une préférence pour les feuillus (Schofield 2004).

Enfin d'autres usages du bois mort ont été recensés : gîte et abris pour les mammifères et dépôts des œufs pour les amphibiens (Bull 2002), sites de stockage, de chasse, perchoirs, passages sécurisés ou encore outil de communication pour les pics (Harris et Laudenslayer 1998, Ligo 2002). Pour les espèces ne tolérant pas les extrêmes en matières de température ou d'humidité, comme de nombreux amphibiens, le bois mort à terre offre également un habitat tamponné particulièrement intéressant (Heatwole 1962 in Bunnell *et al.* 2002). Ce ne sont ainsi pas moins de 18 utilisations différentes du bois mort par les vertébrés qui sont recensées par Bunnell (1999 in Gosselin *et al.* 2004).

3- 1- 3- Mousses, lichens et champignons

Outre les espèces animales, le bois mort est aussi l'habitat de tout un cortège floristique original, essentiellement des bryophytes et des lichens, sans oublier bien sûr les champignons qui sont essentiels au processus de décomposition en même temps qu'ils constituent la base de plusieurs chaînes alimentaires. La relation entre le bois mort et les mousses, lichens et hépatiques a été assez peu étudiée (ONF 2005), on peut cependant noter un point essentiel : elle est largement gouvernée par la capacité de dispersion des espèces, généralement faible (Jonsson *et al.* 2005). Quant aux facteurs influençant la distribution des espèces, on retrouve en bonne place la taille de l'arbre mort, le degré de décomposition (Odor 2004) et l'essence (Bunnell 2002).

Comme souvent les études disponibles ne concernent que les forêts boréales et nord-américaines, ce qui permet cependant de se faire une idée de l'enjeu : Dajoz (1998 *in* Gosselin *et al.* 2004) estime ainsi qu'en Suède 40 % des espèces mousses dépendraient du bois mort (contre seulement 20 % des coléoptères). Les bryophytes sont donc bien un groupe taxonomique étroitement lié à notre problématique. On a déjà souligné l'importance du degré de décomposition : elle s'explique comme pour les insectes par l'existence d'un mécanisme de succession interspécifique. Les premiers stades sont favorables aux espèces épiphytes facultatives, puis, à mesure que la décomposition progresse, celles-ci sont remplacées par les épixyliques strictes précoces puis tardives avant que ne s'installent enfin les bryophytes épigées (Gosselin *et al.* 2004). Cette succession reposerait principalement sur une variation des nutriments selon les stades de décomposition.

On estime à quelques milliers le nombre d'espèces fongiques saproxyliques en France (Richard *et al.* 2003). L'enjeu est important : **les champignons peuvent représenter jusqu'à 25 % de la richesse spécifique d'une forêt** (Vallauri 2003). De plus ils se caractérisent par une proportion élevée d'espèces faiblement représentées, donc d'autant plus vulnérables en cas de raréfaction de leur habitat (Richard *et al.* 2003). **Il s'agit également souvent d'espèces clés de voûte, dont la présence est essentielle à de nombreux autres organismes**, soit parce qu'ils sont capables de dégrader certains composés du bois qui nourriront ensuite les détritivores soit parce que leurs carpophores sont eux-mêmes consommés par des insectes.

3- 1- 4- Synthèse : quels facteurs influent sur la richesse spécifique des îlots de sénescence ?

Habitats atypiques, il n'est guère étonnant que les milieux liés au bois morts et aux vieux arbres accueillent une biodiversité très spécifique. On peut cependant souligner l'importance de cette biodiversité ainsi que la diversité des groupes taxonomiques concernés. Des caractéristiques communes se dégagent néanmoins, comme des degrés divers de spécificité vis-à-vis des caractéristiques du bois mort : essence, taille, volume, exposition, etc. **Le caractère dynamique du bois mort est aussi un aspect essentiel** : de l'arbre vivant au bois entièrement humifié, plusieurs auteurs font ainsi état d'une véritable succession dans laquelle chaque stade de décomposition correspond à un habitat particulier, tant du point de vue physique que chimique, avec une biodiversité associée spécifique (Gosselin *et al.* 2004, Schiegg 2000). Il suppose aussi, de la part des espèces saproxyliques, et notamment des moins mobiles, une capacité forte à supporter des mécanismes d'extinctions localisées et de colonisation (Jonsson *et al.* 2005). A cet égard plusieurs auteurs notent que **la mobilité des espèces dépend de la durabilité de leur habitat** : les espèces exploitant le bois déperissant, phase courte, sont beaucoup plus mobiles que celles vivant dans les habitats plus pérennes correspondant aux stades de décomposition plus avancés (Grove 2002, Jonsson *et al.* 2005). Tous ces aspects dynamiques sont essentiels et doivent impérativement être pris en compte dans tout type de mesure de gestion du bois mort (Harmon 2002).

On peut déjà s'efforcer de dresser une première liste de facteurs susceptibles d'affecter la biodiversité liée aux vieux arbres les plus fréquemment cités dans la littérature. Les caractéristiques physiques du bois mort lui-même apparaissent évidemment en première ligne : les notions de volumes, de diamètre, de densité ou encore de diversité sont abondamment documentées, tout comme les critères liés à la connectivité et aux dynamiques de population en général, sur lesquels on passera

rapidement dans la mesure où leur effet est relativement simple : les maximiser augmente généralement la biodiversité. Le degré de décomposition est un autre élément essentiel et plus complexe dans la mesure où chaque stade de décomposition semble avoir sa flore et sa faune associées. Dans cette optique, **la meilleure politique semble de conserver une part significative de chaque stade, ce qui revient à assurer une « continuité temporelle » dans l'écosystème considéré**, point crucial pour de nombreux auteurs (Dodelin *et al.* 2004, Gosselin *et al.* 2006).

L'essence est un autre facteur déterminant (Grove 2002, Gosselin *et al.* 2004). Deux distinctions majeures apparaissent : l'opposition résineux-feuillus (Bunnell 2002) et, dans une moindre mesure, espèces autochtones-exotiques, ce dernier point étant malheureusement peu documenté. **Les feuillus sont unanimement reconnus comme plus favorables à la biodiversité** : synthétisant moins de composés secondaires destinés à lutter contre l'herbivorie, ils sont plus favorables aux insectes et pourrissent plus vite, donc présentent plus d'intérêt pour les champignons et les oiseaux, autant en matière de source de nourriture que de cavités (Bunnell 2002, Blondel 2003, Laguet 2007). On a vu qu'ils étaient également préférables pour les mousses (Schofield 2004). Cependant les conifères ne sont pas sans intérêt non plus : ils accueillent des espèces très spécifiques, souvent rares, et comme, vivants, leurs propriétés mécaniques ne leur permettent de remplir que peu de fonctions en termes d'habitats, certaines espèces qui leur sont liées nécessitent spécifiquement des arbres morts et ne peuvent se contenter d'individus dépérissant (Gosselin *et al.* 2004). Dans le cadre de la gestion forestière, les espèces en question sont donc particulièrement menacées si aucune mesure spécifique n'est prise.

On peut s'essayer à un classement des essences les plus intéressantes pour la biodiversité. En termes de richesse en espèces d'insectes saproxyliques, **le Chêne arrive en tête, suivi du Bouleau et du Tremble puis du Hêtre**. Viennent ensuite l'Epicéa, le Peuplier et les Pins (Schiegg 2000, Gosselin *et al.* 2004). Dans le contexte de cette étude, essentiellement montagnard, le Tremble, le Hêtre et l'Epicéa sont donc les essences qui devraient concentrer les enjeux de conservation, à condition que ce classement, établi en plaine, reste valable en montagne.

Il est cependant important de souligner qu'il ne s'agit là que d'une approche parmi d'autres : outre le nombre total d'espèces associées, certaines essences sont intéressantes par leurs nombres d'espèces associées spécifiques, soit que l'on ne trouve sur aucune autre essence, c'est le cas du Chêne ou du Pin, ou par l'originalité de leur assemblage d'espèces associées, comme le Saule, le Charme et le Noisetier (Gosselin *et al.* 2004). On notera que les essences citées pour les cavités sont souvent les mêmes que celles favorables aux insectes saproxyliques.

Enfin l'étude de l'effet du bois mort sur la diversité doit s'envisager d'un point de vue dynamique mais ne doit pas non plus négliger la complexité des **interactions interspécifiques** mises en œuvre. Quelques exemples sont bien connus : on a déjà évoqué la dépendance des espèces cavernicoles secondaires aux trous creusés par d'autres espèces, on peut aussi citer celle de certaines espèces d'insectes par rapport aux champignons dont ils consomment le carpophore ou qui décomposent le bois d'une manière spécifique (Grove 2002, Vallauri 2003) ou inversement de certains champignons qui utilisent des insectes saproxyliques comme vecteur pour pénétrer dans le bois (Jonsson *et al.* 2005).

3- 2- Au-delà de la biodiversité, d'autres fonctions pour les îlots de sénescence ?

3- 2- 1- Problèmes posés

On a déjà évoqué les autres fonctions que pouvaient remplir les vieux arbres en forêt : participation au cycle des minéraux, facilitation de la régénération, protection des sols, effet microclimatique, etc. Les îlots de sénescence peuvent-ils aussi être utiles à cet égard ? Deux problèmes se posent : comme on l'a expliqué précédemment, une espèce liée au bois mort n'a pas besoin que l'intégralité de la surface d'une forêt lui soit favorable en termes de microhabitats pour prospérer, d'où l'idée de l'utilisation d'îlots. Il n'en va pas de même pour des fonctions qui ne s'appliquent que sur la stricte emprise spatiale du bois mort comme les fonctions liées au sol. Si on

considère que les îlots couvrent autour de 5 % de la surface du peuplement, l'apport de leur mise en place en ce qui concerne ces fonctions risque d'être tout autant limité.

Par ailleurs ces fonctions sont *a priori* un argument pour convaincre les gestionnaires du bien-fondé des îlots puisqu'ils favorisent la production de matière ligneuse (cas de la régénération) ou limitent les impacts de l'exploitation (protection des sols). Cependant l'intérêt de conserver du bois mort pour favoriser la production de bois dans un lieu, l'îlot de sénescence, qui ne sera par définition pas exploité, semble difficilement défendable.

3- 2- 2- *Ilots de sénescence et stockage du carbone*

Il semblerait donc que pour que ces fonctions soient remplies, des mesures de conservation du bois mort en dehors des îlots, de façon plus diffuse, soient nécessaires, à moins que dans certains cas l'effet bénéfique du bois mort au niveau du sol notamment dépasse l'emprise de l'îlot, hypothèse non abordée dans la littérature. Cette option mise à part et en dehors de la conservation de la biodiversité, une seule fonction subsiste : la capacité à stocker le carbone dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique (Vallauri 2003, Kraigher 2004, Dudley 2004).

Vallauri (2003) estime que si les forêts françaises augmentaient leur volume de bois mort jusqu'à 15 m³/ha, cela équivaldrait, en termes de carbone, à ce que stockerait pendant 50 ans la plantation de 30 000 ha de forêt. On en déduit que l'établissement d'îlots de sénescence sur 5 % de la surface forestière française, contenant chacun une moyenne de 100 m³/ha de bois mort, valeur très raisonnable en l'absence d'intervention, équivaldrait déjà à 10 000 ha de plantation. Cette évaluation s'appuie sur l'idée que les forêts constituent, même en phase sénescence, des puits de carbone : Luysaert *et al.* (2008) estiment ainsi que les forêts anciennes seraient responsables d'au moins 10 % de la séquestration totale du carbone au niveau mondial.

Cette hypothèse est cependant à considérer avec précaution : elle est en effet largement remise en cause puisque allant à l'encontre de la théorie d'Odum (1969), communément acceptée et selon laquelle les forêts âgées présenteraient un bilan carbone neutre, seules les forêts jeunes étant capables de fixer du carbone. Par ailleurs Luysaert reconnaît lui-même que les forêts captent moins de carbone quand elles sont plus âgées, et d'autres soutiennent que des forêts gérées sont des puits de carbone plus efficaces, grâce à la mobilisation du bois, que des forêts en évolution naturelle (ONF 2009). La discussion reste donc largement ouverte à ce sujet. Le devenir du bois récolté mais aussi l'échelle de temps utilisée (quelques dizaines d'années ou plusieurs siècles) jouent très certainement un grand rôle dans le bilan carbone obtenu.

3- 2- 3- *Un rôle de protection sanitaire*

Néanmoins on retiendra qu'en dehors de la conservation de la biodiversité, les fonctions des îlots de sénescence sont soit limitées soit mal connues. Ce constat valide le choix qui a été fait dans notre démarche de travailler en s'appuyant sur les connaissances d'experts naturalistes. En dehors du stockage de carbone, il ne reste qu'une seule fonction qui s'applique à tout le peuplement : **conserver du bois mort augmente le nombre d'organismes décomposeurs mais augmente aussi leurs parasites et prédateurs, de sorte que les phénomènes de pullulations de ravageurs sont tout à la fois moins fréquents et moins intenses** (Harris et Laudenslayer 1998, Schiegg 2000, Gosselin *et al.* 2004).

La seule exception à ce phénomène concerne les peuplements composés majoritairement d'Épicéas, où le volume de bois d'Épicéa dans les premiers stades de décomposition doit être limité en raison du risque de pullulation de l'*Ips typographe* (Schiegg 2000). Gilg (2005) propose d'établir une zone tampon entre les peuplements laissés en sénescence et les pessières de production. Ce cas de figure est, dans le cadre de la présente étude, loin d'être marginal, l'épicéa représentant en région Rhône-Alpes, 12 % de la surface forestière et pas moins de 24 % du volume sur pied total (IFN 2008). L'enjeu est donc de taille et doit être pris en compte dans la suite de notre démarche.

Le cas de l'épicéa mis à part, il y a donc un effet sanitaire des îlots de sénescence qui peut intéresser le gestionnaire, mais on voit bien qu'il est directement lié à la conservation de la

biodiversité et reste dans la même logique que toutes les fonctions décrites précédemment. Les îlots de sénescence conservent donc comme fonction première la conservation d'habitats spécifiques.

3- 3- La conservation des arbres vieux, morts et dépérissant : au sein d'îlots ou à plus grande échelle ?

Notre étude porte sur la définition d'un îlot de sénescence idéal et repose par conséquent sur le postulat de l'utilité de l'îlot de sénescence, considéré comme mesure de conservation des habitats liés au bois mort la plus pertinente à cette échelle spatiale, c'est-à-dire entre l'arbre et la réserve intégrale. Il n'en demeure pas moins bon de tenter une remise en question : s'agit-il réellement de la mesure la plus efficace et la plus aisément réalisable ? Pourquoi ne pas plutôt appliquer des mesures conservatoires sur l'ensemble de la surface forestière ? Ne vaut-il pas mieux préférer la conservation d'arbres « bios » ou « arbres-habitat » sur la totalité de la surface forestière ?

La réponse à ces questions n'est pas aussi évidente que ce que l'on pourrait imaginer. L'idée de mettre en place des îlots de sénescence pour pallier le déficit de bois mort fait encore débat. Même si, pour notre part, c'est cette politique qui sera privilégiée, il est important de ne pas négliger cette réflexion. Le principe fondateur est que le volume de bois mort des forêts gérées est nécessairement, pour de nombreuses raisons, très inférieur à celui des forêts naturelles. Pour ne pas renoncer à toutes les fonctions qu'il peut assurer, il faut donc, en plus d'une augmentation forcément limitée, réussir à optimiser écologiquement ce faible volume (Gosselin *et al.* 2004). Pourquoi alors choisir une disposition spatiale agglomérée, de type îlots plutôt qu'une autre ? Étonnamment peu d'arguments apparaissent dans la littérature et **c'est finalement le côté pratique qui paraît seul justifier les îlots, également préférables du point de vue de la sécurité et pour des questions de meilleure résistance au vent** (Gosselin *et al.* 2004, Durboudieu 1997).

Globalement l'efficacité d'une conservation du bois mort sur une petite surface paraît acceptée, même si, comme on l'a déjà évoqué, cette mesure perd toute utilité si le reste du peuplement est un désert absolu en matière de bois mort (Okland 1996 *in* Gosselin *et al.* 2004). Alors même qu'elle est recommandée par les gestionnaires (Mortier et Drapier 2005), sa pertinence économique ne fait pourtant pas l'unanimité, Bunnell *et al.* (1999 *in* Gosselin *et al.* 2004) estimant qu'il n'est « pas certain qu'une combinaison d'opérations sylvicoles de conservation des microhabitats soit plus efficace économiquement que la conservation de parcelles entières non gérées ». Angelstam (2003) considère même que pour être efficace financièrement, mieux vaut atteindre des volumes de bois mort objectifs sur une surface de 100 ha que mettre en place des îlots de sénescence. On notera cependant que ces deux derniers auteurs s'exprimaient dans le contexte de la gestion forestière en Amérique du nord, sensiblement différent des problématiques européennes. D'un point de vue écologique, la situation est là aussi loin d'être tranchée : la dispersion des arbres morts, découlant de la mise en place des îlots, est favorable aux vertébrés cavicoles secondaires mais défavorable aux cavicoles primaires, en raison sans doute de comportements sociaux différents. Elle est également défavorable aux coléoptères cavicoles qui sont généralement peu dispersifs. La réponse des insectes saproxyliques est elle mal connue (Bouget et Gosselin, 2005).

Pourquoi alors choisir des îlots de sénescence ? Pas nécessairement plus efficaces qu'une autre politique, ils ne le sont pas moins pour autant. L'argument pratique, non négligeable, le fait qu'il s'agit d'une mesure simple dans sa réalisation, puisqu'il ne s'agit que de ne pas intervenir, déjà éprouvée et faisant intervenir peu de paramètres de contrôle (essentiellement la surface) suffit à trancher en leur faveur, tout en gardant un regard critique et en se gardant de considérer qu'une fois l'îlot mis en place, peu importe la gestion faite à côté.

3- 4- Quelle place pour les îlots de vieillissement : équivalents, complémentaires ou pis-aller ?

3- 4- 1- Définitions

Les îlots de sénescence ne sont pas la seule possibilité s'offrant aux gestionnaires : beaucoup de textes font, comme on le verra plus loin, aussi mention d'îlots de vieillissement. L'ONF établit une

distinction très claire entre les deux types d'îlots : alors que l'îlot de sénescence se définit comme une zone où le peuplement est « laissé en évolution libre sans intervention culturale et conservé jusqu'à son terme physique », soit l'équivalent d'une réserve biologique intégrale de très faible dimension, **l'îlot de vieillissement garde une vocation de production** mais voit son âge d'exploitabilité sensiblement augmenté, jusqu'au double du cycle sylvicole. L'objectif est d'obtenir de très gros bois, et ce à l'aide éventuellement de coupes d'amélioration au sein même de l'îlot, tout en y pratiquant une « application exemplaire des mesures en faveur de la biodiversité (bois mort au sol, arbres morts, arbres à cavité) » (ONF 2005). Il est bien précisé que l'exploitation des arbres en îlots de vieillissement doit se faire « avant toute dépréciation économique » (ONF 2006).

L'expression « îlot de vieux bois », terme parfois employé, désigne quand à elle l'ensemble des îlots de sénescence et de vieillissement.

3- 4- 2- Îlots de vieillissement et de sénescence : avantages et défauts

L'îlot de vieillissement est donc un espace conservant une production économique, donc une mesure générant *a priori* moins de pertes de revenus que l'îlot de sénescence. Il semble par conséquent plus facile à faire accepter par les gestionnaires, d'autant plus que l'engagement porte sur une durée plus courte. De plus Gosselin *et al.* (2004) le jugent plus intéressant qu'un simple allongement de l'âge d'exploitabilité de tout le peuplement car permettant d'aller plus loin, sans pertes économiques trop importantes, dans la sénescence. Mais constitue-t-il pour autant une alternative possible aux îlots de sénescence ?

Il est évident que **l'îlot de vieillissement, s'il peut s'avérer intéressant, ne peut remplacer les îlots de sénescence** : un îlot de vieillissement est constitué au mieux de gros arbres matures à sénescents accompagnés de quelques individus remarquables (bois mort et à cavités). Cette mesure peut ainsi améliorer sensiblement l'habitat de certaines espèces, comme les cavernicoles mais son intérêt paraît beaucoup plus limité pour les saproxyliques (Gilg 2005).

Les stades bois mort et en cours de décomposition ne sont en effet pas l'objet de ce type de protection et la faune associée n'est pas protégée par cette mesure. Certains auteurs vont même plus loin : Lachat et Buetler (2008) considèrent que les îlots de vieillissement peuvent avoir un impact négatif sur la biodiversité. Récolter un très gros bois déperissant, à la fin du cycle de l'îlot, c'est en effet détruire une communauté alors qu'elle venait tout juste de s'installer. Des îlots de vieillissement non permanents représentent donc une rupture profonde de la continuité spatio-temporelle que nécessite la biodiversité associée aux vieux arbres (Gilg 2005). Ce problème pourrait éventuellement être partiellement résolu par la présence d'îlots de sénescence proches, qui serviraient de zones refuges jusqu'au remplacement de l'îlot de vieillissement exploité. Cette possible complémentarité entre îlots de vieillissement et de sénescence ne semble malheureusement avoir fait l'objet d'aucune étude, chaque auteur n'ayant considéré que l'une des deux mesures, et ce alors même que des gestionnaires comme l'ONF préconisent l'usage des deux îlots. Un approfondissement des recherches dans ce domaine serait assurément très profitable pour l'établissement de règles de gestion efficaces.

I- 4- Normes et préconisations : état des lieux

4- 1- Volume de bois mort et arbres à cavités : quel est le minimum acceptable ?

4- 1- 1- Volume de bois mort

L'importance de la conservation du bois mort vis-à-vis de la biodiversité forestière est donc claire, et des préconisations en termes de gestion existent depuis déjà quelques années, bien qu'elles restent pour la plupart empiriques et que les différents points de vue ne convergent pas nécessairement. Faire un état des lieux de ces recommandations constitue un préliminaire essentiel à notre étude pour déterminer quels sont les besoins réels en la matière.

Même si cela ne correspond pas directement à l'approche îlot de sénescence, il est important de faire le point sur ce qui est considéré comme un volume de bois mort minimal acceptable pour la biodiversité forestière. L'établissement d'une valeur minimale standardisée est l'objet de nombreuses

discussions, certains auteurs n'hésitant pas à mettre en doute la possibilité même d'établir cette valeur (Jonsson *et al.* 2005, Harmon 2002). Ces débats mettent cependant en valeur l'importance croissante de la prise en compte de la gestion du bois mort en forêt, allant parfois jusqu'à la promotion d'une véritable « morticulture » (Grove 2002, Harmon 2002), qui n'a cependant pas encore trouvé sa traduction française.

Malgré tout, les gestionnaires disposent déjà de quelques valeurs de référence concernant ce qui serait souhaitable de trouver dans nos forêts. Alors que la moyenne actuelle est de 2,2 m³/ha (donnée IFN 2005, avec toutes les réserves énoncées plus haut), **le chiffre de 5 m³/ha semble être unanimement reconnu comme un minimum absolu acceptable** (Gosselin *et al.* 2004, ONF 2005), soit moins que ce que l'on trouve actuellement dans les forêts suisses. Des valeurs supérieures semblent cependant préférables, soient sous la forme de concentrations localisées (Gosselin *et al.* 2004), soit sur toute la surface : le WWF fixe ainsi le seuil à des valeurs beaucoup plus élevées : 20 à 30 m³/ha, valeur également requise par Lachat (2008). D'autres préfèrent s'exprimer en termes de pourcentage de volume sur pied : les valeurs satisfaisantes seraient alors comprises entre 3 et 5 % (Gosselin *et al.* 2006, Gerardin 2001), ce qui correspond globalement aux mêmes volumes.

On gardera cependant à l'esprit que si ces chiffres donnent lieu à discussion, c'est aussi parce qu'il n'est de toute façon pas nécessairement possible de fixer un seuil à une valeur dont toute augmentation est jugée favorable. Dans ce cadre le débat est plus politique : quel sacrifice est acceptable pour les sylviculteurs et jusqu'où peut-on descendre pour les naturalistes. Par ailleurs donner une valeur standardisée pour tous les écosystèmes forestiers du territoire n'a guère de sens d'un point de vue scientifique : il dépend trop fortement du taux de décomposition qui n'est pas le même dans tous les milieux.

4- 1- 2- Densités d'arbres morts, dépérissant ou à cavité

En ce qui concerne le nombre d'arbres morts, dépérissant et/ou à cavités à conserver, la littérature est moins abondante et les avis plus divergents encore. On se contentera de constater que les préconisations s'échelonnent entre un arbre mort de diamètre supérieur à 45 cm pour 3 hectares et 27 arbres morts de diamètres variables à l'hectare, avec de nombreux intermédiaires (Harris et Laudenslayer 1998, Gosselin *et al.* 2004). La marge de décision est donc pour le moins importante. Le problème est de savoir quel est le degré minimal de biodiversité que l'on souhaite préserver. Cependant Gosselin (2006) considère qu'au dessus de cinq à dix gros arbres morts à l'hectare, ce facteur cesse d'être limitant et qu'il n'est donc pas utile d'aller au-delà.

Outre la densité, le critère important en la matière est le diamètre. Des arbres plus gros sont plus susceptibles de présenter des cavités de taille suffisante, offrent un microclimat plus tamponné et une meilleure protection contre les prédateurs, sont plus résistants aux intempéries et présentent une plus grande diversité de cavités (Bunnell *et al.* 1999 in Gosselin *et al.* 2004). Bunnell considère d'ailleurs qu'**il est préférable de privilégier les gros arbres à cavités et les gros arbres morts plutôt que d'augmenter la densité de ces arbres, toutes classes confondues**, dans la mesure où il a montré que l'abondance des oiseaux cavernicoles est liée à la densité des gros arbres morts et non à celle des petits arbres morts. Par ailleurs les arbres de gros diamètre présentent l'avantage non négligeable de durer plus longtemps, leur décomposition étant plus lente (jusqu'à 300 ans selon Gosselin *et al.*). Pour les valeurs, Bunnell (2002) estime qu'au-delà de 50 cm les besoins de la plupart des oiseaux sont satisfaits, chiffre concordant avec ce qu'on peut trouver par ailleurs dans la littérature et qui oscille entre 25 et 45 cm (Harris et Laudenslayer 1998, Vallauri *et al.* 2003, Gosselin *et al.* 2004).

4- 2- Préconisations en termes d'îlot de sénescence : une approche réseau

4- 2- 1- Des préconisations peu documentées

Beaucoup d'auteurs s'accordent sur le fait que les connaissances sont actuellement insuffisantes en matière d'îlots de sénescence (Gosselin *et al.* 2004). Le sujet n'a pas fait l'objet d'étude spécifique, les valeurs fournies plus loin étant purement empiriques, généralement citées à

titre de recommandation en fin de publication et sans plus de justifications. Le manque de données est flagrant, les seules valeurs disponibles étant celles à dire d'experts. On s'efforcera cependant de recenser les préconisations existantes. Le tableau ci-dessous présente un bilan de ce qui est recommandé dans la littérature.

Auteur	Année	surface îlot	% surface mis en îlot	Quantité de bois mort (m ³ /ha)	Nombre d'arbres morts/à cavités /ha
Dubourdieu (manuel d'aménagement ONF)	1997				1 arbre sénéscent ou mort 0.2 à 2 arbres à cavité
Harris	1998				0.35/ha diam >45
Gerardin	2001	1-2 ha	5 %	5 %	
Vallauri	2003			15	2 chablis + 2 volis diam > 45
Dudley	2004			20-30	
Tositti et Cauchetier	2004	1 ha + 50 m de zone tampon			
Gosselin	2004	3 ha	2-5 %	5 à 20 m ³ selon auteurs minimum 5-15 en prévoyant localement des concentrations plus fortes	5-10 gros arbres morts ou 2 >50cm (Bunnell 1999) ou 4 >35 cm (Thomas 1979) ou 27 diam var (McComb et Lindenmayer 1999)...
Branquart et Liègeois	2005	01 – 10 ha			2 gros bois chablis + réserver 1 arbre d'intérêt biologique par rotation et par 2 ha
Charte du Morvan (ONF)	2005	≥0.15 ha (irrégulier) ≥0.5 ha (régulier)		>5 m ³ /ha bois fort (N2000 pour Îlots de vieil.)	
CREN Midi-Pyrénées	2005				15 arbres morts et 10 arbres à cavité
Gosselin	2006	>1 ha (Am. Nord) varier : 1 à 10-20 ha	>1-2 % hors îlots de Vieil.-RBI 15 % (Am. Nord) 2-5 % (obj ONF)	3-5% du volume sur pied	Non limitant si > 5-10 gros arbres morts/ha
Lachat	2008	Quelques ares pour maintien temporaire, 1 ha pour maintien bois mort en permanence	4-7%		
Lachat	2008	> 4 ha pour avoir toutes phases ou îlots tournants > 0.5 ha	10 %	20-30 m ³	
Projet de note de service ONF	2009	0,5 à 5 ha	3 %		

Tableau 1 : Récapitulatif des différentes recommandations existantes au sujet de la conservation des vieux arbres et du bois mort

Outre les valeurs de surface, des conseils existent concernant la mise en place même des îlots. En cas de déficit de bois mort, quelques auteurs préconisent d'en créer arbitrairement. Tous les

moyens ou presque ont été testés, avec des succès divers (Grove 2002, Gosselin *et al.* 2006) : creusement artificiel de cavités, annélation, inoculation de pourriture, utilisation de phytocides, coupe du haut des arbres, et jusqu'au dynamitage ou à la plantation de sections de troncs d'arbres Outre les coûts imposés par de tels méthodes, voire les risques environnementaux dans certains cas, le problème est qu'elles ne favorisent pas la continuité temporelle de l'habitat : le bois passant directement de l'état vivant à l'état mort, certains stades sont court-circuités, comme la phase de bois déperissant, essentielle pour de nombreuses espèces. **La solution la plus économique et offrant de surcroît les meilleurs résultats reste de laisser faire la nature en laissant croître, vieillir et mourir les arbres.** C'est aussi celle qui est la plus largement recommandée (Vallauri *et al.* 2003, Gosselin *et al.* 2006).

Enfin une fois le réseau d'îlots mis en place, il est essentiel de veiller à assurer leur suivi (Gosselin *et al.* 2006), notamment en ce qui concerne le volume de bois mort. Gosselin recommande d'attribuer cette tâche à l'Inventaire Forestier National, pour des raisons de moyens, d'expérience et de compétence et pour assurer la cohérence à l'échelle géographique où sera appliquée la mesure de mise en îlots. Ce suivi suppose implicitement de disposer d'un protocole d'évaluation du bois mort efficace et reconnu, comme cela a été évoqué plus haut.

4- 2- 2- *Quelle surface pour l'îlot de sénescence idéal ?*

Outre les valeurs concernant la totalité du peuplement, quelques chiffres sont également proposés pour le cas des îlots de sénescence, qui nous intéresse plus spécifiquement. Des surfaces entre 0,5 et 3 ha sont généralement citées (Lachat et Buetler 2007, ONF 2005, Gerardin 2001, Gosselin *et al.* 2004). Des valeurs plus faibles (0,15 ha) ne sont conseillées que pour des peuplements irréguliers (ONF 2005). Tositti et Cauchetier (2004) décrivent eux un réseau d'îlots d'un hectare mais entourés d'une zone tampon de 50 m, traitée en futaie irrégulière avec un allongement conséquent, jusqu'au double, de l'âge d'exploitabilité.

Gosselin *et al.* (2006) conseillent de varier ces surfaces avec des îlots plus étendus, compris entre 1 et 20 ha. Lachat et Buetler (2008) distinguent cinq classes de surface : quelques ares pour le maintien temporaire d'une phase de sénescence, 1 ha pour le maintien permanent de bois mort, quelques dizaines d'hectares pour conserver toutes les cinq phases de la sylvigénèse et plusieurs centaines d'hectares pour en protéger toute la diversité. Or tous les auteurs considèrent qu'**au dessus de 20 ha, le terme d'îlot n'est plus pertinent, la notion de réserve, donc de dispositifs de protection plus lourds, étant préférable.** Evidemment dans des contextes écologiques très différents ces préconisations ne sont plus valables : à titre purement informatif, le ministère de l'environnement québécois recommande, en forêt boréale, de ne pas descendre au-dessous de 100 ha pour les îlots de vieillissement (Déry et Leblanc 2005).

Un îlot isolé n'est de toute manière pas capable d'assurer seul la conservation de la biodiversité dans un peuplement, d'où l'importance de la notion de réseaux, qui peut se quantifier par le pourcentage de surface mis en îlot de sénescence.

4- 2- 3- *Quelle proportion de la forêt mettre en îlot de sénescence ?*

Proposer une part minimale de surface à mettre en îlot de sénescence est le complément indispensable de la surface des îlots eux-mêmes. Les préconisations faites par les scientifiques sont là aussi très variables, mais il faut dans chaque cas démêler l'effet du contexte géographique et le fait qu'on inclut ou non dans ce pourcentage les réserves et îlots de vieillissement. **2 à 7 %**, ce qui reste encore assez peu précis, **constitue une bonne synthèse de ce qui est conseillé** (Gosselin *et al.* 2004, Lachat 2007).

Ces chiffres sont à mettre en parallèle avec ce qui existe actuellement. **En Rhône-Alpes 202 hectares ont été classés en îlots de sénescence, soit 0,3 % de la surface des forêts publiques de la région** (ONF 2009). Si on se réfère à la surface forestière totale, privés compris, on n'atteint que la part infime de 0,1 %. Cette proportion augmente cependant si on ajoute les autres formes de protection intégrale existantes pour atteindre 1,29 % des forêts publiques (3,8 % des domaniales) et 0,32 % du total, ce qui reste largement en deçà des préconisations précédemment citées, même si la cible au

niveau national pour l'ONF est déjà dépassée dans la région (voir plus loin). Certes en prenant également en compte les surfaces en série d'intérêt écologique général, on atteint 2,79 % de la surface forestière qui bénéficie de fait d'une gestion en libre évolution mais il ne s'agit en aucun cas d'îlots, les surfaces de chaque série étant trop importantes, et cela ne peut constituer, seul, un réseau suffisamment efficace.

Ces chiffres peuvent paraître faibles et donner l'impression d'une forte anthropisation de la forêt dans le massif alpin. Ils ne doivent cependant pas occulter le fait que, pour la région Rhône-Alpes, **45% des forêts productives** (38 % étant privées et 7% publiques) **sont classées par l'IFN comme « très difficiles d'exploitation »**. On peut imaginer qu'une grande partie de cette surface n'a pas été exploitée depuis plusieurs décennies et ne le sera pas avant longtemps. Le problème est alors de savoir si ces zones, a priori situées dans des situations inaccessibles, sont suffisantes en termes de connectivité. Quoiqu'il en soit, on comprend aisément que ce critère d'accessibilité est très clairement à prendre en compte lors de la mise en place d'un réseau d'îlots.

4- 3- Ilots de sénescence dans les textes et en pratique : état des lieux

4- 3- 1- Normes et préconisations

Trois cas se présentent dans le contexte de la gestion forestière française : les forêts relevant du régime forestier, c'est-à-dire gérées par l'Office National des Forêts, les forêts privées et les forêts dotées d'un statut spécial de protection. Les modalités de la conservation du bois mort sont étroitement liées à ces trois cas de figure. Hors Natura 2000, il n'existe aucun texte fournissant des directives de gestion du bois mort pour les forestiers privés, dont nous limiterons l'étude aux aspects juridiques et économiques traités plus loin. On citera néanmoins la charte de certification PEFC qui mentionne la question du bois mort, avec les réserves qui pourront être exposées plus loin. Par ailleurs, un plan de réseau de forêts naturelles a été établi en région Rhône-Alpes : il prévoit d'augmenter de 500 ha par an la surface mise en îlot. Il est cependant, comme on le verra plus tard, plutôt destiné aux communes.

Pour les deux autres cas, deux types de documents font autorité : les textes officiels de l'Office National des Forêts et ceux concernant l'application de la démarche Natura 2000.

4- 3- 1- 1- En forêt relevant du régime forestier

35 % de la surface des forêts relevant du régime forestier a un objectif déterminant autre que la production (Mortier et Drapier 2005). La prise en compte du rôle du bois mort est présente dans les textes de l'ONF depuis 1993, date de parution du guide « prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière ». D'autres documents mentionnent l'importance de conserver du bois mort. Sont ainsi prescrits la conservation :

- d'au moins un arbre mort par hectare (diamètre supérieur ou égal à 35 cm),
- de un à deux arbres à cavités par hectare,
- d'au moins un volis et une chandelle par hectare en cas de chablis,
- d'arbres « remarquables »,
- d'îlots de vieillissement avec comme objectif la production de très gros bois (jusqu'au double de l'âge d'exploitabilité) de qualité sur des surfaces de 0,5 à 5 ha, jusqu'à 5 % de la surface totale de la forêt,
- et enfin d'îlots de sénescence pouvant atteindre 5 ha sur 1 % de la surface.

Ces mesures ont été reprises et précisées dans un projet de note de service rédigé en 2008. L'objectif pour les îlots de vieux bois (vieillissement et sénescence) est d'atteindre 3 % de la surface, avec une cible de 1 % au terme de trois aménagements. Pour les seuls îlots de sénescence, la valeur à atteindre est de 1 %, réserves biologiques intégrales incluses, avec un effort étalé sur le calendrier suivant : 60% de l'objectif en 2012, 80% en 2020, 100% en 2030. Dans les zones « à forts enjeux de préservation de la biodiversité (cœur des parcs nationaux, réserves naturelles), ou dans des zones à très faible potentialité de mobilisation des bois à des coûts économiques acceptables, y compris par câble

(zones dites de « libre évolution ») ou encore en fonction de l'accompagnement financier qui pourrait être obtenu (contrats Natura 2000, subventions diverses ...), on pourra aller jusqu'à 5% d'îlots de vieillissement et 3% d'îlots de sénescence, voire plus en zone de montagne où l'on s'attachera particulièrement à préserver les vieilles forêts à caractère subnaturel.

En région Rhône-Alpes, les chiffres annoncés sont nettement plus ambitieux : le réseau d'îlots de sénescence en forêts publiques devra être complété à raison de 500 hectares par an au minimum de 2009 à 2013 soit 2 500 hectares pour 5 ans, en plus des 202 hectares existants fin 2007, pour l'ensemble des forêts publiques avec, compte tenu de l'avance en forêts domaniales, un effort à porter essentiellement sur les forêts des collectivités.

Si de telles préconisations méritent d'être saluées, elles restent marginales en termes de gestion au niveau national : seule une page (sur deux cent quarante et une) du manuel d'aménagement forestier est consacrée au sujet. Par ailleurs **elles sont généralement non contraignantes**, jusque dans leur formulation : le règlement national d'exploitation forestière stipule ainsi que des arbres morts ou déperissant ou des îlots « peuvent être maintenus », sans plus de détails. On notera aussi le « jusqu'à 5 % » de la surface totale pour les îlots de vieillissement, expression on ne peut moins restrictive du point de vue environnementaliste, ou encore, dans le manuel d'aménagement, les formules du type « dans la mesure du possible » ou « le maintien de certains bois » qui laissent libre cours à toutes les interprétations.

On peut citer aussi le « guide de sylviculture de montagne » (1997) qui préconise la conservation d'arbres morts ou sénescents mais sans donner aucune indication chiffrée. Le même flou prévaut dans le schéma régional d'aménagement pour la région Rhône-Alpes (ONF 2006) : on se contente d'y inciter les gestionnaires à « maintenir (...) des arbres morts ou à cavités » ou encore à « constituer progressivement des îlots de sénescence ». Malgré tout, il est très positif de voir que, à défaut de disposer de recommandations efficaces, **le thème de la conservation du bois mort est présent dans tous les documents faisant autorité en matière de gestion forestière publique**, ce qui constitue malgré tout un progrès sensible par rapport à ce qui pouvait se faire dans les décennies précédentes.

Si, dans les textes les plus récents, l'ONF donne des indications chiffrées, un manque important subsiste, souligné par Gilg (2005) : aucune distance maximale entre deux îlots n'est proposée, laissant libre le gestionnaire de concentrer tous ses îlots dans une zone peu accessible du massif, ce qui pourrait faire perdre de son efficacité au réseau ainsi créé. La seule référence retrouvée à ce sujet n'est guère encourageante : le schéma régional d'aménagement pour la région Rhône-Alpes (ONF 2006) précise que les îlots de sénescence « n'ont pas une distribution homogène dans l'espace », l'idée sous-jacente étant clairement de les réserver aux zones très peu productives et déjà peu exploitées, et non pas d'assurer une bonne connectivité écologique inter-îlots.

Par ailleurs le problème est double : quoique allant dans la bonne direction, **les préconisations de l'ONF en matière de conservation du bois mort seraient, au regard de ce que recommandent les scientifiques, insuffisantes** (Gosselin *et al.* 2004). Le classement de seulement 1 % de la surface en îlot de vieux bois, donc îlot de sénescence compris, ce qui constitue le minimum prévu, est en effet très largement inférieur à ce que recommandent les scientifiques (Gosselin *et al.* 2006, Lachat et Buetler 2008). De plus elles ne sont pas toujours appliquées par le personnel sur le terrain. Enfin on peut regretter que ces mesures ne s'appliquent, selon le projet de note de service de 2008, qu'aux forêts dont la surface dépasse 300 ha. Cette limite est peu élevée pour les forêts domaniales, généralement étendues, mais se révèle plus restrictive pour les forêts des collectivités, dont la taille moyenne, en France, est de 180 ha (IFN 2005), et ce d'autant plus que dans les forêts communales, cette mesure n'a que valeur de proposition, le choix de classer ou non des peuplements en îlots relevant du bon vouloir du propriétaire.

4- 3- 1- 2 En forêt protégée : réserves biologiques intégrales et contrats Natura 2000

Mortier et Drapier (2005) soulignent que **la contribution la plus importante de la forêt publique en termes de conservation du bois mort est apportée par les réserves biologiques intégrales**, ce qui met en valeur le rôle central que jouent actuellement le réseau d'espaces naturels protégés, au détriment de la gestion « ordinaire ».

En dehors des réserves biologiques, **Natura 2000 est un outil majeur pour la conservation du bois mort**. Dans le cadre d'un contrat Natura 2000, un propriétaire peut en effet recevoir une indemnisation pour maintenir sur pied pendant toute la durée du contrat, soit trente ans, des arbres de diamètre supérieur à un seuil fixé, variable suivant l'essence, au titre de la mesure K de la circulaire DNP/SDEN n° 2004-3 du 24 décembre 2004. En réalité cette mesure s'apparente plus à un îlot de vieillissement au regard de sa durée d'application même si le contrat a pour vocation d'être renouvelé. De plus elle concerne souvent plus l'échelle de protection arbre plutôt qu'îlot. A cet égard la situation varie selon les régions, les annexes de la circulaire correspondante citent parfois expressément le terme d'îlot de sénescence, et recommandent de grouper les arbres maintenus en bouquets ou ne concernant que les arbres isolés. Dans les régions concernées par notre étude, l'indemnisation Natura 2000 ne s'applique que par arbre en Rhône-Alpes, et peut s'appliquer aussi bien pour un arbre que pour un îlot en Franche-Comté. La Suisse n'étant pas dans l'Union européenne, elle n'est bien évidemment pas incluse dans le programme Natura 2000.

On notera que l'indemnisation n'est pas appliquée pour les arbres se trouvant dans une situation d'absence de sylviculture, par choix (réserve intégrale existante ou en projet,) ou par défaut (parcelles non accessibles) et ne concernent que les essences principales, le principe retenu étant celui d'exclure les essences qui ne sont pas susceptibles de produire un bois d'œuvre de qualité, et donc pour lesquels l'effort économique fait par le propriétaire pour justifier une aide financière ne paraît pas évident.

La mesure K des contrats forestiers Natura 2000 semble être le seul texte officiel encadrant le maintien de bois mort. Dans les réserves naturelles, la conservation du bois mort et des vieux arbres s'intègre au sein du plan de gestion, au cas par cas et sans réglementation particulière.

4- 3- 2- Aspects juridiques

La législation française est assez contradictoire en matière de conservation du bois mort (Gravet 2005) : d'une part le droit classique est plutôt défavorable aux arbres morts, le propriétaire étant incité à l'abattre au nom de la prévention des risques (voire du remembrement). D'autre part un autre droit, issu du code de l'environnement et code forestier, donne des outils pour le défendre. La loi du 9 juillet 2001 a consacré la gestion durable des forêts garantissant leur diversité biologique. Le Grenelle de l'environnement, dont la loi d'application est en cours de vote, est allé dans le même sens, soulignant la nécessité de conserver la biodiversité « ordinaire » et de mettre en place, au travers des trames vertes et bleues, un véritable réseau de corridors écologiques dans lequel pourraient s'inscrire les îlots de sénescence. Mais si on descend à un niveau plus concret la situation est parfois ambiguë.

Pour la forêt publique, l'article L. 133-1 du Code forestier prévoit que le document d'aménagement prend en compte les objectifs de gestion durable et la fonction écologique de la forêt (Gravet 2005). C'est d'ailleurs chose faite aujourd'hui, les aménagements faisant généralement mention d'une part du massif à mettre en îlot, souvent sans s'engager plus en détail toutefois. Pour les propriétaires privés, la situation est beaucoup moins claire : l'article L. 5 du Code forestier impose aux propriétaires forestiers de contribuer par une gestion durable à l'équilibre biologique du pays, mais ne dénie naturellement pas le droit du propriétaire à rechercher d'abord la rentabilité économique pour son peuplement. En pratique la seule législation valable en la matière repose sur les mécanismes contractuels de Natura 2000, déjà évoqués plus haut. On notera aussi le cas assez fréquents des arrêtés préfectoraux contraignant les propriétaires à retirer les arbres scolytés pour des raisons sanitaires.

Puisque, en forêt, il n'existe pas véritablement de textes obligeant à éliminer ou conserver le bois mort, le seul point où l'aspect juridique intervient véritablement concerne la sécurité des personnes. En théorie, en cas d'accident lié à la chute de bois mort, le propriétaire est, selon l'article

1382 du code civil, pénalement responsable (ONF 2005). En pratique les accidents de la sorte semblent rarissimes et la présence de bois sénescents n'augmenterait qu'en quantité infime le risque, même en bordure de sentiers ou de chemins forestiers (Vallauri *et al.* 2003). Néanmoins plusieurs auteurs considèrent qu'il s'agit d'un élément à prendre en compte dans la gestion et déconseillent de placer les îlots de vieux arbres à proximité de sites fréquentés par le public (Dubourdiou 1997), ou bien recommandent de conserver une distance minimale entre les îlots et les sentiers de l'ordre de 50 m (Gosselin *et al.* 2004). Cependant, si des mesures adaptées sont prises (information, abattage des sujets les plus dangereux), Lachat et Buetler (2007) considèrent qu'il n'est pas impossible d'installer des îlots dans des zones à vocation d'accueil du public, ce qui permet de plus de leur apporter une dimension pédagogique.

4- 3- 3- Aspects économiques

On a vu que les auteurs s'étaient penchés sur l'aspect économique du problème notamment en ce qui concerne le principe même d'îlot de sénescence. La situation était loin d'être tranchée, la supériorité en terme d'efficacité économique des îlots étant mise en doute (Bunnell 1999, Angelstam 2003). En supposant malgré tout que c'est cette mesure que l'on retiendra, est-elle viable économiquement ?

En forêt publique, la conservation du bois mort semble être une démarche acquise, puisque la conservation de la biodiversité fait partie intégrante des missions de l'Office National des Forêts, encore que celui-ci doit disposer des moyens nécessaires. En forêt privée à l'inverse conserver du bois mort peut encore être perçu comme un gaspillage. Dans le cadre d'un contrat Natura 2000, une indemnisation est prévue pour chaque arbre conservé, en fonction de son essence. En dehors de ce cas aucun programme de subvention n'existe pour inciter les propriétaires à agir pour la biodiversité. Mais y a-t-il réellement un coût à maintenir en place des arbres dépérissant ?

Certains auteurs (De Turckheim 2005, Peyron 2005) soutiennent que ce coût, s'il existe, est en tout cas très limité. En dehors de la délimitation sur le terrain, la seule dépense engendrée correspond au manque à gagner généré par l'abandon du bois. Or les bois les plus intéressants au niveau écologique sont très souvent des sujets sans valeur monétaire. De plus ils ne prennent généralement que peu de place, place qui peut encore être réduite par un éhoupage si besoin, l'idée étant de conserver au moins une chandelle. Si on considère la faible recette qu'aurait engendré la vente du bois, la concurrence nulle à quasi-nulle qu'engendre l'arbre mort laissé en place, et qu'on y retranche des frais d'exploitations souvent non négligeables, le bilan risque fort de ne pas être si négatif pour le propriétaire décidant de laisser un arbre en place. Il l'est d'autant moins si on prend en compte les bénéfices écologiques qu'en retire la forêt et qui se traduisent généralement par une hausse de la productivité positive en termes d'économie, même si ce bénéfice est évidemment difficile à chiffrer (Peyron 2005).

On peut cependant regretter que, à quelques exceptions près (Chevalier 2008, Biache 2009) concernant la forêt de plaine, ces auteurs se soient limités au cas des arbres isolés sans réfléchir à celui plus spécifique des îlots de sénescence qui pourrait entraîner une plus grande perte financière, notamment parce que sur toute la surface d'un îlot, la probabilité d'avoir des arbres valorisables économiquement est plus importante et que l'argument de la faible concurrence créée par les arbres conservés n'est plus recevable lorsqu'on crée un îlot de un ou deux hectares.

4- 3- 4 - La certification forestière : un mode de financement des îlots de sénescence ?

A l'heure où de nombreuses voix s'élèvent pour la prise en compte des fonctions non marchandes de la forêt, la vente de bois continue, avec la chasse, de constituer l'essentiel de la source de revenus pour les propriétaires forestiers. De plus, même si, on l'a vu plus haut, la conservation du bois mort pourrait ne pas être si coûteuse qu'il y paraît, il n'en reste pas moins que la question du financement est cruciale pour les propriétaires privés. Une des solutions, comme pour d'autres aspects de conservation de la biodiversité forestière en forêt gérée, pourrait passer par la certification forestière, outil classiquement proposé pour rétribuer les services non marchands rendus par les écosystèmes forestiers.

La certification forestière s'est essentiellement développée au début des années 1990 et est actuellement dominée, au niveau national comme au niveau international, par deux labels : PEFC (*Programme for Endorsement of Forest Certification schemes*) et FSC (*Forest Stewardship Council*). Le principe est que le gestionnaire, en adhérant à l'un ou l'autre de ces organismes, s'engage à respecter un certain nombre de normes définissant une « gestion durable » et respectueuse des milieux naturels. En contrepartie il obtient le droit de vendre ses produits en y apposant un label attestant de sa certification, label sensé leur apporter une plus-value économique non négligeable au regard de la forte demande sociale en la matière, les consommateurs étant en moyenne disposés à payer plus pour un produit certifié. Ce système est aujourd'hui en expansion continue, tant au niveau du marché que des surfaces certifiées, PEFC dominant largement, au niveau mondial et plus encore en France, sur ce dernier point : en 2008, 37% des forêts françaises étaient certifiées PEFC contre seulement 0.1 % pour FSC (données ONF 2008 et FSC-France 2007). L'ensemble des forêts domaniales françaises est par ailleurs certifié PEFC. A l'inverse, en Suisse 60 % de la superficie forestière totale est certifiée FSC (donnée WWF Suisse 2009).

Qu'en est-il de la gestion du bois mort dans les critères pris en compte par les certifications ? En ce qui concerne PEFC, la synthèse des normes régionales que fait Hardelin (*in Vallauri 2003*) est sévère : 12 régions sur 20 n'en font pas même mention dans leurs critères. Quatre le font de façon très vague, à travers une « incitation » à se former et à s'informer sur « l'utilité du bois mort et des arbres âgés ». Les quatre restantes s'en tiennent à des préconisations qui, bien qu'elles aient le mérite d'être chiffrées, restent modestes : un arbre mort à l'hectare (soit le minimum défini par l'ONF) en Provence-Alpes-Côte d'Azur ou deux à quelques arbres morts et vieux par hectare en Auvergne, Franche-Comté et Lorraine.

En réalité, cet état des lieux concerne uniquement le cahier des charges du propriétaire : pour chaque région, il existe aussi un document de politique de qualité de la gestion forestière durable, plus complet. Ainsi celui de Rhône-Alpes se fixe-t-il comme objectif d' « augmenter le volume de bois mort en forêt », sans toutefois préciser comment y parvenir ni le volume objectif. Cependant, dans d'autres régions, aucune allusion n'est faite au problème de la conservation des vieux arbres (Limousin, Ouest, Champagne-Ardenne...) et il n'en reste pas moins qu'il eût pu être bon que le propriétaire s'engage clairement sur ce sujet en choisissant la certification, et ce d'autant plus quand on voit que le premier critère énoncé dans le cahier des charges recommande de « diminuer les accumulations de bois », comme c'est le cas pour la région Rhône-Alpes.

On peut alors se demander alors si FSC se montre plus exigeant. Le bois mort n'est pas mentionné dans les principes et critères, à vocation internationale, de l'institution, mais on le retrouve dans ses déclinaisons nationales en Europe, avec des objectifs quantifiés. Cependant, une analyse des préconisations faites pour la Suisse révèle que la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence ne fait manifestement pas partie de la politique de FSC. En ce qui concerne la quantité de bois mort, des objectifs ambitieux sont pourtant affichés: le propriétaire s'engage à atteindre 15 m³ de bois mort et 5 à 10 « arbres de valeur écologique » à l'hectare, le tout étant contrôlé par une évaluation sur le terrain. Pour les îlots, à l'inverse, il est seulement précisé que « des îlots de vieux bois doivent être délimités » sans aucune quantification. Ces îlots « restent au-delà de la révolution normale », ce qui paraît bien la moindre des choses et se situe largement en deçà des îlots de vieillissement tels que définis par l'ONF (jusqu'au double du cycle sylvicole). Ils demeurent sur pied « éventuellement » jusqu'à la phase bois mort. FSC, certification réputée la plus exigeante en matière de normes environnementales, en Suisse, pays traditionnellement perçu comme protégeant bien son patrimoine naturel, est donc en la matière moins contraignant que l'ONF : les seuls îlots prévus sont en réalité des îlots de vieillissement avec une durée minimale inférieure et sans surface imposée. On notera de plus qu'aucune preuve n'est exigée, contrairement à ce qui est demandé pour le volume de bois mort.

Cet apparent laxisme se doit d'être rapidement tempéré : FSC impose, en Suisse, de placer 5 % de la surface forestière en réserve intégrale, mesure pour le moins ambitieuse et pouvant s'apparenter à un îlot de sénescence. Mais il s'agit en vérité d'une politique très différente : la surface des réserves ainsi créées doit dépasser 20 ha, surface très supérieure aux préconisations citées précédemment dans la littérature. Il s'agit donc bien d'une réserve et non d'un îlot. On imagine alors mal, sauf cas de fort engagement personnel, qu'un propriétaire, ayant déjà accepté de renoncer à

exploiter 5 % de sa forêt, mette également en place des îlots en dehors de ces réserves alors que rien ne l'y incite, surtout s'il est par ailleurs contraint de conserver une forte quantité de bois mort dans tout son peuplement. Par un effet pervers, de telles préconisations pourraient donc jouer en défaveur des îlots, le risque étant, à trop favoriser les niveaux arbres et réserve, de faire disparaître la troisième échelle, celle des îlots, à moins que celle-ci soit devenue inutile, les deux autres suffisant peut-être, mais cela reste à valider sur le plan scientifique.

Sujet trop peu pris en compte pour PEFC, au travers d'une approche différente pour FSC, les îlots de sénescence font actuellement figure de parents pauvres de la certification forestière. On l'a vu, ils constituent pourtant un moyen efficace de garantir la bonne réalisation des fonctions non marchandes de la forêt. Une meilleure définition de ce qu'ils doivent être, objet du présent rapport, ne peut que permettre de les intégrer plus facilement aux schémas de certification, et donc de contribuer à leur financement.

I- 5- Conclusions

5- 1- Etat des connaissances : des lacunes pour les îlots et un besoin de lignes de gestion pour les gestionnaires

Bien qu'encore trop peu connu du grand public, le thème de la conservation du bois mort commence à être bien documenté, même si une grande part des études restent consacrées aux écosystèmes forestiers boréaux ou d'Amérique du Nord et ne sont donc que partiellement applicables aux forêts franco-suisse. Les fonctions écologiques du bois mort sont de plus en plus étudiées dans toute leur diversité, les insectes et les espèces cavernicoles étant les plus souvent cités, au détriment des bryophytes et des lichens.

En ce qui concerne plus précisément les îlots de sénescence, la littérature est beaucoup moins abondante. Dans les deux cas les connaissances restent, de l'avis général, insuffisantes, des recherches supplémentaires étant nécessaires. Ce manque de connaissance est de toute manière inévitable : étant donnée l'échelle de temps dans laquelle s'inscrivent les phénomènes liés au bois mort, nous ne pouvons que manquer de données et de recul pour les analyser.

Cependant, même s'il est primordial que la recherche fondamentale poursuive voire intensifie ses travaux sur la question, il n'est plus temps d'attendre pour appliquer les résultats déjà obtenus à la gestion. La priorité actuelle semble être de normaliser et de coordonner les efforts qui sont faits actuellement pour conserver cette biodiversité. Il est par exemple frappant de voir qu'aucun document dressant un état des lieux des îlots mis en place n'ait pu être trouvé. On a aussi déjà évoqué le problème des différents protocoles d'évaluation du volume de bois mort et, concernant plus directement notre sujet, il paraît essentiel de fixer de manière précise, et de façon suffisamment claire pour que cela soit communiqué aux gestionnaires, ce que doit être un îlot de sénescence susceptible de remplir efficacement ses fonctions.

5- 2- La mise en place d'un réseau efficace : une question de cohérence des différentes échelles

Les politiques de conservation du bois mort se déclinent selon trois échelles spatiales, d'importances sans doute égales pour la biodiversité associée. Au niveau de la parcelle, le gestionnaire doit concentrer ses efforts sur les **arbres à forte valeur biologique**, dont la densité doit sensiblement augmenter, et ce de façon diffuse et régulièrement répartie. La mise en œuvre de cette première échelle passe essentiellement par les consignes de martelage et concerne donc la gestion courante, dans un cadre d'exploitation à vocation économique de la forêt.

Au niveau du paysage, ou encore du massif, le deuxième échelon passe par le **réseau d'îlots**. On sort à ce niveau de la gestion courante dans la mesure où ceux-ci ne doivent pas faire l'objet d'interventions sylvicoles. Ces îlots doivent être mis en place dans le cadre de l'application du document d'aménagement de la forêt, suivant des normes précises. Enfin un troisième niveau permet de conserver toute la dynamique naturelle sylvicole et de constituer des refuges plus vastes pour les

espèces liées aux phases sénescences : il s'agit des **réserves biologiques intégrales**, dont la gestion se fait au niveau régional ou national.

Ces trois niveaux de protection sont indispensables et sont surtout complémentaires : les arbres habitats conservés pour leur valeur écologique lors des martelages serviront de zones de refuge ou de passage entre deux îlots, eux-mêmes conçus pour conserver la biodiversité et assurer les échanges génétiques entre deux réserves biologiques de plus grande taille. Tout le problème réside dans la coordination de la gestion de ces trois niveaux qui, correspondant à des échelles géographiques différentes, n'est pas nécessairement assurée par les mêmes institutions et dont les modalités ne sont pas fixées par les mêmes documents. Cette cohérence est pourtant essentielle : un échelon, même bien appliqué, perd beaucoup de son utilité en l'absence des autres. C'est en partie sur la recherche de cette cohérence que doivent porter les efforts en matière de politique de conservation du bois mort et des milieux associés.

II- Comment caractériser un îlot de sénescence idéal ? Méthodologie de la phase d'enquête

II- 1- Objectifs du questionnaire réalisé

L'objectif des enquêtes réalisées est double : en consultant les naturalistes et les gestionnaires, on souhaite recueillir leurs connaissances en matière, d'une part, d'exigences écologiques des espèces pour la conservation desquelles les îlots sont mis en place, et d'autre part de techniques sylvicoles pour déterminer quelle est la meilleure manière d'intégrer ces îlots à la gestion forestière. Mais en enquêtant auprès de ces deux types d'acteurs, on cherche également à mieux connaître leurs positions, leurs avis et leurs intérêts sur le sujet, l'objectif étant de parvenir dans la mesure de possible à concilier les besoins des deux parties.

Trois modalités de traitement des données recueillies sont prévues : la majeure partie des questions donnera lieu à un traitement statistique classique, dont les résultats feront l'objet d'une synthèse écrite. Par ailleurs, en fin de questionnaires, un tableau permet d'obtenir les données nécessaires à une analyse multicritères de type Electre et une partie du questionnaire destiné aux naturalistes a pour objet la construction d'une carte de contrainte de friction ¹. Ces deux dernières méthodes seront appliquées au cas de la forêt de la Motte-Servolex. Leur principe est expliqué ci-après.

II- 2- Types d'acteurs sondés

Trois questionnaires ont été réalisés. Le premier, le plus long, est destiné aux naturalistes spécialisés dans un des six groupes identifiés comme bio-indicateurs des milieux liés aux vieux arbres et au bois mort : les oiseaux, les insectes saproxyliques, les chiroptères, les bryophytes, les lichens et les champignons. Les experts sollicités sont issus de l'ONF, du WSL et de diverses institutions ou ONG suisses et françaises.

Un second questionnaire a été fait à l'attention des gestionnaires. Alors que le précédent se concentre essentiellement sur les exigences écologiques des espèces concernées, celui-ci porte plus sur la prise en compte des contraintes de gestion et l'aspect pratique de la mise en place des îlots.

Enfin un troisième questionnaire a été prévu pour les cas où la personne interrogée est à la fois gestionnaire et naturaliste.

II- 3- Principe du questionnaire

L'élaboration du questionnaire repose avant tout sur une étude bibliographique préliminaire dont les résultats ont déjà été présentés dans les pages précédentes. Au cours de cette phase, nous avons tâché de répertorier toutes les fonctions que peut remplir un îlot de sénescence. Puis, à l'aide de cette même bibliographie mais aussi au regard des indicateurs habituellement utilisés par le forestier pour décrire un peuplement, nous avons établi une liste de critères permettant de caractériser un îlot de

¹ Une carte de friction, ou carte de contraintes de déplacement, représente, pour une espèce donnée, la plus ou moins grande facilité qu'elle a à se déplacer suivant les milieux écologiques rencontrés.

sénescence et sa plus ou moins bonne capacité à remplir ses fonctions écologiques. Le principe était que chaque fonction répertoriée devait être représentée par un critère. A l'inverse, tous les critères ne correspondent pas à une fonction, soit qu'ils correspondent à plusieurs fonctions soit qu'ils ne correspondent à aucune fonction connue mais nous ont paru intéressants pour établir un diagnostic de terrain.

Le principe du questionnaire est de proposer aux experts une série de critères avec pour chacun la même question : Quel est pour ce critère donné la valeur optimale pour l'espèce ou le groupe d'espèces considéré ? Il s'agit donc bien de dresser, pour chaque groupe d'espèce, le portrait-type d'un îlot de sénescence « idéal ». Pour faciliter le traitement des résultats, on s'est efforcé autant que possible d'obtenir des données chiffrées, voire discrétisées avec l'établissement de classes ou un choix de réponses limitées. Il est cependant important de conserver également quelques questions ouvertes, permettant à l'expert d'exprimer plus librement son point de vue et éventuellement d'aborder des points auxquels nous n'aurions pas pensé.

L'expert sera évidemment invité à répondre de manière circonscrite au questionnaire, c'est-à-dire en ne considérant que l'intérêt des seules espèces de son domaine de spécialisation. Au besoin, il peut aussi distinguer des sous-groupes d'espèces pour lesquels les réponses diffèrent. Dans certains cas, on pourra demander au spécialiste non seulement de choisir entre plusieurs modalités laquelle est préférable mais de hiérarchiser les autres possibilités par ordre de préférence.

La longueur du questionnaire est un aspect important : il paraît préférable d'accumuler les questions, même si certaines peuvent paraître redondantes, pour déterminer quels sont les meilleurs indicateurs mais, dans le même temps, on veillera à ce qu'elle ne soit pas excessive, les entretiens avec les spécialistes ne pouvant être trop longs. Enfin il faut aussi prendre en compte les différences « culturelles » entre les spécialistes auprès de qui est réalisée l'enquête et les gestionnaires pour qui il est conçu. Par exemple certains indicateurs couramment utilisés en gestion forestière et donc intéressants pour le diagnostic, comme la surface terrière ou la hauteur dominante, ne sont pas familiers à tous les naturalistes, et l'inverse peut aussi être vrai dans d'autres cas. Il nous reviendra d'établir un lien entre les deux domaines pour traiter les résultats.

II- 4- Questions retenues

Les questionnaires tels qu'ils ont été utilisés lors de la phase d'enquête sont placés en annexe 39 et 40. Etant donnée leur longueur, on ne détaillera pas ici les raisons qui nous ont poussés à choisir telle ou telle question, on se contentera donc d'exposer, pour chaque partie, ce qui était attendu de ces entretiens.

4-1- Questionnaire naturaliste

A. Stratégie générale de choix des îlots

A.1. Dimensions, forme et structure de l'îlot

La partie A concerne tout ce qui relève de la mise en place des îlots, de la conception du réseau et du choix des méthodes à privilégier pour localiser les îlots de sénescence potentiels, sans se pencher encore sur les particularités de l'autoécologie de chaque espèce. Le questionnaire débute par la question classique de la surface minimale d'un îlot et de sa forme, au travers de laquelle on testera la sensibilité de l'espèce aux effets de lisières. On se penchera également sur la pertinence d'une **zone tampon**, comme cela a déjà été fait sur le terrain (Tositti et Cauchetier 2004) et, le cas échéant, le **traitement** qui doit y être appliqué. Enfin la nécessité de **matérialiser l'îlot** sur le terrain sera également demandée.

A.2. Le réseau d'îlots

Il s'agit ici de considérer l'échelle spatiale supérieure avec la question de la part totale de la forêt qu'il est nécessaire de mettre en îlot, de la localisation des îlots par rapport aux périphéries du massif ou encore de la nécessité de mettre en place les îlots aussi dans les forêts de taille réduite.

A.3. Îlots et politique de conservation de la biodiversité

Cette partie a pour objet de déclencher une réflexion sur la complémentarité avec les autres modes de conservation de la biodiversité liée au bois mort, notamment les îlots de vieillissement. Il s'agit aussi de savoir si la mise en îlot constitue ou non la politique de conservation la plus efficace pour le groupe d'espèces considéré.

A.4. Mise en place d'îlots et inventaires biologiques

On peut envisager que la mise en place d'un îlot se fasse après réalisation d'inventaires de la biodiversité, l'idée étant de mettre en place les structures de protections là où il y a le plus d'espèces déjà en place à protéger. A travers une série de questions, cette partie interroge le naturaliste sur la nécessité ou non de la présence des espèces que l'on souhaite protéger pour mettre en place les îlots.

B. Contexte : l'îlot dans le peuplement forestier

B.1. Milieu naturel dans lequel se situe l'îlot

L'objectif de la partie contexte est de localiser sur de vastes échelles les sites où l'implantation d'îlots de sénescence est prioritaire, sans se concentrer encore sur ce dont les espèces auront besoin au sein même de l'îlot. Les milieux naturels seront caractérisés par la répartition entre feuillus et résineux et par la densité du couvert forestier.

B.2. Gestion du peuplement où se situe l'îlot

Trois paramètres sont soumis au naturaliste interrogé : le traitement sylvicole, l'ancienneté du milieu forestier et la fréquentation par le public. On évoque également les caractéristiques dendrométriques du peuplement mis en îlots avec la question du nombre de gros et très gros bois nécessaires.

C. Caractéristique de l'îlot et du réseau d'îlot

C.1. Critères intra îlots

Cette partie est celle portant sur la plus petite échelle spatiale. On y teste l'influence de toute une série de caractéristiques stationnelles: microclimat, sol, volume de bois mort, classes de décomposition, diamètre, essences. Une partie spécifique est réservée aux microhabitats du type cavités et fissures : combien sont nécessaires, lesquels, avec quelles caractéristiques... Enfin un tableau a été conçu pour identifier l'ensemble des interactions existant entre les six groupes d'espèces étudiés.

C.2. Caractéristiques de la zone tampon de l'îlot

Les questions de cette partie cherchent à identifier d'éventuels besoins de l'espèce qui pourraient être satisfaits indifféremment par les caractéristiques du milieu à l'intérieur ou à proximité de l'îlot. Y est abordé l'importance éventuelle de la présence d'espaces ouverts, humides ou d'un minimum de bois mort.

C.3. Connectivité inter-îlots : réseau et corridors

Le principe du projet étant bien de savoir comment mettre en place un réseau d'îlots efficace, il était essentiel de prévoir une partie traitant spécifiquement des problématiques de connectivité inter-îlot, et ce d'autant plus que l'on sait que la réponse au fractionnement des habitats est très variable selon les espèces. On essaiera de savoir comment mettre en cohérence les trois échelles de protection des vieux arbres et du bois mort : les îlots, les arbres-habitats et les réserves intégrales, au travers de données chiffrées (distances maximales, densité d'arbres-habitat) mais aussi en soumettant aux spécialistes divers schémas de distribution de ces trois types de figures de protection.

De façon plus générale, on cherchera aussi à savoir quelles caractéristiques doit présenter un corridor écologique pour être opérationnel. Enfin un dernier tableau vise à déterminer, pour une liste de milieux, le degré de difficulté qu'ont les espèces à s'y déplacer, l'objectif étant d'utiliser ces résultats pour réaliser une carte de contraintes de déplacements.

Questions subsidiaires

En fin de questionnaire, le spécialiste est invité à dire quel est, pour lui, le ou les critères majeurs à considérer pour le groupe d'espèces qu'il représente. Une question visant à repérer d'éventuels oublis dans le questionnaire est également prévue.

D. Hiérarchisation des critères de choix pour la mise en place des îlots

Un tableau conclut le questionnaire : il reprend, en douze critères, les points majeurs évoqués dans le questionnaire, selon quatre catégories : structure du réseau, emplacement des îlots, environnement immédiat des îlots et contrainte de gestion. L'expert est amené à hiérarchiser ces critères en leur affectant à chacun un poids par le biais d'une notation de 0 à 4. On leur demande aussi de préciser dans quel sens ils souhaitent faire évoluer ce critère.

Ce tableau a été conçu pour faire l'objet d'une analyse multi-critères de type Electre III. Il constitue cependant aussi un bon moyen de faire ressortir les priorités pour chaque groupe d'espèce. Le même tableau étant proposé aux gestionnaires, on devrait donc être en mesure de comparer les deux points de vue sur la question.

4- 2- Questionnaire gestionnaire

Il répond à des objectifs sensiblement différents. On ne cherche plus à savoir comment mettre en place un réseau le plus efficace possible vis-à-vis de la conservation des espèces mais plutôt comment intégrer au mieux ce réseau à la gestion sylvicole courante. Pour éviter toute ambiguïté, les gestionnaires ne sont donc consultés que sur des aspects techniques, voire politiques, toutes les questions naturalistes étant réservées au premier questionnaire.

A. Stratégie générale de choix des îlots

Comme pour le questionnaire destiné aux naturalistes, on y aborde les questions centrales de la surface mise en îlot et de la dimension, forme et structure de chaque îlot. La disposition des îlots, leur situation et le type d'îlot (vieillesse ou sénescence) sont aussi abordés.

B. L'îlot dans la gestion forestière

Outre la question des essences et des traitements jugés les plus favorables pour un îlot, on soumettra aux gestionnaires un tableau représentant les diverses situations possibles en matière de valeur du bois, de volume sur pied et d'accessibilité pour savoir dans quels cas il jugerait opportun d'installer ou de proposer l'installation d'îlots. L'impact de l'îlot sur l'exploitation est aussi abordé.

En dehors de la fonction de production, on cherche également à savoir comment concilier les îlots avec le rôle de protection contre les risques naturels que présente souvent la forêt en montagne. Si cela leur paraît possible, les gestionnaires sont invités à se prononcer sur les éventuelles conditions

qu'imposerait un enjeu de protection au réseau d'îlot. Les autres risques traditionnellement évoqués lorsque l'on parle d'îlot de sénescence : sécurité du public, risques sanitaires et incendies sont l'objet de questions complémentaires.

C. Aspects pratiques et financiers

Les premières questions de cette partie concernent les aspects pratiques de la mise en place du réseau: quels critères utiliser, comment matérialiser l'îlot. On s'interroge ensuite sur les financements de l'opération et son suivi. Puis le questionnaire se conclut sur le même tableau, destiné à une analyse Electre, que celui présenté aux naturalistes.

III – Résultats des enquêtes : quelles préconisations sont possibles pour les îlots de sénescence ?

III- 1- Questionnaire naturaliste

1-1- Caractéristiques de la population sondée

36 naturalistes ont participé à l'enquête, issus majoritairement du réseau naturaliste de l'ONF et du WSL (60 % des personnes sondées). Le reste des réponses se partage entre des bureaux d'études suisses, des ONG (WWF, groupe ornithologique de Beaulmes et société mycologique vaudoise), le centre de coordination suisse ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris, le conservatoire botanique de Genève, la station ornithologique de Sempach et l'université de Lausanne. Les deux tiers des réponses proviennent de naturalistes suisses. On notera que trois naturalistes étant compétents pour deux groupes d'espèces, ils ont répondu à autant de questionnaires.

Suivant les groupes d'espèces concernés, il n'a pas toujours été facile de contacter un nombre important de spécialistes. Si les oiseaux, les chiroptères et les insectes (respectivement 23, 29 et 23 % des réponses) sont bien représentés, il n'en est pas de même pour les espèces non animales qui ne représentent que 26 % des réponses : ainsi seuls deux lichénologues et trois bryologues ont participé à l'enquête. Cette hétérogénéité des effectifs doit être prise en compte dans la lecture des résultats. Pour en limiter les effets, et puisque le principe de l'étude est que les îlots ont pour objet la protection de ces six groupes d'espèces sans priorité particulière, les résultats globaux correspondent à une moyenne des résultats obtenus pour chacun des six groupes, et non à une moyenne réalisée sur l'ensemble des réponses. Ainsi chaque groupe d'espèce dispose d'un poids similaire pour la prise en compte de ses exigences écologiques.

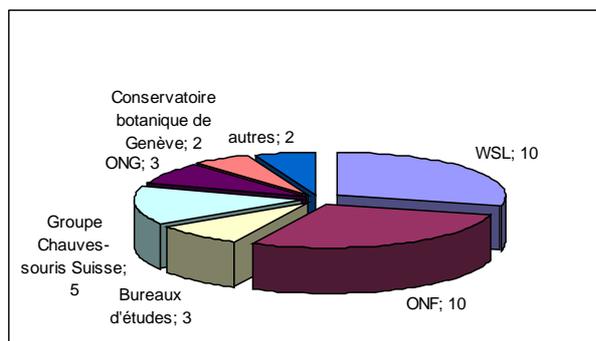


Fig. 1 : origine des naturalistes consultés

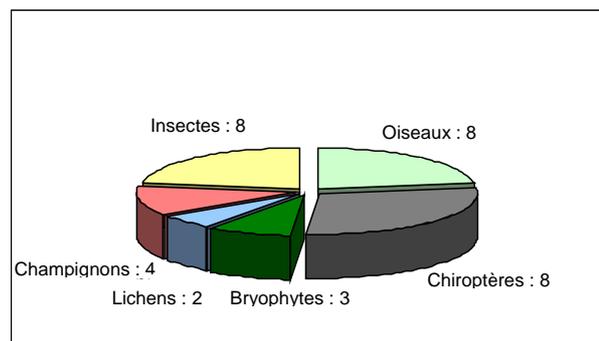


Fig. 2 : répartition par groupe d'espèces

Les graphiques correspondant aux réponses obtenues pour chaque question sont disponibles en annexe. L'analyse des résultats est présentée en deux temps : d'abord de façon globale en cherchant à obtenir les recommandations les plus générales, puis par groupes d'espèce en cherchant à déterminer les particularités de chacun.

A. Stratégie générale de choix des îlots

A.1. Dimensions, forme et structure de l'îlot

Sur la question essentielle de la surface d'un îlot, les avis sont étonnamment peu divergents, avec **une très forte majorité pour la classe 1 à 2 ha** suivie par 3 à 6 ha. On se situe donc bien dans les préconisations existantes en matière sylvicole et on notera que la plupart des experts s'accordent pour considérer qu'une faible surface est suffisante pour assurer un rôle de protection, à condition que le réseau soit suffisamment dense. On verra plus tard que ce critère de la surface n'est de toute façon pas considéré comme essentiel par les naturalistes.

La surface reste le critère le plus plébiscité pour délimiter les îlots, à l'exception des mycologues. Pour ceux qui optent pour le volume, très peu de données sont disponibles pour savoir quel serait le volume minimal. La forme de l'îlot est généralement indifférente, même si les îlots circulaires sont souvent jugés plus favorables. Sa largeur ne doit pas être trop réduite, 25 m étant le minimum absolu mais bon nombre de naturalistes placent le seuil plus haut.

L'idée d'une zone tampon ne convainc que 39% des naturalistes interrogés. Son objet serait principalement d'y garantir un couvert continu, ce qui dans les peuplements souvent irréguliers de montagne, ne représente pas une contrainte majeure. Les dimensions les plus fréquemment citées oscillent entre 30 et 50 m. Quant à ceux, majoritaires, qui ne la jugent pas nécessaire, beaucoup estiment préférable de jouer sur la taille de l'îlot. Les chiroptérologues vont plus loin en jugeant une telle zone tampon défavorable à leurs espèces puisque celles-ci ont besoin de milieux ouverts suffisamment proches pour se nourrir.

Les naturalistes sont peu concernés par la question de la matérialisation de l'îlot, qu'ils lient plus aux problématiques de fréquentation par le public qu'à la gestion. Ils y sont cependant majoritairement favorables.

A.2. Le réseau d'îlots

Après la surface d'un îlot, l'autre question centrale de cette première partie concernait la part de la forêt qu'il était nécessaire de mettre en îlot. Cette part est assez élevée, supérieure à 3 % pour 97% des réponses exprimées, et supérieures à 6% pour 75%. La classe majoritaire correspond à **6 à 10 % de la surface**, avec des valeurs plus fortes pour les bryophytes et les lichens. On se situe donc cette fois largement au-dessus des recommandations de l'ONF.

L'existence d'un seuil minimal de surface, excluant les forêts les plus petites du réseau d'îlot est perçue comme un problème, même si beaucoup ont du mal à avoir une idée de la fréquence des forêts dont la surface est inférieure à 200 ha. **Il semble de toute façon préférable d'avoir, lors de la mise en place du réseau, une réflexion au niveau du massif plutôt que de la propriété.**

Quelques cas particuliers mis à part, les îlots sont importants aussi bien en périphérie que dans le centre de la forêt. **80 % des naturalistes jugent important d'en installer aussi dans les stations les plus productives.** L'enjeu est d'avoir un réseau efficace mais aussi, dans certains cas, parce que de telles stations sont les plus riches en espèces, avec parfois une biodiversité spécifique. Ce résultat est essentiel : on a déjà vu que la surface mise de fait en îlot de sénescence en montagne dépasse largement les besoins cités par les experts. Cette situation n'est pas suffisante, les îlots doivent aussi être présents dans les zones actuellement exploitées pour garantir la conservation des espèces concernées.

A.3. Ilots et politique de conservation de la biodiversité

Peu de naturalistes (9%) jugent les îlots de vieillissement inutiles mais **aucun ne les considère préférables ni même équivalents aux îlots de sénescence.** L'essentiel des réponses se partage entre le « moins utile » (37 %) et le « complémentaire » (36%). Ils pourraient notamment se révéler utiles, en tant que réservoirs d'arbres-habitats, s'ils sont systématiquement remplacés, voire même si leur mise en place n'est qu'une première étape avant leur conversion en îlots de sénescence...

Dans les peuplements résineux ils sont perçus comme peu pertinents, les conifères ne représentant un réel intérêt pour les espèces qu'une fois morts, même si les épicéas peuvent abriter des cavités.

On notera que pas moins de 18 % des réponses jugent les îlots de vieillissement néfastes puisque pouvant agir comme des pièges à biodiversité. Les entomologistes sont les plus concernés par ce problème.

Les îlots représentent la mesure jugée la plus efficace pour assurer la conservation des espèces, nettement devant les arbres-habitats, les réserves intégrales puis l'allongement du cycle sylvicole, avec toutes les réserves que la nature du questionnaire, explicitement concentré sur les îlots, nous impose de garder à l'esprit. Les arbres-habitats sont considérés comme très favorables mais insuffisants, peu adaptés à la protection de l'existant et à la conservation de milieux tamponnés. Les réserves intégrales ne peuvent être assez nombreuses et pour certains groupes (lichens, bryophytes), il est clair qu'elles ne sont pas basées sur la présence des espèces concernées.

Peu de mesures alternatives sont proposées, mis à part la conservation des arbres-habitats. On citera la gestion irrégulière ou le maintien de biotopes jugés favorables, principalement des forêts suffisamment ouvertes ou encore des zones humides. D'autres actions possibles ont été mentionnées : veiller à laisser les rémanents en place, travailler sur les lisières, améliorer la connaissance des espèces, et, dans les cas le justifiant, déplacer artificiellement les espèces que l'on souhaite protéger.

L'approche milieu est jugée préférable pour la mise en place du réseau. Elle est jugée plus sûre, moins dépendante de nos connaissances, plus efficace sur le long terme et plus à même d'assurer la diversité des zones protégées. Certains cas particuliers (espèce rare, type Rosalie des alpes) pourraient cependant justifier que l'on déroge à cette règle. Il convient aussi de noter que plusieurs spécialistes considèrent que milieu et espèce étant logiquement étroitement liés, il n'y a pas lieu de faire cette distinction et qu'en choisissant l'une ou l'autre de ces approches on arrivera à un même résultat.

A.4. Mise en place d'îlots et inventaires biologiques

La présence des espèces à protéger, comme celle des espèces indicatrices, est très largement considérée comme favorable mais non indispensable, à l'exception du groupe des lichens pour qui elle est nécessaire. On retrouve là l'idée d'une approche milieu : mieux vaut constituer un îlot suffisamment dense et représentatif que de chercher à protéger ce qui subsiste. Pour certains groupes (chiroptères), cela se justifie aussi par une recolonisation facile, pour d'autres (insectes, champignons), il peut s'agir d'un manque de connaissance concernant les espèces et donc d'une trop grande difficulté à repérer les populations les plus fragiles. D'autres signalent que se baser sur la présence des espèces implique de ne pas mettre des îlots en cas d'absence d'espèce emblématiques, présence qui par ailleurs devrait bien plutôt justifier la création de réserves biologiques.

De façon assez logique, la présence de signes de reproduction active est également perçue comme non nécessaire. Et un inventaire biologique préalable est très majoritairement considéré comme utile mais facultatif.

B. Contexte : l'îlot dans le peuplement forestier

B.1. Milieu naturel dans lequel se situe l'îlot

En termes d'essences, **les peuplements jugés les plus favorables sont les forêts mixtes** (52% des réponses), les résineux n'étant cités que pour le cas très spécifique du grand tétras. L'idée est que les feuillus sont à la fois plus intéressants du point de vue écologique et plus rares et menacés par la gestion sylvicole classique, donc à protéger en priorité. Les peuplements purs de feuillus ne représentent cependant que 21 % des réponses, sans doute parce que la formation naturelle en montagne est la hêtraie-sapinière, donc mélangée. Enfin on notera que 23% des naturalistes ont répondu « dans les trois situations », soulignant une fois de plus l'importance d'avoir un réseau dense et représentant un maximum de diversité écologique.

En ce qui concerne la densité du couvert forestier, **les forêts jugées les plus favorables sont les forêts peu denses**, devant les forêts ouvertes. Les forêts denses n'arrivent qu'en troisième position, à égalité avec la mosaïque champs-bosquets. Il s'agit là d'un résultat qui ne va pas sans soulever

certain problèmes : si les peuplements mis en îlots se trouvent à un stade peu avancé du cycle sylvogénétique, ce qui est typiquement le cas dans des forêts gérées, l'abandon de l'exploitation va automatiquement être à l'origine d'une fermeture plus importante du couvert, et donc d'une transition vers une forêt dense, peu favorable aux espèces... Si on ne veut pas passer par des interventions sylvicoles, la seule solution serait de rechercher des peuplements suffisamment matures pour que leur mise en défens ne se traduise pas par une fermeture du milieu. On soulignera cependant que ce point semble loin d'être crucial : comme à la question précédente, une part importante des naturalistes a estimé important d'avoir tous les degrés d'ouverture du couvert forestier représentés dans le réseau.

B.2. Gestion du peuplement où se situe l'îlot

- *Gestion sylvicole en cours*

Les traitements les plus favorables ne font pas l'objet de débat : **la futaie irrégulière dominée par les gros bois est citée par plus de 80% des réponses**, devant la futaie régulière gros bois et les peuplements hors gestion. Ce qui est recherché est clairement de maximiser la naturalité et la maturité des peuplements. On obtient les mêmes tendances pour l'ancienneté de la forêt et des dernières coupes, les groupes les plus concernés semblant être les insectes et les champignons.

Seuls 13 % des naturalistes jugent que la fréquentation des îlots par le public est « non souhaitable » : on est donc loin de l'image de réserves miniatures mises sous cloche. **41 % souhaitent cependant que cette fréquentation reste encadrée** contre 13 % favorables à un accès sans restriction. Aux barrières, les naturalistes préfèrent des panneaux explicatifs demandant éventuellement de ne pas pénétrer dans l'îlot ou de ne pas réaliser de cueillette, voire des moyens plus indirects comme le stockage de rémanents en limite d'îlots. Les possibles effets négatifs sont la récolte de champignons, la destruction de micro-habitats par piétinement ou retournement de branches, ou encore la récolte de bois mort, raison pour laquelle il convient d'éviter de positionner l'îlot près d'une place de feu. Le groupe le plus sensible au dérangement est clairement les oiseaux, tandis que les insectes sont plus concernés par la destruction de leurs habitats. Mais les touristes ne sont pas seuls visés : un mycologue souligne ainsi les dégâts souvent réalisés par les entomologistes lors de leurs inventaires, donnée qui peut être prise en compte pour le suivi des îlots...

- *Caractéristiques dendrométriques des arbres vivants*

La présence de très gros bois est jugée très importante pour les champignons et les insectes, importante pour les autres groupes. Il s'agit clairement d'un critère majeur pour le choix des îlots. Le **nombre minimal de très gros bois dans un îlot serait compris entre 6 et 10 par hectare**. Quelques remarques viennent tempérer ces exigences : d'abord la nécessité d'avoir aussi un sous-étage, absent si les arbres de gros diamètre sont trop nombreux, ensuite l'importance de mettre aussi en îlots des arbres plus jeunes pour, dans une vision à plus long terme, prendre le relais.

C. Caractéristique de l'îlot et du réseau d'îlot

C.1. Critères intra îlots

- *Influences des caractéristiques stationnelles : climat, sol, essences et bois mort*

Parmi les caractéristiques stationnelles qui étaient citées, le **microclimat** s'impose comme la plus importante à prendre en compte, mais avec des divergences importantes selon les groupes, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. L'humidité édaphique arrive en deuxième position, les sols humides étant généralement considérés comme plus favorables. La nature du sol et l'humus paraissent moins importants, si on excepte le cas des mousses et des champignons ectomycorhiziens.

Parmi les essences les plus favorables, **le Chêne et le Hêtre** arrivent en tête pour tous les groupes, suivis à distance par le Sapin. Pour les essences moins citées, l'ordre de préférence varie selon les espèces. La seule essence exotique proposée, le Douglas est aussi la seule à ne pas avoir été citée. Toutes les espèces autochtones semblent donc avoir un intérêt pour la faune concernée.

A l'exception des chiroptères, tous les groupes sont concernés autant par le bois mort à terre que sur pied. La question sur le volume de bois mort souhaitable au moment de la mise en place de l'îlot a parfois posé problème : une fois l'îlot mis en place, cette quantité de bois mort est appelée à augmenter rapidement et la maximiser pour localiser l'îlot n'est pas toujours considéré comme une démarche primordiale. Des valeurs ont cependant été avancées : il semblerait qu'à partir de 20 m³/ha, voire 10, la situation soit assez satisfaisante pour justifier la mise en îlot. En s'exprimant en pourcentage du bois mort par rapport au volume sur pied, les valeurs recommandées sont de l'ordre de 5 à 10 %, quand ce critère n'est pas considéré comme indifférent. Les lichens et les oiseaux sont ceux pour lesquels les quantités de bois mort citées sont les plus faibles.

Pour les classes de décomposition, trois types de réponses dominent : **les stades les plus importants seraient le bois dur ou non altéré**, essentiellement pour les espèces cavicoles, **et les bois présentant une pourriture sur plus des trois quarts du diamètre**, pour les mousses, les champignons et pour la nourriture des oiseaux. Beaucoup de naturalistes (30% des réponses) ont cependant préféré opter pour la réponse « toutes les classes de décomposition sont d'égale importance », et ce notamment pour les insectes. Enfin on n'oubliera pas que si les fortes décompositions sont souvent considérées comme très favorables, une stratégie à long terme se doit de favoriser aussi les bois morts plus récents pour assurer une bonne continuité temporelle.

Le tableau ci-dessous classe les différents diamètres de bois morts selon leur importance, en distinguant bois mort sur pied et au sol. Une note de 0 correspond à une catégorie dont la présence est peu favorable ou indifférente, 5 à favorable et 10 à très favorable. Deux gradients apparaissent très nettement : **l'intérêt écologique du bois mort croît très fortement avec le diamètre**, et est maximal à partir de 40 cm, et le **bois mort sur pied est plus intéressant que le bois mort au sol**. En discriminant les réponses par groupe d'espèces, on obtient des résultats légèrement différents, sur lesquels nous reviendrons plus loin.

	bois mort au sol	bois mort sur pied
branches fines (<5 cm)	1.7	0.8
très petit bois (5-14 cm)	1.7	1.7
petit bois (15-24 cm)	4.6	5.6
bois moyen (25-39 cm)	6.0	6.2
gros bois (40-65 cm)	7.5	9.8
très gros bois (>65 cm)	7.6	9.7

Tableau 2 : notes d'intérêt écologique du bois mort en fonction du diamètre

En ce qui concerne la présence ou non d'écorce, elle est indifférente sauf pour les insectes et les chiroptères qui ont besoin de bois mort ou dépérissant avec une écorce qui leur fournit un habitat important, et les lichens qui seraient plus avantageés par le bois écorcé.

La connectivité entre les pièces de bois mort au sol est majoritairement perçue comme secondaire pour les mousses, insectes et lichens ou indifférentes pour les autres groupes. Pour les espèces concernées, ce sujet reste très peu étudié et les distances maximales sont très variables, pouvant descendre à quelques mètres pour certains insectes, quand le contact n'est pas lui-même indispensable pour permettre la propagation.

L'ensoleillement du bois mort donne lieu, comme le microclimat, à l'expression d'exigences très divergentes. Seuls les bryophytes semblent être favorisées par une situation ombragée, les autres groupes préféreraient la demi-ombre (champignons, oiseaux) ou les situations plus ensoleillées (lichens, insectes, chiroptères).

Le facteur de mortalité des arbres est souvent considéré comme peu important. Dans le cas contraire, sont écartées la coupe, signe d'anthropisation, et la concurrence, synonyme de couvert trop dense. A l'inverse vieillesse et maladie arrivent en tête : passant par une mort lente et progressive, ils se traduisent par une succession d'état du bois intéressante. Les chablis et foudres sont quant à eux plébiscités pour les microhabitats qu'ils offrent.

- *Macrohabitats*

En matière de densité d'arbres-habitats, les exigences diffèrent beaucoup entre les différents groupes. Seuls les arbres morts sont intéressants pour les bryophytes. Les densités minimales, aussi bien pour les arbres morts debout que pour les arbres dépérissants, sont relativement faibles pour les mousses, champignons, lichens et insectes : 1 à 5 par hectare contre 6 à plus de 20 pour les oiseaux et les chauves-souris. Avec les insectes, ces deux derniers groupes sont aussi les seuls concernés par les cavités et leurs besoins en la matière sont également importants : **11 à 20 cavités par hectare serait un minimum pour les chauves-souris**. Pour les oiseaux la situation est plus hétérogène puisqu'il faut distinguer cavicoles primaires et secondaires, seuls les derniers ayant besoin de cavités déjà construites. Une dizaine d'arbres à cavité semble être pour eux la valeur minimale.

Pour 62 % des personnes interrogées, **le diamètre optimal est aussi le plus élevé possible**, soit plus de 65 cm, ce qui rejoint les résultats obtenus plus haut pour le bois mort. Les arbres les plus intéressants sont, de façon peut-être un peu surprenante, les arbres vivants, dépérissants, pour les insectes, champignons ou oiseaux, ou encore bien vivants pour les autres groupes. Les arbres morts avec houppier sont jugés plus favorables que les chandelles, les branches mortes pouvant fournir des habitats intéressants.

Tous les microhabitats proposés (voir fig. 3 ci-contre) ont été cités comme pouvant avoir de l'importance. Aucun ne l'est cependant pour tous les groupes. Outre les attendues **cavités et fentes**, on notera la bonne place des **souches** et à l'inverse le peu d'importance accordée aux chablis. Seul le lierre a été dans certains cas (chiroptères, lichens), considéré comme néfaste pour l'espèce.

Pour les espèces concernées par les cavités (oiseaux, chauves-souris et insectes), la totalité des critères mentionnés, à l'exception de la visibilité, entre en jeu. **Taille, profondeur, hauteur et nombre sur le même arbre doivent être maximisés**. Les cavités situées sur les branches sont préférées par les chiroptères et les cavicoles préfèrent généralement les orifices de diamètre réduit (10 cm maximum). L'éventuelle influence de l'exposition fait débat. Un bon ensoleillement serait favorable aux insectes et les oiseaux éviteraient les expositions froides et exposées aux intempéries (nord-ouest) sans que cela n'ait jamais réellement été prouvé.

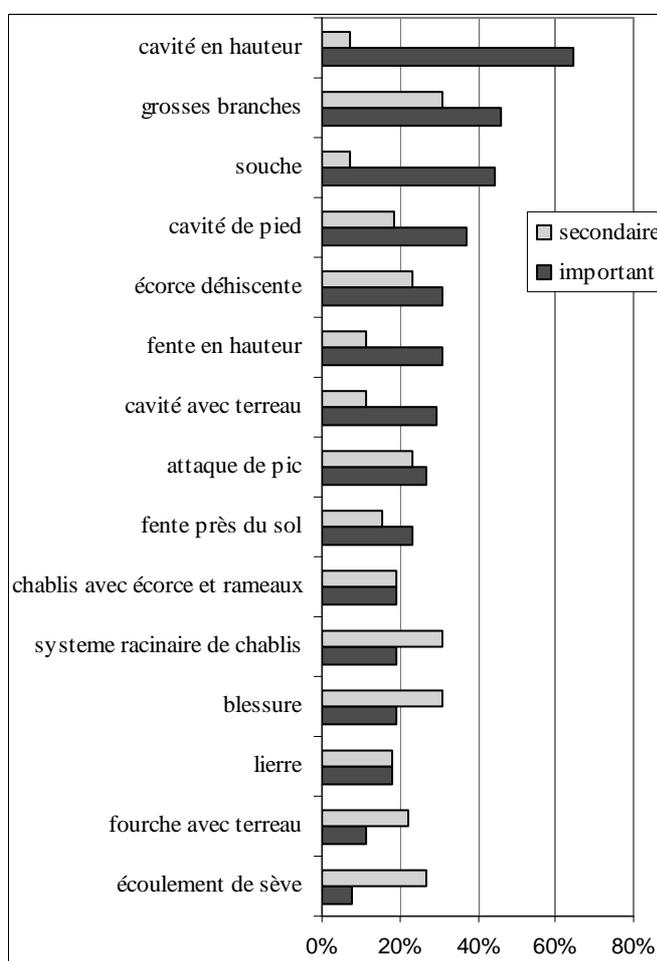


Fig. 3 : réponses des naturalistes à la question 42 : quels habitats sont importants pour le groupe d'espèces considéré ?

- *Interactions interspécifiques*

Les trous de pics restent un élément majeur pour la localisation des îlots puisque plus de la moitié des naturalistes interrogés jugent leur présence importante, devant les insectes et les champignons. Ces réponses peuvent paraître contradictoires puisque sans champignons, il est

impossible aux pics de creuser leurs trous. Cependant on parle plus ici d'indicateurs, et à ce titre des cavités sont plus aisément repérables que des champignons lignicoles.

L'ensemble des interactions interspécifiques mentionnées par les naturalistes est résumé dans le tableau suivant. Beaucoup concernent l'habitat (loges creusées par les oiseaux, elles-mêmes possibles grâce à l'action des pourritures, microhabitats fournis aux insectes par les mousses et lichens, microclimat humide créé par les bryophytes) ou la prédation et l'herbivorie. On notera aussi l'important rôle de vecteur de migration joué par les insectes et les oiseaux.

	Insectes	Bryophytes	Lichens	Champignons	Oiseaux	Chiroptères
Insectes	PR PA VE relations trophiques diverses					
Bryophytes	PR HA	CO				
Lichens	PR HA	HA CO	CO			
Champignons	VE PR	HA symbiose saproxytisme	HA PA sont des champignons	CO facilitation succession		
Oiseaux	PR PA CO	HA (nids)	HA (nids + proies)	HA VE	PR VE CO HA	
Chiroptères	PR CO			HA	CO HA PR	

Tableau 3 : interactions interspécifiques possibles dans un îlot – PR : prédation/herbivorie, HA : habitat, VE : vecteur de colonisation, CO : compétition, PA : parasitisme

C.2. Caractéristiques de la zone tampon de l'îlot

Les caractéristiques du milieu à proximité immédiate de l'îlot concernent essentiellement les espèces animales. Elles sont **toutes favorisées par la proximité d'un espace ouvert et par la présence d'un sous-étage avec fleurs et fruits pour les insectes et les oiseaux**. La proximité d'un cours d'eau ou d'une zone humide, terrains de chasse privilégiés, constitue un critère favorable pour les oiseaux et les chiroptères. **Disposer d'une quantité de bois mort minimale en dehors de l'îlot n'est en revanche pas un facteur essentiel** : 60 % des naturalistes considèrent qu'il s'agit d'une donnée indifférente.

C.3. Connectivité inter-îlots : réseau et corridors

- *Structure et efficacité du réseau*

Les questions sur la connectivité inter-îlots étaient de l'avis général parmi celles posant le plus de problème aux spécialistes, les données étant, particulièrement pour certains groupes d'espèces comme les insectes, très lacunaires à ce sujet. Pour d'autres, la problématique était secondaire : c'est le cas des bryophytes, des oiseaux et des champignons qui se propagent à longue distance et pour qui la présence de corridors est pas considérée comme prioritaire. A l'inverse, elle est très importante pour les insectes et les chiroptères, même si les corridors en question sont de natures très différentes, et importante pour les lichens, dont les modalités de propagation restent très mal connues.

Pour assurer une bonne connectivité inter-îlots, conserver **3 à 5 arbres-habitats à l'hectare semble être suffisant**, à l'exception des champignons pour qui ce chiffre se situerait plus entre 10 et 20. Pour la question, essentielle, de la distance maximale entre deux îlots, la situation est moins claire. Pour les mousses et les champignons encore une fois le problème n'est pas crucial et un îlot tous les 5 km est suffisant. Pour les oiseaux et les chiroptères la bonne distance est plus réduite : **1 à 2 km**.

Pour les lichens et les insectes, elle doit être minimisée, le chiffre proposé étant inférieur à 500 m, ce qui pose évidemment de sérieux problèmes pratiques.

On retrouve ces mêmes distinctions pour les distances à la réserve la plus proche. La réponse majoritaire correspond cependant à la plus faible distance proposée, soit moins de 10 km. Garantir une telle proximité suppose soit de disposer d'un réseau de réserves d'une densité telle que cela semble très difficilement imaginable, soit de limiter les îlots à la périphérie des réserves existantes, option rejetée par les naturalistes comme on le verra plus loin. On se bornera donc à considérer que **l'idée d'intégrer arbres-habitats, îlots et réserves dans un même réseau global semble pour l'instant assez peu réaliste** et que le réseau d'îlots doit très certainement être pensé indépendamment des réserves biologiques existantes.

En ce qui concerne les schémas de distribution îlots-arbres-réserves, les propositions suscitant le plus d'intérêt sont aussi les plus simples, soient les **schémas I (répartition uniforme) et II (corridors d'arbres-habitats entre les îlots et d'îlots entre les réserves)**. Les schémas avec corridors sont majoritaires pour les espèces animales, les schémas uniformes l'étant pour les autres espèces, ce qui est assez logique : les animaux sont plus à même de se déplacer le long des corridors tandis qu'une répartition homogène est la plus efficace pour les espèces à propagation passive. Les îlots agrégés sont aussi considérés comme intéressants, mais plus comme une manière alternative d'avoir de grands îlots. Les schémas en zone tampon sont systématiquement jugés défavorables car générateurs de trop de vide entre les zones protégées. Le choix de ces schémas s'est donc fait, pour les naturalistes, avant tout dans un souci d'**optimiser la connectivité pour les espèces**.

- *Corridors écologiques*

La question sur la nature des corridors écologiques a été rarement traitée par les naturalistes, pour cause de manque de données : un entomologiste y a répondu par « à étudier pour 99,9% des espèces », ce qui résume assez bien le problème. Pour le reste, les réponses disponibles diffèrent largement selon les espèces et seront donc présentées plus loin.

L'établissement de valeurs de frictions n'a pas toujours été facile également. Des valeurs indicatives ont cependant pu être mises au point pour tous les groupes, à l'exception des champignons et des bryophytes pour qui, on l'a vu, le principe de corridors n'est de toute façon pas pertinent. Pour le milieu forestiers, les résultats diffèrent peu selon les espèces, avec une **difficulté de déplacement diminuant avec la maturité du peuplement**. Les **milieux ouverts sont les plus défavorables** à l'exception des chiroptères qui, cultures annuelles mises à part, y trouvent des terrains de chasses intéressants. Les bocages et vergers sont également intéressants pour les insectes. La topographie et les éléments linéaires ont peu d'importance, si ce n'est les obstacles que constituent les câbles aériens pour l'avifaune. L'étage alpin représente, pour toutes les espèces, une réelle barrière.

D. Suivi

Assez logiquement, les naturalistes sont plus concernés par un inventaire biologique, qu'ils jugent nécessaire à 92%, que dendrométrie, pour lequel ils ne sont que 48%. Plus qu'une contradiction avec l'approche milieu qui a été privilégiée plus haut, il s'agit plus de dire que s'il est possible de faire des inventaires, cela est positif.

Questions subsidiaires

La question sur le ou les critères majeurs à considérer pour choisir la localisation des îlots avait pour but de compléter le tableau Electre venant après, et d'en corriger les éventuels oublis. Les réponses obtenues ont été regroupées pour permettre leur analyse. Les différences entre groupes sont importantes, néanmoins on remarque que les deux critères majoritairement cités sont, de façon très nette, **la maturité des peuplements et les arbres-habitats**. Viennent ensuite la notion de réseau puis des critères qui n'ont pas été inclus dans l'analyse Electre comme la présence des espèces ou le microclimat. L'irrégularité du peuplement, qu'on peut inclure dans la naturalité, arrive en septième position.

Peu d'autres indicateurs ont été cités, ce qui est plutôt rassurant pour la validité du questionnaire. Pour les lichens et les champignons, on mentionnera cependant les problèmes de pollution atmosphérique, qui sont particulièrement importants. Sont également cités l'accessibilité pour le suivi, la représentativité des différents types forestiers ou encore les connaissances biologiques de terrain à recueillir auprès des naturalistes locaux.

1-3- Synthèse par groupes d'espèces : quel îlot pour une espèce donnée ?

1-3-1- Avifaune

Les oiseaux font partie des espèces emblématiques en matière de conservation des vieux arbres et du bois mort. Ils sont essentiellement concernés par l'habitat que fournissent ces types de milieux et dans une moindre mesure par la nourriture qu'ils y trouvent, notamment parmi les insectes saproxyliques. Parmi les espèces pour lesquelles ont été remplis ces questionnaires, on retrouve des cavicoles primaires : Pics, dont le Pic noir (*Dryocopus martius*) qui joue un rôle clé dans ces écosystèmes, et les Pics tridactyles (*Picoides tridactylus*) et à dos blanc (*Dendrocopos leucotos*) sur lesquels se concentrent déjà de nombreux programmes d'étude et de conservation. En dehors des autres pics, les autres espèces sont essentiellement des cavicoles secondaires : Chouette chevêchette (*Glaucidium passerinum*) et de Tengmalm (*Aegolius funereus*), Sittelle torchepot (*Sitta europaea*), Choucas des tours (*Corvus monedula*), Pigeon colombin (*Columba oenas*), mésanges (*Parus sp.*), etc. Un questionnaire a également été rempli pour le Grand Tétras (*Tetrao urogallus*), espèce aux exigences atypiques en la matière et sur laquelle nous reviendrons plus loin.

Outre la maturité du peuplement, le critère majeur à prendre en compte est très logiquement les arbres-habitats. Les oiseaux ont besoin de gros arbres, vivants et morts, et déjà pourvus de cavités pour les cavicoles secondaires. Le bois le plus intéressant est soit très décomposé, pour servir de source de nourriture, soit sur pied et non altéré pour pouvoir être creusé. Le bois mort au sol n'est intéressant que de façon indirecte, parce qu'il fournit un habitat aux proies, mais ne constitue pas une priorité pour ces espèces.

Par rapport aux autres groupes, l'écologie des oiseaux forestiers est bien connue. Néanmoins leurs besoins en termes de station sont très divers, de sorte qu'il est important de représenter un maximum de diversité écosystémique dans le réseau. En raison de leur facilité de propagation, les corridors ne représentent pas une priorité pour les oiseaux. La conservation d'arbres-habitats reste cependant une mesure très favorable, tout comme le traitement irrégulier.

Le cas du Grand Tétras est clairement à part. Dans certains secteurs, on le trouve particulièrement dans les vieilles forêts : il serait donc a priori favorisé par les îlots de sénescence. Il n'est cependant pas cavicole et ne se nourrit d'insectes que dans son stade juvénile. Quant aux vieux arbres, il en a surtout besoin pour disposer de branches lui servant de perchoirs. Enfin le Grand Tétras nécessite une forêt semi-ouverte, avec un couvert n'excédant pas 40 à 60 % et cet habitat favorable doit représenter au moins un tiers de son territoire. Il lui faudrait donc, idéalement, des îlots avec des interventions régulières visant à ouvrir le milieu en attendant que l'on atteigne un stade suffisamment avancé du cycle sylvogénétique pour que cette ouverture se fasse naturellement. On voit que les exigences de l'espèce sont très particulières et, qui plus est, elles passent par des coupes qui vont à l'encontre du principe d'îlots, du moins tel qu'on le conçoit classiquement : une zone où on s'interdit toute intervention. Il semblerait donc que le Grand Tétras ne soit pas une espèce réellement bénéficiaire des réseaux d'îlots de sénescence tels qu'ils sont conçus pour les autres espèces.

1-3-2- Chiroptères

Les chauves-souris inféodées aux milieux forestiers sont nombreuses dans les alpes franco-suisse. On peut distinguer quatre groupes d'espèces selon l'utilité qu'elles trouvent au milieu forestier. En premier lieu se trouvent celles qui nichent dans les cavités : les murins de Daubenton (*Myotis daubentonii*) et de Bechstein (*Myotis bechsteini*), les noctules communes (*Nyctalus noctula*) et de Leisler (*N. leisleri*). D'autres ont besoin de zones boisées pour la chasse : c'est le cas des

rhinolophes (*Rhinolophus sp.*), des oreillardes (*Plecotus sp.*), des pipistrelles (*Pipistrellus sp.*) du grand Murin (*Myotis myotis*) ou encore de la Barbastelle (*Barbastella barbastellus*). Les îlots constituent, a priori, une mesure très favorable au premier groupe, même sur des très petites surfaces. Pour le second groupe, l'intérêt est moins évident : ils auraient le mérite de maintenir des forêts naturelles avec du bois mort propice au développement des proies mais, d'une part, il faudrait des surfaces beaucoup plus élevées, d'autre part, la mise en îlot risque souvent d'aboutir à moyen terme à une fermeture excessive du milieu qui serait défavorable aux chauves-souris.

Les réponses fournies pour les chiroptères sont très proches de celles des ornithologues, ce qui semble logique dans la mesure où les deux groupes d'espèces sont essentiellement concernés par la thématique des cavités. La différence tient à ce que les chauves-souris sont évidemment toutes des cavicoles secondaires et que beaucoup exploitent aussi les **fentes**, alors que ces microhabitats intéressent peu d'espèces d'oiseaux, les grimpeurs (*Certhia sp.*) mis à part. Les **décollements d'écorce** sont aussi particulièrement importants, notamment pour la barbastelle. **Les arbres porteurs de plusieurs cavités sont particulièrement favorables**, les chauves-souris vivant habituellement en colonie.

Très logiquement, les arbres-habitats sont également très favorables aux chauves-souris, pour peu qu'ils soient porteurs de cavités. Ils sont d'ailleurs cités avant les îlots comme mesure de gestion la plus adaptée. Cependant plusieurs espèces ont besoin non pas d'une mais de nombreuses cavités situées à proximité les unes des autres : le concept d'îlot apparaît à cet égard le plus efficace, pour peu que le réseau constitué soit suffisant. Les feuillus sont nettement préférables même si les forêts mixtes sont largement plébiscitées.

Les chauves-souris sont clairement le groupe **le moins concerné par la maturité des peuplements** : il n'est pas nécessaire pour elles de chercher à maximiser les diamètres, le critère majeur étant le nombre de cavités. En toute rigueur un îlot destiné aux chauves-souris devrait d'ailleurs, selon certains experts, être délimité non pas sur la base de la surface mais sur celle du nombre de loges qu'il contient. Dans certains cas, le taillis peut aussi être intéressant même jeune. A noter cependant qu'il a été montré que des taillis de châtaigniers pouvaient être très favorables aux espèces mais que, dès que leur gestion était abandonnée, les chauves-souris les abandonnaient : la mise en îlot de telles zones ne semble donc pas une mesure très appropriée. Enfin le bois mort n'est pas non plus un critère à prendre en compte pour ce groupe.

Comme les oiseaux, les chauves-souris sont favorisées par la proximité d'un espace ouvert, qui leur permet de disposer d'un terrain de chasse. Les zones humides, riches en insectes, sont également des sites de nutrition favorables. Les forêts ouvertes, où les animaux disposeront d'aires d'envol suffisantes, sont également à privilégier, avec, si possible, un sous-étage suffisamment dense pour la chasse. Les situations **sèches et ensoleillées** sont les plus fréquentées par ce groupe d'espèces.

Malgré leur facilité de déplacement, les chauves-souris sont des animaux ayant particulièrement besoin de corridors. C'est notamment le cas pour la barbastelle ou le murin de Bechstein, alors que des espèces comme la noctule qui quitte la forêt pour chasser sont moins concernées. Hors forêt il s'agira de haies, de vergers ou d'alignements d'arbres, en forêt à l'inverse, il est important de disposer de zones ouvertes qui peuvent être des éléments linéaires de type chemins forestiers ou des cours d'eau. Outre la question centrale des microhabitats, cavité, fente et écorce, **cette présence de zone ouverte pour les déplacements et pour la chasse** constitue, avec la constitution d'un réseau permettant un bon échange des populations, un des aspects à considérer en priorité pour les chiroptères.

1-3-3- Insectes saproxyliques

Parmi les espèces concernées par la présente étude, les insectes saproxyliques font partie de celles dont la survie est la plus intimement dépendante de la présence de vieux arbres et de bois mort qui leur fournissent habitat et nourriture. Il s'agit majoritairement de coléoptères (buprestes, cétoines, lucanes, longicornes...). Comme pour d'autres groupes certaines espèces sont emblématiques pour la conservation de ces milieux : c'est notamment le cas de la Rosalie des Alpes (*Rosalia alpina*) ou encore du Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), présents dans la zone d'étude.

Les insectes saproxyliques se caractérisent par leur remarquable diversité et leur faculté à exploiter toutes les niches offertes par les vieux arbres, de sorte que décrire ce qui serait pour eux un

îlot de sénescence idéal est particulièrement difficile. A cela s'ajoute le fait que très peu d'espèces ont été étudiées de façon approfondie et que d'importantes lacunes existent dans la connaissance de leur écologie, notamment en ce qui concerne les stratégies de colonisation. En règle générale, la meilleure stratégie semble de **maximiser la diversité des microhabitats** pour garantir la présence de milieux adéquats pour le plus grand nombre d'espèces.

Ainsi en ce qui concerne les essences ou le couvert forestier, toutes les situations doivent être représentées dans le réseau. A une échelle plus réduite, toutes les classes de décomposition sont d'égale importance pour les insectes. Le bois mort est logiquement un critère important, aussi bien sur pied qu'au sol. Les insectes sont également concernés par les cavités, particulièrement celles contenant du terreau. Le microclimat jouerait également un rôle, les situations sèches et ensoleillées étant préférables. Par ailleurs, comme les stades matures de certains insectes saproxyliques sont nectaricoles, il est très favorable de disposer à proximité de l'îlot **d'une zone ouverte fleurie ou d'un sous-étage abondant**.

On l'a dit, les modes de propagation des insectes saproxyliques ont encore été insuffisamment étudiés. Cependant, on sait déjà qu'ils sont très diversifiés, ce qui entraîne que si certaines espèces n'ont aucune difficulté à coloniser un territoire lointain, ce ne sera pas le cas pour d'autres espèces, très peu mobiles. La présence de **corridors** est par conséquent vitale pour la survie de ces dernières. Ceux-ci passent souvent par le maintien d'un couvert forestier (beaucoup de coléoptères saproxyliques ne sortent pas des forêts, à titre d'exemple, une femelle de Lucane ne parcourt pas plus de 500 m en milieu ouvert) suffisamment riche en bois mort. Les arbres-habitats ne seraient pas nécessairement les plus efficaces, des accumulations de bois mort étant jugées préférables (rémanents, bouquets d'arbres morts...), ou, à l'inverse une protection sur une plus grande surface : les réserves intégrales seraient ainsi, après les îlots, la mesure la plus efficace pour la conservation des insectes saproxyliques.

Enfin on sait que, en ce qui concerne les insectes, la richesse spécifique d'une forêt est positivement corrélée à l'ancienneté de l'occupation forestière, de sorte que **la maturité des peuplements** est, comme pour les autres groupes, le premier critère à prendre en compte, et ce d'autant plus que la présence de très gros bois est de l'avis général un facteur déterminant pour les insectes.

1-3-4- Bryophytes

On l'a vu dans la synthèse bibliographique, les bryophytes ne font clairement pas partie des groupes les plus souvent pris en compte dans les études portant sur les vieux arbres et le bois mort, et ce malgré l'importance qu'ont ces milieux pour beaucoup d'espèces. Il y a aussi un réel problème de manque de connaissances sur l'écologie de ces espèces.

Les mousses seraient favorisées par des îlots placés dans des forêts à faible couvert, et sont très sensibles au microclimat, **les stations humides étant les plus favorables**. Les forêts feuillues ou mixtes sont les plus intéressantes : parmi les essences à privilégier figurent notamment le Hêtre, les érables, le Frêne et le Chêne. Le bois mort est un élément très important, tout particulièrement dans ses stades ultimes de décomposition, et de préférence en situation ombragée. Cependant la priorité concerne **les vieux arbres sains** qui constituent un habitat particulièrement intéressant pour les mousses : quoique jugés moins pertinents que les îlots de sénescence, les îlots de vieillissement représentent ainsi une mesure très favorable pour ce groupe.

La thématique de la connectivité reste très mal documentée en ce qui concerne les bryophytes et il n'est pas possible d'établir de distance minimale entre deux îlots. La propagation étant passive, l'établissement de corridors paraît peu pertinente même si les arbres-habitats restent une politique efficace. Une distribution uniforme est donc la plus adaptée. Les critères majeurs à prendre en compte sont majoritairement stationnels : il est important de maximiser **la diversité écosystémique** des zones mises en îlots tout en **privilégiant les stations humides**, les plus favorables, et en cherchant systématiquement les plus gros diamètres. Couvrir un pourcentage important de la forêt constitue également un point important.

1-3-5- Lichens

Comme les bryophytes, les lichens sont peu présents dans la bibliographie portant sur le bois mort et ont été peu étudiés, à l'exception de quelques espèces emblématiques comme *Lobaria pulmonaria* ou *Usnea longissima*. Les autres espèces concernées par la protection des vieux arbres sont essentiellement les espèces dites océaniques et subocéaniques, auxquelles on peut rajouter le genre *Parmelia* (*P. laevigata* et *P. crinita*). On peut aussi citer les genres *Calicium* et *Chaenotheca*.

Selon les espèces, les lichens ont besoin aussi bien de feuillus (*Lobaria* sur les érables et les hêtres) que de résineux (*Usnea* sur les épicéas). Les sapins et le hêtre sont également favorables. Les lichens sont très sensibles au microclimat : ils ont besoin de **situations humides et stables**, avec un ensoleillement assez élevé. La stabilité de ces conditions stationnelles est particulièrement importante, de sorte que les situations en lisière sont à éviter et que, comme pour les bryophytes, l'établissement d'une zone tampon, au moins en futaie régulière, est pertinente. Le bois mort n'est important que pour certaines espèces, sur pied comme au sol. **Les vieux arbres sains restent la priorité**. L'allongement des cycles sylvicoles est d'ailleurs considéré comme une bonne alternative aux îlots.

Les modalités de propagation des espèces sont, encore une fois, mal connues. Les lichens sont cependant des organismes capables de réussir des colonisations à très longue distance, ce qui explique un très faible taux d'endémisme, de sorte que la problématique ne semble pas prioritaire. Une distribution uniforme des îlots et des arbres habitats est donc la plus adaptée.

Les lichens comptent plusieurs espèces qui se sont beaucoup raréfiées en raison du déficit des forêts en stades sénescents : la **présence de ces espèces** est un critère important à prendre en compte pour l'emplacement des îlots si on veut assurer leur conservation. Enfin la **pollution atmosphérique** est aussi à prendre en compte dans la mesure où on sait que ces organismes y sont très sensibles : les massifs fortement affectés par ce problème ne pourront donc pas les accueillir.

1-3-6- Champignons

Si leur conservation est moins médiatique que celle des pics ou de certains insectes, les champignons sont pourtant le groupe peut-être le plus important au sein des microhabitats liés aux vieux arbres et au bois mort. Ce sont eux qui assurent la majeure partie de la décomposition du bois et, par conséquent, ce sont eux qui permettent aux autres taxons de se nourrir et de s'abriter. Ils représentent par ailleurs, à l'instar des insectes, un formidable réservoir de biodiversité encore peu connu. Ce manque de connaissances, là encore, pose problème pour édicter des guides de gestion qui permettraient d'assurer la conservation de ce groupe.

On peut regrouper les champignons concernés par les îlots de sénescence en quatre guildes : les **corticiciés**, vivant sur le bois mort au sol, les **polypores**, qui ont besoin de gros bois, les **ectomycorhiziens** dont certains sont spécifiques aux vieux arbres et les **ascomycètes** vivant sur les branches. On pourrait rajouter les saprophytes mais, ceux-ci vivant dans la litière, l'intérêt de mettre en place des îlots n'a rien d'évident en ce qui les concerne.

Les champignons sont le groupe le plus intimement lié au bois mort ou dépérissant en tant que matière, et cela explique qu'il s'agisse du seul groupe pour lequel il serait plus pertinent de délimiter l'îlot sur la base du volume plutôt que de la surface. Tous les types sont concernés : bois mort au sol et sur pied, vieux arbres et arbres dépérissant, ces derniers semblant être les plus intéressants.

Les champignons, comme les mousses et les lichens ont besoin des **conditions microclimatiques tamponnées** propres au cœur des vieilles forêts. On **évitera donc les situations de lisières** et, en futaie régulière, l'établissement d'une zone tampon peut se justifier. Les stations **humides sont les plus favorables**, mais il est important de conserver des peuplements en conditions suffisamment variées. Le couvert peut être relativement dense. Feuillus comme résineux sont également intéressants même si des essences comme le chêne ou l'aulne concentrent le plus d'espèces et qu'en montagne la proportion plus importante de résineux peut pousser à privilégier les peuplements feuillus. A l'instar des lichens, les champignons sont également sensibles à la pollution : le taux d'azote atmosphérique doit être suffisamment faible pour qu'ils se développent dans de bonnes conditions.

Comme pour les mousses et les lichens, la propagation étant passive, la présence de corridors est peu importante et une distribution uniforme des îlots préférables. Les arbres-habitats sont intéressants mais n'arrivent qu'en troisième position des mesures de gestion les plus favorables, derrière les réserves intégrales.

Lorsqu'on interroge les mycologues sur le critère prioritaire à considérer pour localiser les îlots, une seule réponse est citée : la **maturité**. La recherche des plus vieux peuplements, soit des plus gros diamètres, doit donc être le premier aspect à prendre en compte pour mettre en place un réseau efficace vis-à-vis des champignons forestiers.

1-3-7- Synthèse : convergences et conflits d'intérêt

L'objet des six synthèses précédentes était d'une part de présenter les résultats des enquêtes de façon plus détaillée, d'autre part de faire le point sur la connaissance de l'écologie de chaque groupe d'espèces : on voit ainsi clairement que si certains groupes disposent déjà d'un nombre relativement important d'études sur le sujet, comme les oiseaux, pour d'autres ces études manquent et la tâche est parfois plus ardue au regard de l'extrême diversité de certains taxons, comme les insectes. On gardera cependant à l'esprit que dans la plupart des cas, les îlots ne sont pas faits pour une espèce ni même un groupe d'espèces en particulier mais bien pour toutes les espèces sensées profiter des milieux ainsi préservés. C'est la politique « milieu » qui prévaut sur l'approche « espèce », comme le recommandent les naturalistes eux-mêmes. Il convient alors de se demander s'il existe des intérêts communs, des points consensuels qui permettraient de satisfaire un maximum d'espèces et à l'inverse des conflits pour lesquels la seule solution serait soit de diversifier soit de hiérarchiser selon les enjeux de protection.

Une première approche consiste à tenter d'identifier des « groupes de groupes » aux besoins similaires. Une méthode possible est de comptabiliser le nombre de réponses communes aux questions posées.

Chaque groupe a, en moyenne, 42 % de réponses communes aux autres groupes, ce qui reste assez élevé sachant que nombre de réponses étant graduées, elles peuvent être proches sans être identiques. Les besoins sont donc assez similaires pour tous. Néanmoins des rapprochements peuvent être établis de façon assez nette. Les oiseaux n'ont ainsi que 27 % de réponses communes avec les lichens et 63% avec les chiroptères. De façon plus synthétique, l'opposition espèces animales/non animales est assez claire, avec une forte convergence oiseaux/chiroptères pour les raisons déjà évoquées plus haut. Cette séparation en deux groupes peut s'expliquer par les problématiques de connectivité, plus importantes pour les animaux, par les besoins spécifiques au niveau du microclimat propres aux mousses, champignons et lichens, où encore par le rôle très important joué par les cavités pour les insectes, oiseaux et chiroptères mais qui affecte moins les autres espèces. Il s'agirait donc plus, mais cela resterait à prouver, de centres d'intérêts différents plutôt que divergents : en d'autres termes **espèces animales et non animales ne sont pas concernées par les mêmes critères mais peuvent très bien, à quelques détails près, avoir le même îlot de sénescence « idéal »**.

	lichens	champignons	bryophytes	insectes	oiseaux	chiroptères
lichens		40%	44%	38%	34%	40%
champignons	40%		47%	29%	27%	26%
bryophytes	44%	47%		33%	34%	28%
insectes	29%	33%	38%		44%	45%
oiseaux	27%	34%	34%	44%		63%
chiroptères	26%	28%	40%	45%	63%	

Tableau 4 : pourcentages de réponses communes aux questionnaires entre les six groupes d'espèces

	Bryophytes	Lichens	Champignons	Insectes	Oiseaux	Chiroptères
Surface minimale d'un îlot	1 à 2 ha	> 1 ha	Non connue	1 à 2 ha	1 à 2 ha	1 à 2 ha
Pourcentage minimal de surface en îlot	10 à 15 %	10 à 15 %	6 à 10 %	6 à 10 %	3 à 10 %	6 à 10 %
Essences les plus favorables	Hêtre, Erable, Frêne, Chêne	Hêtre, Sapin, Epicéa, érables	Chêne, Aulne, Hêtre, Sapin, Epicéa	Chênes, Hêtre, Pin sylvestre, Aulne	Hêtre, Chêne, Pin sylvestre, Tremble	Hêtre, Chêne
Type de bois mort	sur pied et au sol	sur pied et au sol	sur pied et au sol	sur pied et au sol	sur pied (et au sol)	sur pied
Quantité de bois mort minimale	10 à 20 m ³	10 à 20 m ³	10 à 20 m ³	10 à 20 m ³	5 à 20 m ³	indifférent
Microhabitats les plus importants	grosses branches, chablis, souches	souches, grosses branches	cavités, fentes, blessures, attaques de pics	cavités, terreau, blessure, souches, grosses branches	cavités en hauteur, grosses branches, lierre	cavité en hauteur, fente, écorce déhiscente
Densité minimale arbres morts et dépérissants dans l'îlot (/ha)	>20	3 à 10	3 à 5	1 à 5	6 à 10	6 à 10
Densité minimale arbres à cavités dans l'îlot (/ha)	indifférent	indifférent	indifférent	indifférent	6 à 10	11 à 20
Besoins dans la zone tampon	aucun	aucun	aucun	sous-étage et espaces ouverts	sous-étage, espaces ouverts et zones humides/cours d'eau	espaces ouverts et zone humide/cours d'eau
Distance maximale entre deux îlots	NSP	< 500 m	3 à 5 km	< 500 m	1 à 2 km	1 à 2 km
Microclimat le plus favorable	Humide ensoleillé	humide/doux ensoleillé	Humide demi-ombre	Sec ensoleillé	indifférent	Sec ensoleillé
Présence de corridors	secondaire	importante	secondaire	très importante	secondaire	très importante
Critères prioritaires pour la localisation	microclimat humide, diversité des stations, présence des espèces	maturité, présence des espèces	maturité	maturité, diversité des stations	maturité, arbres-habitats, présence des espèces	arbres-habitats, espaces ouverts, connectivité avec habitats similaires

Tableau 5 : Synthèse des besoins des six groupes d'espèces à dire d'experts en matière d'îlot de sénescence

III-2- Questionnaire gestionnaire

2-1- Caractéristiques de la population sondée

27 gestionnaires ont participé à l'enquête, dont 8 de nationalité suisse, issus du service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud. Tous les gestionnaires français interrogés travaillent à l'Office national des forêts, dans les départements de la Savoie, de l'Isère, de la Haute Savoie et de l'Ain. On s'est efforcé de varier les localisations géographiques comme les positions hiérarchiques et les domaines de spécialisation. Font ainsi partie de l'échantillon des agents, des aménagistes, des responsables d'unité territoriales mais aussi des chefs de service forêts ou bois ou des experts environnement ou risques naturels. Il reste malgré tout important de préciser que le choix des personnes interrogées, s'il s'est fait dans un souci d'hétérogénéité la plus grande possible, n'avait pas la prétention de parvenir à une quelconque représentativité en termes statistiques et ce d'autant plus que le nombre de personnes sondées reste relativement limité, dans la mesure où nous avons choisi de rencontrer chaque gestionnaire : quitte à perdre en termes de taille de l'échantillon, il a été ainsi possible de s'assurer que chaque question était bien comprise mais aussi de connaître les raisons de chaque réponse.

La totalité des résultats est disponible sous forme de graphiques dans les annexes 1 à 7. Nous les présentons ici de façon synthétique, partie par partie, en ne s'attardant que sur les points nous ayant paru les plus intéressants. Nous tenons à souligner ici que l'ensemble des gestionnaires sollicités a répondu avec intérêt et un réel engagement personnel à ce questionnaire, alors même qu'ils n'étaient pas tous *a priori* intéressés par le sujet. Tous paraissaient convaincus de la pertinence des îlots et beaucoup se sont montrés demandeurs de guides de gestion concrets en la matière.

2-2- Synthèse des résultats obtenus

A. Stratégie générale de choix des îlots

A.1 Dimensions de l'îlot

En ce qui concerne la part d'une forêt qu'il serait pertinent de mettre en îlot, les réponses se situent assez classiquement dans la droite ligne des dernières recommandations de l'ONF : entre 3 et 5 %, de sorte qu'il est difficile de faire la part de position réelle des gestionnaires de leur connaissances des documents exprimant la ligne officielle de l'établissement. On notera que, sur ce point, les suisses se montrent plus prudents, avec autant de réponses pour 1 à 2 % de l'ensemble que pour 3 à 5 %.

Sur cette question de la surface, beaucoup de gestionnaires ont demandé si on parlait de la surface gérée ou de la surface totale, zones inexploitées comprises. Beaucoup ont répondu en considérant seulement la partie gérée, celles où il faudrait intervenir pour arrêter l'exploitation. En considérant l'ensemble de la surface, la part pouvant être mise en îlot serait donc logiquement plus élevée, à supposer que l'on juge intéressant de placer des îlots dans des zones absolument inaccessibles.

La situation de l'îlot par rapport à la périphérie de la forêt est de l'avis général un critère non pertinent. Quant à la distribution, le systématique est rejeté par la totalité des gestionnaires, qui craignent sa rigidité. Une disposition par agrégats, prenant en compte accessibilité et enjeux est largement plébiscitée. L'accessibilité arrive en tête pour les gestionnaires suisses alors que les français placent les enjeux de biodiversité légèrement en premier.

La pertinence d'une surface minimale pour les forêts où on placerait les îlots est très largement remise en question : seuls 36% des réponses y sont favorables. Par ailleurs ceux qui jugent qu'une limite reste nécessaire la fixent plus bas que celle préconisée par l'ONF : 50 à 80 ha au lieu de 200.

A.2. Le réseau d'îlots

Les surfaces citées sont assez réduites, la classe **1-2 ha** étant majoritaire. Ici aussi les suisses se montrent plus « prudents » avec des surfaces inférieures à 1 ha. On notera cependant que, alors que la question faisait référence à une surface « maximale », certains gestionnaires ont préféré citer une surface minimale, estimant que des îlots plus étendus étaient non seulement plus efficaces du point de vue écologique mais aussi plus faciles à gérer.

Le critère pour la délimitation de l'îlot reste la surface, pour des raisons de simplification de la gestion. Si ceux qui citent le volume seul sont assez rares, plusieurs jugent importants de considérer les deux approches : établir un îlot sur une surface donnée mais avec un volume sur pied minimal, ce qui semble effectivement assez pertinent. Les autres critères proposés insistent soit sur la cohérence de l'unité sylvicole mise en îlot (critères structuraux), sur les limites naturelles ou sur la part de revenu sacrifiée, ce qui revient à une amélioration de la délimitation par le volume.

La forme de l'îlot n'est pas considérée comme devant entrer en ligne de compte. L'idée d'une zone tampon est plutôt mal accueillie pour des raisons de complexité de mise en œuvre et de coût de délimitation (deux fois plus de linéaire à matérialiser avec une zone tampon). Beaucoup proposent de jouer plus sur la taille de l'îlot, puisque celle-ci ne paraît pas constituer un réel enjeu. Pour ceux se montrant favorables à cette zone tampon, les raisons invoquées sont aussi d'ordre pratique avec l'idée des risques sanitaires et de sécurité publique.

Une question importante visait à comparer îlots de sénescence et îlots de vieillissement. La différence entre les deux n'était pas toujours très clairement perçue. Une fois celle-ci expliquée, **l'îlot de sénescence est très largement plébiscité** (81 % des réponses). L'îlot de vieillissement est perçu comme moins efficace du point de vue écologique mais sa plus-value financière est également remise en cause, notamment en raison du contexte économique défavorable aux très gros bois, et, particulièrement en Suisse, en raison de la surreprésentation des gros diamètres dans les forêts vaudoises. On n'oubliera pas malgré tout que le questionnaire entier étant consacré aux îlots de sénescence, cela a pu influencer le gestionnaire dans sa réponse.

B. L'îlot dans la gestion forestière

B.1 L'îlot dans le peuplement

Les caractéristiques du peuplement à mettre en îlot ne représentent pas pour les gestionnaires un critère important. Les forêts mixtes et irrégulières arrivent légèrement en tête puisque étant traditionnellement perçues comme plus intéressantes écologiquement, mais aucun gestionnaire n'a répondu à ces questions en adoptant une approche pratique, ce qui était l'objet de ce questionnaire. Quand ils ne jugent pas ces critères indifférents, une bonne part des personnes sondées estime que tous ces types de peuplements doivent être représentés parmi les îlots, ce qui témoigne d'une bonne prise de conscience de la notion de réseau et de représentativité des stations.

B.2. L'îlot et les contraintes de gestion

- *Contraintes liées à la fonction de production*

Le tableau proposé dans cette partie du questionnaire permettait de tester les importances relatives de la valeur du bois, du volume sur pied et de l'accessibilité dans le choix de la localisation des îlots. Deux cas étaient soumis aux gestionnaires : les forêts communales et domaniales. Seul un gestionnaire les a distingués, tous les autres n'ont considéré que le cas qui les concernait ou bien n'ont pas jugé cette distinction pertinente et ont rempli les deux tableaux de façon identique. Effectivement si, en forêt communale, la décision finale appartient à la municipalité, les propositions de gestion faites par l'ONF n'ont pas a priori de raison d'être différentes de celles faites en domaniale. Les deux cas ne seront donc pas distingués dans l'analyse des résultats.

Le tableau suivant reflète les résultats obtenus : on a, pour le construire, affecté la valeur 10 aux réponses « O » (possible, sans restrictions particulières, de mettre en place des îlots), 5 aux réponses « E » (possible de façon exceptionnelle, soit en limitant la part mise en îlot) et 0 aux réponses

« N » (ne pas installer d'îlots dans ce cas). Les notes obtenues constituent une moyenne oscillant autour de ces trois valeurs références.

		volume sur pied important		volume sur pied faible	
		valeur du bois élevée	valeur du bois faible	valeur du bois élevée	valeur du bois faible
accessibilité	facile	3.4	6.8	4.0	6.2
	moyenne	4.0	7.6	4.8	7.0
	difficile	7.6	9.4	7.6	9.0
	non accessible	9.2	10.0	9.2	10.0

Tableau 7: Impact de l'accessibilité, du volume et de la valeur du bois sur le choix des îlots

On obtient très logiquement des notes croissantes de gauche à droite (valeur et volume décroissants) et de haut en bas (accessibilité décroissante). Il apparaît de façon très claire que **le facteur accessibilité prend le pas sur les deux autres**, l'augmentation des notes de haut en bas étant la plus marquée. L'impact des trois facteurs peut se mesurer en calculant les moyennes pour chaque modalité. En regroupant les classes d'accessibilité en deux groupes, facile à moyenne et difficile à non accessible, on obtient :

	faible	élevé	différence
volume	7.2	7.2	0
valeur	8.3	6.2	2,1
accessibilité	9	5.5	3,5

Tableau 8: effet des trois facteurs

Le volume n'a donc aucun impact sur le choix des îlots, d'abord parce qu'il est certainement perçu comme un critère mineur, mais aussi parce que pour certains gestionnaires, mettre en îlots des zones à faible volume sur pied n'a que peu d'intérêt écologiquement parlant. Pour les deux critères restant, c'est clairement l'accessibilité qui prend le dessus et s'impose comme le critère majeur à prendre en compte dans l'intégration du réseau d'îlots à la gestion sylvicole. Il s'agit ici d'un résultat typiquement propre aux forêts de montagnes, caractérisés par des coûts d'exploitation élevés et très variables suivant les situations et par des bois de faible valeur, donc justifiant rarement des dépenses importantes de débardage.

La quasi-totalité des gestionnaires n'accorde pas d'importance au parcellaire et à la situation de l'îlot au sein de la parcelle. A l'inverse tous s'accordent sur l'importance majeure de la prise en compte du schéma de desserte, ce qui rejoint les résultats du tableau précédent.

Beaucoup de gestionnaires préconisent d'éloigner au maximum les îlots de la desserte, mais outre les problèmes que cela pourrait poser non seulement à la qualité du réseau d'îlots mais aussi à la crédibilité de la démarche (mettre les îlots seulement dans les zones inexploitable), ce critère est perçu comme trop simpliste par d'autres gestionnaires. Ceux-ci recommandent de bien réfléchir aux modalités d'exploitation : pondérer la distance à la desserte par la nature du terrain (un îlot peut être prêt de la desserte mais néanmoins peu accessible) et bien prendre en compte, si elles existent, les lignes de câble. Les situations en fond ou sommet de parcelle, à égale distance de deux dessertes ou entre deux couloirs de câble sont les plus favorables. En cas d'exploitation par câble, les formes allongées perpendiculaires à la pente sont à proscrire pour limiter la gêne occasionnée. Il est également important de s'assurer que l'îlot ne sera pas traversé, et donc de ne pas le placer entre la desserte et une zone exploitée. Tous ces critères peuvent paraître très contraignants mais ils sont importants pour que l'îlot reste préservé même en cas d'intensification de l'exploitation forestière, dans une logique de long terme qui reste la plus intéressante pour la thématique des vieux bois.

- *Contraintes liées à la fonction de protection contre les risques naturels*

La question de la présence d'îlots en forêt de protection contre les risques naturels est un sujet faisant clairement débat parmi les gestionnaires, en relation avec l'enjeu de sécurité perçu comme prioritaire. Une courte majorité (51%) estime qu'elle est possible sous conditions, 37 % des sondés y sont défavorables. Le reste se partage entre ceux qui la jugent souhaitable et possible sans restrictions. La suite des questions portant sur ce thème n'a logiquement concerné que ceux ayant répondu « possible sous conditions ». Là aussi les résultats sont très contrastés et il est difficile d'en tirer des conclusions concrètes.

On retiendra cependant que les îlots devraient en forêt de protection être plus petits (moins d'un hectare), ce qui au regard des résultats naturalistes devrait encore leur permettre d'être efficaces, et couvrir une part de la forêt comparable à celles des peuplements classiques (3 à 7%). En ce qui concerne la forme des îlots, la situation est plus confuse puisque toutes les réponses imaginables ou presque ont été proposées. A une exception près, sur laquelle nous reviendrons plus loin, l'idée unanimement admise est de ne pas mettre d'îlots dans les zones où le risque est le plus élevé, en évitant en priorité les zones à enjeux de sécurité publique. Plus concrètement, plusieurs gestionnaires proposent ainsi de privilégier les zones de replat, et donc d'exclure les forêts sur pente régulière. En zone d'avalanches, les îlots seraient possibles en bordure ou aval de couloir, là où on a le plus besoin de gros diamètres et de gros houppier pour dissiper l'énergie de la neige. Dans tous les cas, l'essentiel est de réfléchir au cas par cas en s'efforçant de s'adapter aux contraintes en présence.

La question du type d'îlot (sénescence ou vieillissement) à choisir en forêt de protection fait aussi débat, avec une très courte majorité (53%) pour le vieillissement, sensé garantir un maintien du couvert. Les partisans de l'îlot de sénescence sont ceux qui doutent de façon plus générale de la pertinence des îlots de vieillissement.

Les questions suivantes tentaient de déterminer pour quels types de risques il était envisageable de mettre en place des îlots. Là aussi les réponses sont très hétérogènes de sorte qu'il est impossible d'en tirer la moindre information, si ce n'est la nécessité d'approfondir les recherches sur ce thème. Le type de risque est en tous cas unanimement considéré comme devant être pris en compte. Les avalanches sont perçues comme posant le moins de problèmes, tandis que les chutes de blocs, risque très fréquent dans la zone d'étude, donnent lieu à des réponses très contradictoires.

Les résultats de l'enquête concernant les risques naturels étant pour le moins divergents et ne pouvant donner lieu à aucune conclusion, il a été décidé de consulter l'avis du service RTM d'Annecy sur la question, en la personne de Jérôme Lièvois. D'après lui, la présence d'îlots de sénescence en forêt de protection est loin d'être impossible. Ces forêts ont d'ailleurs traditionnellement souvent été mises en défens, ce qui correspond à une mise en îlot. L'idée est d'accompagner ce qui se ferait naturellement : éviter les essences hors station mais aussi privilégier, pour la mise en îlot, les plus vieux peuplements : ce sont ceux qui n'ont pas été touchés par les aléas naturels, donc ceux placés dans les zones de moindre risque. De plus il existe en matière de protection un aspect génétique important : les arbres vieux sont ceux qui sont adaptés à la contrainte existante. Les conserver permet de conserver leur potentiel génétique en les utilisant comme porte-graines et donc à terme d'améliorer l'efficacité du peuplement en matière de protection.

En ce qui concerne les essences, les feuillus sont à privilégier puisque plus résilients que les résineux vis-à-vis des blessures, donc plus susceptibles de permettre une conservation du couvert forestier même sans renouvellement artificiel.

La surface des îlots doit être réduite, de une à quelques centaines d'ares, voire moins : on peut parler plus de bouquets de sénescence. Pour avoir un rôle efficace de porte-graines, la part mise en îlot doit être assez élevée, de l'ordre de 5 à 10%, soit plus que ce qui est préconisé en forêt « classique ».

La disposition et la forme des îlots sont des critères importants : il faut éviter les lanières dans le sens de la pente et privilégier les formes pisciformes, perpendiculaire ou non à la pente selon l'exposition. Le placement des îlots doit se faire préférentiellement en quinconce, en s'adaptant toujours à la géomorphologie du terrain.

Les îlots seraient particulièrement souhaitables dans les forêts soumises à des risques de chutes de pierres, où, en respectant les conditions précédemment décrites, leur présence permettrait d'améliorer la fonction de protection. Ils seraient également envisageables en cas d'avalanches, sur

des surfaces plus grandes. Le seul cas où l'îlot est à proscrire concerne les problématiques d'érosion des berges où les peuplements matures doivent être évités pour ne pas créer d'embâcles, même si cela peut entrer en contradiction avec les préconisations des naturalistes. Les autres problèmes créés par l'érosion sont peu présents en France. Enfin, en ce qui concerne les glissements de terrain, le rôle de protection de la forêt n'ayant pas réellement été mis en évidence (les ordres de grandeurs des masses mises en jeu seraient beaucoup trop différents pour que la forêt puisse avoir une influence), la question ne peut pas réellement se poser.

En conclusion sur ce point, il apparaît que la question des peuplements matures en forêt de protection reste actuellement mal connue et mériterait des investigations plus approfondies. L'idée généralement admise d'une forêt nécessairement jeune pour assurer une protection efficace n'est peut-être pas toujours fondée : à la question faut-il faire une graduation du risque et donc limiter le pourcentage d'îlots en conséquence, le service RTM d'Annecy répond que cette graduation doit être faite mais pour augmenter la part mise en îlot proportionnellement au risque. Les îlots de sénescence pourraient donc être un moyen d'optimiser la fonction de protection, et ce alors même qu'actuellement cette fonction prend en montagne le pas sur celle de production, en raison d'une part d'une forte demande de notre société en matière de sécurité et d'autre part d'une baisse constante des cours du bois. Il n'en reste pas moins qu'il est important de respecter certaines conditions, portant essentiellement sur la surface et la disposition des îlots, conditions qu'il serait très certainement bon de préciser par des études appropriées.

- *Contraintes liées aux autres risques*

Trois thématiques étaient traitées dans cette partie : les risques liés à la sécurité publique, les scolytes et les incendies. Le premier enjeu est clairement perçu comme prioritaire, les problèmes de responsabilité civile et les risques de procédures étant pris très au sérieux. En contexte de montagne, les incendies ne sont pas considérés comme une contrainte importante, et ce d'autant plus que le lien entre îlots et feux de forêts n'est pas nécessairement clairement établi.

La question des risques sanitaires est très nettement celle faisant le plus débat : certains la perçoivent comme une priorité tandis que d'autres considèrent que ce n'est pas la présence d'un îlot qui peut provoquer une prolifération de scolytes. Une règle générale serait que, **avec ou sans îlot, les scolytes ne causent de véritables dégâts que lorsque l'Épicéa n'est pas à son optimum écologique**. Éviter ou limiter les îlots dans les zones où l'épicéa n'est pas en station (typiquement à faible altitude), semble donc être la meilleure solution, d'autant plus que de telles zones ont rarement un fort intérêt écologique.

Faut-il alors, pour ces trois cas, renoncer aux îlots ? La proportion des gestionnaires interrogés y étant favorables ne dépasse jamais 10 %. Beaucoup plus se prononcent en faveur d'une limitation de la part mise en îlot dans les forêts fortement fréquentées et les pessières, même si la majorité pense qu'il faut y protéger la même part de surface qu'ailleurs. Plusieurs solutions alternatives sont proposées : éviter les épicéas hors stations et, pour le public, soit ne pas placer d'îlots dans les zones fréquentées, généralement bien délimitées et réduites à une faible proportion de la forêt, soit s'autoriser des interventions ponctuelles pour éliminer des arbres dangereux.

Instaurer une distance minimale aux voies de circulation est accepté majoritairement en ce qui concerne les routes et chemins carrossables et rejeté de justesse (54 %) pour les sentiers pédestres. Les distances proposées vont de 30 à 300 m, mais l'idée la plus souvent citée est de se baser sur la hauteur du peuplement. 40 m devrait permettre de garantir la sécurité des usagers. Le cas échéant, la pente doit être prise en compte en différenciant amont et aval. Les alternatives passent par la signalisation, les interventions ponctuelles ou la mise en place d'une zone tampon.

Cette question de l'accueil du public fait généralement débat : doit-on renoncer à montrer au public des peuplements matures ? N'est-ce pas une occasion, via des dispositifs d'information, de faire acte de pédagogie, et par la même occasion de mettre en valeur la politique environnementale de l'ONF ? Plusieurs gestionnaires rappellent que les très vieux arbres sont très présents dans les parcs urbains et qu'il peut donc sembler paradoxal de s'interdire leur conservation en forêt pour des raisons de sécurité...

B.3. L'îlot et les autres échelles de protection : arbre-habitats, bois mort hors îlot et corridors

Les arbres-habitats sont perçus comme la mesure de gestion la plus efficace pour assurer la connectivité inter-îlots, et il semblerait qu'elle soit véritablement intégrée dans la gestion courante. Les gestionnaires se disent prêt à conserver entre 1 et 5 arbres à l'hectare pour leurs fonctions écologiques. Plusieurs estiment cependant que ces chiffres n'ont que peu de signification dans la mesure où, souvent, le problème n'est pas que le gestionnaire accepte de conserver ces arbres, mais plutôt que ces arbres existent.

On peut à ce sujet ouvrir une parenthèse : en forêt communale de La Motte-Servolex, les arbres morts sur pieds ont été systématiquement recensés lors des martelages. Des données sont ainsi disponibles sur sept parcelles : on obtient une moyenne inférieure à 3 arbres à l'hectare, avec des valeurs allant de 0,5 à 11. Les arbres à cavités ne sont pas inclus mais il est clair que, sur la forêt, leur quantité est de toute façon négligeable. En imaginant que ces chiffres soient représentatifs, on voit clairement que conserver 3 arbres à l'hectare n'est pas toujours qu'une question de bonne volonté. A l'inverse, tous ces arbres ayant été conservés, on a, sur ces parcelles, presque atteint le minimum recommandé par les naturalistes sans aucun sacrifice économique puisque ces arbres ont perdu toute valeur commerciale.

Les îlots se situent très largement en tête des mesures de gestion jugées préférables par les gestionnaires, loin devant les arbres habitats, et ce alors même qu'actuellement la conservation de ces arbres-habitats est plus fréquente que la mise en place d'îlots, et, qu'en futaie irrégulière du moins, elle implique clairement moins de sacrifices d'exploitabilité. Comme pour les naturalistes, le fait que le questionnaire soit consacré aux îlots a pu influencer les résultats. L'allongement des cycles arrive en troisième position : il est considéré comme trop pénalisant en termes économiques, surtout alors que le mot d'ordre actuel est plus d'intensifier les récoltes que d'espacer les rotations. Les réserves intégrales sont très défavorablement accueillies et se placent en dernière position.

C. Aspects pratiques et financiers

C.1. Mise en place de l'îlot sur le terrain

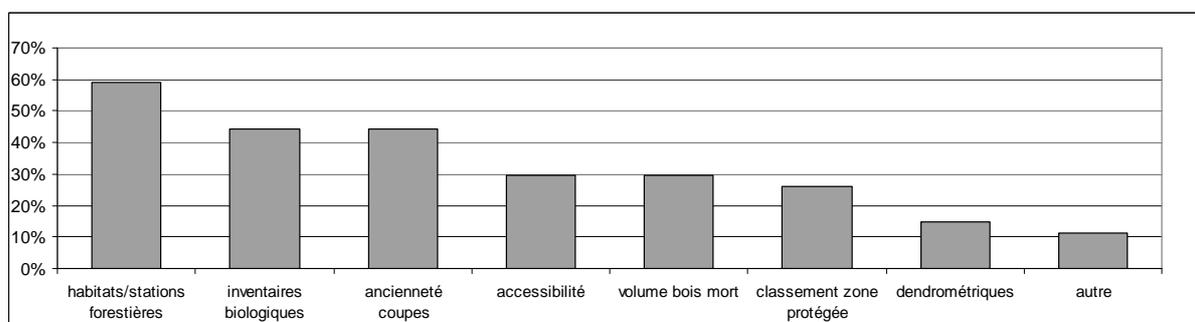


Fig. 4 : critères privilégiés par les gestionnaires pour le choix de la localisation des îlots

La question sur les critères à privilégier, donne lieu à des résultats très dispersés. Alors que plusieurs réponses étaient possibles, seul un critère a été cité par plus de la moitié des gestionnaires sondés : il s'agit des inventaires biologiques, donnée pourtant très rarement disponible lors de la révision d'un aménagement forestier. Les trois critères majoritairement cités (inventaires biologiques, habitats et ancienneté des coupes) sont purement écologiques, ce qui semblerait indiquer que, même si les critères sylvicoles doivent être pris en compte, l'aspect naturaliste est le plus important. L'accessibilité, pourtant perçue comme une priorité dans la première partie du questionnaire, n'arrive qu'en quatrième position, à égalité avec les mesures dendrométriques, pourtant seules à même de localiser les zones à plus forte maturité, si tant est qu'on assimile la maturité aux forts diamètres, point sur lequel nous reviendrons plus loin. Le classement en zone protégée n'est pas considéré comme devant être pris en compte : les îlots sont donc perçus comme une mesure de gestion courante, dépassant largement les limites des espaces naturels protégés.

Une nette majorité (81%) des gestionnaires se prononce en faveur d'une matérialisation de l'îlot sur le terrain, le liseré de peinture étant le plus souvent cité. Seuls 20% considèrent qu'un panneau est nécessaire, et ce généralement seulement dans les zones fréquentées. L'utilisation de limites déjà existantes, lorsqu'elle est possible, est jugée souhaitable. Les limites naturelles, plus durables, sont à favoriser. Un gestionnaire souligne cependant que leur utilisation peut se monter préjudiciable du point de vue de la cohérence écologique (utiliser une rivière par exemple sous-entend de couper l'écosystème rivière en deux). Utiliser la desserte peut se révéler pratique mais signifie mettre en îlot des zones très bien desservies, ce qui peut poser problème. Quant au parcellaire, il peut être fluctuant.

C.2. Aspects financiers et administratifs

Les sources de financement le plus souvent citées sont les subventions, idéalement associées avec une participation du propriétaire. Pour beaucoup celui-ci doit être partie prenante : la démarche de mettre en place des îlots doit être volontaire et financée par le propriétaire avec un appui financier le plus fort possible. A noter qu'en Suisse ces subventions existent déjà. En France, on l'a vu, elles sont limitées aux zones classées Natura 2000. Un mécanisme d'exonérations fiscales, avec un effet sur la taxe foncière, est cité par plusieurs gestionnaires comme une solution qui pourrait être envisagée. Pour les communes, certaines réponses suggèrent que le sujet relevant de la responsabilité collective, il leur revient de le financer entièrement, comme une juste compensation au revenu que leur rapporte la forêt.

La certification n'arrive qu'en troisième position : il est clair pour tous qu'elle ne représente aujourd'hui aucune plus-value sur le plan financier et personne n'imagine à l'heure actuelle que les organismes certificateurs puissent prendre en charge le coût des îlots. Il s'agit là d'une sérieuse remise en question de l'intérêt des schémas de certification existant actuellement en France.

Peu d'autres réponses ont été citées, on peut en mentionner quelques unes : mécénat, ONG, parcs, impôts locaux ou encore création d'un fonds spécifique.

En ce qui concerne la définition des critères et leur suivi, les réponses désignent majoritairement les services de l'Etat et assimilés, ONF en tête, pour s'en charger. Les DREAL, DDEA et CRPF sont également cités. Les chartes et contrats arrivent en deuxième position, notamment pour s'occuper du suivi, et la certification, dont ce genre d'activité est pourtant sensé être la raison d'être, arrive bonne dernière.

C.2. Suivi

69 % des personnes sondées jugent utile de contrôler que l'îlot n'a fait l'objet d'aucune exploitation à chaque révision de l'aménagement. Parmi les 31% restant, la plupart jugent que les procédures habituelles de contrôle de la conformité des coupes au plan de gestion sont suffisantes et craignent la lourdeur de l'opération.

63 % des gestionnaires jugent que le classement en îlot doit être définitif, ce qui se situe dans la logique de la démarche. Les autres préfèrent se réserver une porte de sortie en cas de nécessité, ou jugent le principe de classement définitif irréaliste. D'autres rappellent que, tant qu'il s'agira d'une mesure sylvicole comme une autre, le classement en îlot sera rediscuté à chaque aménagement. Enfin la possibilité de changer d'emplacement en cas de remise en cause de l'intérêt écologique de l'îlot est aussi mentionnée.

Autres sujets abordés

Les gestionnaires ont généralement jugé le questionnaire relativement complet de sorte que peu de points supplémentaires ont été abordés. Plusieurs ont cependant évoqué l'aspect paysager : si l'îlot ne devrait pas, à l'instar d'une trop grande coupe rase, dégrader l'aspect esthétique de la forêt, il peut être intéressant d'inclure, dans la mesure du possible, les arbres remarquables répertoriés dans les zones mises en îlot.

Le problème des captages a également été abordé, puisqu'il s'agit, pour le périmètre immédiat, de zones où le gestionnaire renonce à toute exploitation. Il pourrait dans certains cas s'agir d'une opportunité intéressante, à étudier en relation avec l'intérêt écologique du périmètre de captage et la réglementation.

Bilan : synthèse des réponses des gestionnaires et comparaison avec les naturalistes

Le tableau 5 synthétisait les résultats obtenus pour chaque groupe d'espèce. Le tableau 6, ci-dessous, reprend certaines de ses rubriques dans le cas des gestionnaires. On voit que sur ces données qui correspondent toutes à des points essentiels, les positions divergent peu, à une notable exception près : le pourcentage minimal de la forêt à mettre en îlot est, pour les naturalistes, très supérieur à celui recommandé par les gestionnaires.

critères	réponses gestionnaires	réponses naturalistes
Surface d'un îlot	1 à 2 ha	1 à 2 ha (min)
Pourcentage de la surface mis en îlot	3 à 5 %	5 à 10 %
Essences les plus favorables	Forêts mixtes	Hêtre, Chêne, sapin, Pin sylvestre, etc.
Arbres-habitats à l'hectare entre les îlots	1 à 5	3 à 5
Critères prioritaires pour la localisation	Maturité, critères d'exploitation, risques naturels	Maturité, arbres-habitats, diversité des stations

Tableau 6 : synthèse des réponses des gestionnaires et comparaison avec les naturalistes

III-3- Hiérarchisation des critères : résultats obtenus pour les coefficients Electre dans les deux questionnaires

L'attribution de poids aux différents critères proposés a révélé de véritables tendances, même si l'amplitude des écarts-types nous contraints à modérer l'interprétation qui peut en être faite. Sur les critères « non-gestionnaires » (les huit premiers), le parallélisme parfait entre les réponses des gestionnaires et celles des naturalistes est frappant : plus que des intérêts communs, il traduit le fait que les gestionnaires interrogés ont tous soit une sensibilité environnementaliste soit une connaissance suffisante des milieux naturels pour savoir, même de façon intuitive, quels sont les critères à prendre en compte en priorité. Par ailleurs, point évidemment essentiel, le sens dans lequel gestionnaires et naturalistes souhaitent faire évoluer chaque critère est également identique, même s'il fait souvent plus débat parmi les gestionnaires : en d'autres termes, tous sont d'accord pour maximiser la maturité, minimiser le manque à gagner, etc. On notera que les quelques gestionnaires-naturalistes interrogés n'ont été inclus, pour cette question, que dans la catégorie « naturaliste », cet aspect semblant largement primer sur leurs réflexes de gestionnaires au moment de remplir ce tableau.

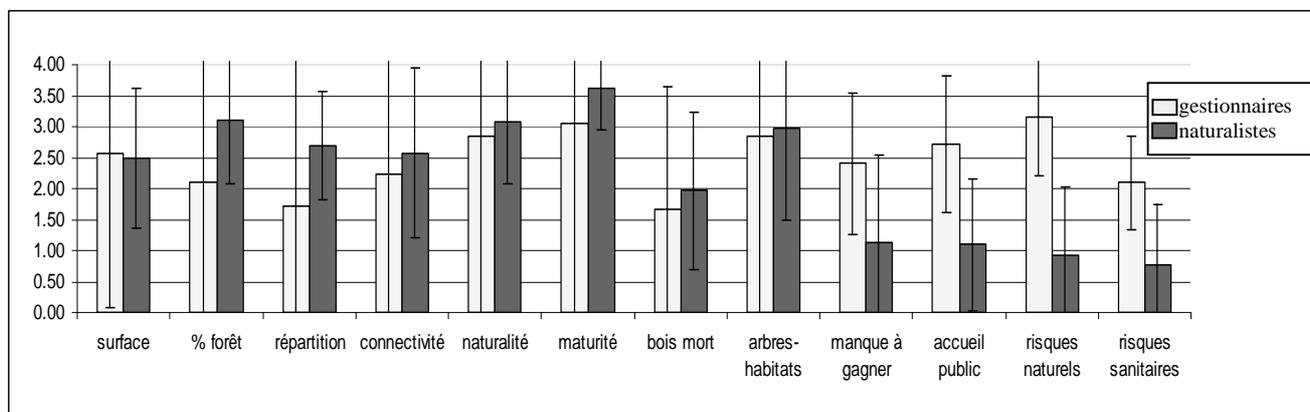


Fig. 5 : poids moyens affectés par les naturalistes et les gestionnaires aux critères de choix des îlots

Le premier enseignement pouvant être tiré de ce graphique est **l'importance majeure de la maturité**, placée en tête. On rejoint là les résultats des questionnaires destinés aux naturalistes : la démarche de localisation des îlots doit avant tout passer, du point de vue écologique du moins, par la recherche des plus gros diamètres. Pour ces critères de localisation, la naturalité arrive en deuxième position, à peu près à égalité avec les arbres-habitats, qui sont plus ou moins cités selon les groupes d'espèces. **Le bois mort est lui très nettement derrière et n'a clairement pas été considéré comme un point important.** Pour certains groupes, cela signifie qu'il n'a véritablement pas d'importance du point de vue écologique (c'est le cas des chiroptères), pour les gestionnaires qu'il s'agit de toute façon d'une donnée rarement disponible, mais on peut aussi voir ce classement comme la volonté de privilégier le long terme : le volume de bois mort finira toujours par augmenter dans les îlots, tandis que favoriser les gros diamètres permet de gagner un temps précieux avant d'atteindre ces stades sénescents que l'on sait trop peu nombreux. Par ailleurs on sait que le bois mort n'est plus exploité : il n'est donc pas besoin de protéger les zones où il y en a déjà mais bien plutôt de favoriser son maintien dans des zones où, en plus, on cherchera à avoir des individus sur pied intéressants du point de vue écologique. Une dernière hypothèse est que les réponses ont été faites en tenant compte de la ressource : on ne peut pas utiliser le bois mort comme critère puisqu'il est de toute façons quasiment absent des forêts gérées actuellement.

Les trois premiers critères concernaient la structure du réseau. Les différences entre naturalistes et gestionnaires y sont plus marquées. **Alors que pour le gestionnaire l'enjeu se situe plus sur la surface de l'îlot, les naturalistes jugent le pourcentage de forêt mis en îlot plus important.** Cette différence est assez logique : en forêt de montagne, les gestionnaires sont bien conscients qu'une part très importante des forêts est inexploitée parce qu'inaccessible. De l'autre côté, les naturalistes estiment majoritairement que même des îlots petits sont intéressants si la part totale du massif ainsi protégée est suffisante. La résolution de cette divergence de points de vue peut se trouver dans le troisième critère : l'homogénéité de la répartition des îlots, sur laquelle porte véritablement la discussion.

Les quatre derniers critères, axés sur la gestion sylvicole, n'ont logiquement pas été considérés comme importants par les naturalistes. Pour les gestionnaires la préoccupation majeure concerne les risques naturels. Malheureusement on a vu que l'état des connaissances semble insuffisant en la matière pour pouvoir véritablement appliquer ce résultat. A l'inverse les risques sanitaires, qui, on l'a vu, faisaient également débat, arrivent de façon assez surprenante, et en désaccord avec nombre de textes plus ou moins officiels, en dernière position. Sans doute les gestionnaires ont-ils considéré que, comme expliqué plus haut, si on exclut les situations à risques de toutes façons peu intéressantes écologiquement parlant, ce problème peut être largement évité. Enfin l'accueil du public est considéré comme un aspect à prendre en compte devant le manque à gagner. Cette importance relativement faible accordée à la valeur économique peut étonner mais elle peut s'expliquer de deux façons : d'abord par le contexte de forêts de montagne où la valeur du bois reste généralement faible, ensuite peut-être parce que de nombreux gestionnaires considèrent que, pour qu'il soit efficace mais aussi que la démarche soit crédible, un réseau d'îlot ne peut se cantonner qu'aux stations non productives et inexploitées.

Ce tableau a été réalisé lors de la phase d'élaboration du questionnaire. Il se voulait aussi complet que possible. Au cours des enquêtes on a pu cependant s'apercevoir qu'il n'était pas sans lacunes : il ne prend pas en compte les conditions d'exploitation, ni la présence des espèces. Pour le cas d'application qui suit, il n'a pas été possible d'inclure ces données puisqu'on ne disposait pas de poids à leur affecter, par contre l'accessibilité a été incluse dans le calcul du manque à gagner.

III-3- Conclusions possibles : que peut-on recommander pour la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence ?

3-1 Quels critères considérer pour localiser un îlot de sénescence ?

Si un critère est à retenir, il s'agit sans aucun doute de la **maturité**. Le principe est que les vieux arbres sont ceux dont la présence bénéficie au maximum d'espèces, ceux qui fourniront le bois mort à moyen terme et ceux qui sont souvent les plus déficitaires dans les forêts de montagne. Dans la mesure où l'objectif est bien de conserver une part de la forêt en stade sénescent, choisir les zones les plus âgées permet de gagner du temps et d'éviter que les espèces ne disparaissent avant que ce stade ne soit atteint. Le problème est que l'âge des peuplements est très rarement connu : la seule mesure permettant de le déterminer avec précision passe par des sondages à la tarière, très coûteux. En pratique, on sera contraints de se baser sur le diamètre qui, lui, fait partie des données couramment utilisées dans la gestion. On gardera cependant à l'esprit que la corrélation n'est pas parfaite puisque la croissance radiale varie fortement avec la richesse de la station, et que pour certaines espèces (lichens notamment, ou encore champignons ectomycorhiziens), c'est bien l'âge qui compte, par le biais du temps nécessaire à la colonisation et au développement de l'individu, et non le diamètre. Malgré tout on considérera que, concrètement **les gros et très gros bois, surtout feuillus, permettent d'identifier les zones les plus intéressantes.**

En ce qui concerne l'intégration dans la gestion sylvicole, la valeur des peuplements est certes à considérer mais la priorité concerne avant tout les **conditions d'exploitation**. Les îlots doivent être situés de façon à ne pas gêner la sortie des bois. Cet aspect est primordial : il minimise l'impact de la présence de l'îlot sur la gestion forestière et contribue par conséquent à garantir sa pérennité. Plutôt que de donner une distance minimale à la desserte ou une classe d'accessibilité optimale, on préférera recommander au gestionnaire de réfléchir aux modalités d'exploitation actuelles et futures lorsqu'il choisira l'emplacement de ses îlots. La traversée de la zone mise en îlot par des machines d'exploitation est évidemment à proscrire, tout comme l'ouverture d'une ligne de câble, et cela sera d'autant plus facile à éviter que l'îlot aura été judicieusement choisi. Toutes ces données sont à intégrer au cas par cas, indépendamment de la valeur du peuplement, qui peut varier de sorte qu'on ne sait pas si certaines parcelles aujourd'hui inexploitées ne le seront pas à l'avenir.

Les autres critères à prendre en compte apparaissent généralement secondaires. Les arbres secs et à cavités sont néanmoins intéressants : parce qu'ils constituent un habitat qui s'est raréfié mais aussi parce qu'ils sont indicateurs de stades plus proches de la sénescence et de la présence des espèces que l'on souhaite protéger. Néanmoins, leur conservation peut se faire, et se fait très souvent, plus ponctuellement, sans qu'il soit besoin de placer toute la zone en îlot. Leur présence ne doit donc être considérée qu'en second lieu. Un îlot comprenant des arbres suffisamment gros (plus de 30 cm) avec une part importante de feuillus finira de toutes manières, s'il est laissé en libre évolution, par accueillir des cavités, pour autant que les conditions écologiques soient favorables aux espèces (se référer au tableau 4). Le même raisonnement peut s'appliquer au bois mort.

3-2- Combien d'îlots ? Sur quelle surface ?

On a vu qu'une bonne partie des naturalistes considère qu'une surface de 1 à 2 ha constitue un minimum acceptable pour des îlots, très peu plaçant ce seuil au dessus de 6 ha. Ces valeurs sont donc très largement compatibles avec les recommandations de l'ONF, d'autant plus qu'elles correspondent aux chiffres cités par les gestionnaires.

Concrètement si en deçà d'un hectare, l'îlot n'est plus intéressant que pour certains groupes d'espèces, une surface de **quelques hectares** paraît très appropriée pour la majeure partie de la biodiversité visée. **L'idéal serait de varier les surfaces avec une majorité de petits îlots assurant la connectivité du réseau et quelques îlots plus étendus dans les zones les moins accessibles.**

Pour le pourcentage de forêt mis en îlot, on a vu que le sujet était plus conflictuel : il faudrait **5 à 10 %** selon les naturalistes, ce qui dépasse aussi bien les préconisations de l'ONF que les réponses des gestionnaires. Il s'agit sur ce point d'un choix typiquement politique, qui dépendra aussi avant tout de la volonté du propriétaire. On n'oubliera pas cependant que la part de forêt inexploitée car non accessible est bien souvent supérieure à cette valeur, même si, on l'a déjà vu, cet aspect n'est pas le seul à devoir être pris en compte. D'un autre côté les valeurs fournies par les naturalistes restent des estimations à dire d'experts reposant rarement sur des études de terrain.

3-3- Quels sont les besoins des espèces au sein d'un îlot ?

Outre les critères signalés plus hauts, quelques règles générales sont valables pour toutes les espèces : les **forêts peu denses, mélangées ou feuillues** sont plus favorables. La présence de certains éléments permet d'en augmenter l'intérêt comme **la proximité d'espaces ouverts ou de milieux humides**. Si on cherche à rentrer plus dans le détail, on s'aperçoit vite que les besoins des différentes espèces sont extrêmement variés. Il est donc très certainement préférable de privilégier une approche milieu pour la mise en place du réseau plutôt que de chercher à satisfaire les besoins de chaque espèce. En d'autres termes, on cherchera dans tous les cas à **maximiser la diversité des stations** représentées dans les îlots.

Evidemment certains cas dérogent à cette règle et quelques espèces très rares peuvent, par leur seule présence justifier un îlot, quand une réserve n'est pas envisageable. C'est notamment le cas des espèces à faible capacité de dispersion. Mais dans les situations plus classiques, la meilleure stratégie semble être d'obtenir un réseau comprenant toutes les stations connues dans la forêt. Sans exclure d'éventuelles stations rares remarquables, on privilégiera les stations les plus représentatives de la zone géographique : elles sont le plus susceptibles d'accueillir les espèces correspondantes mais également les plus stables à moyen terme.

3-4- Où placer l'îlot dans la forêt ?

Là aussi la priorité est de diversifier les situations, il est donc important d'avoir des îlots aussi bien au centre qu'en périphérie. Sauf cas particuliers (chauves-souris), les situations immédiatement contiguës à une zone ouverte sont peu favorables, d'où l'opportunité de mettre en place une zone tampon si l'îlot est dans un peuplement traité en futaie régulière. La meilleure solution consiste évidemment à préférer des futaies irrégulières, ce qui en montagne ne pose généralement pas problème.

3-5- Quels risques peuvent être liés à la présence d'un îlot ? Comment y remédier ?

Les forêts publiques ont une mission de protection de la biodiversité comme d'accueil du public. Il convient donc de concilier les deux et il serait dommage de ne pas en profiter pour faire acte de pédagogie. Néanmoins la fréquentation des îlots se doit d'être encadrée. Une distance minimale aux voies de circulation peut être instaurée, de l'ordre de 30 à 50 m, et les îlots situés dans des zones fréquentées seront signalés, ce qui a le double avantage de prévenir d'éventuels dangers et d'informer le public sur l'objectif de la démarche. Cette mise en vitrine des îlots doit rester l'exception : certaines espèces sont sensibles au dérangement et ont besoin que des îlots leur soient destinés dans des lieux plus calmes.

Les risques sanitaires sont à prendre en compte mais peuvent être minimisés. En pratique, on évitera toutes les situations où l'Epicéa est à la fois dominant et hors station parce qu'à trop faible altitude.

La question des risques naturels est plus problématique. Les connaissances en la matière semblent encore insuffisantes. On retiendra tout de même qu'îlots et protection ne sont pas inconciliables, à moins de respecter certaines règles : les îlots doivent être de faible surface, placés en quinconce, de préférence dans les replats. On privilégiera, en cohérence avec les aspects écologiques, les arbres les plus vieux qui sont aussi les plus adaptés ou ceux situés dans les zones les moins exposées aux risques.

3-6- Comment situer les îlots les uns par rapport aux autres ?

Dans toutes les forêts de montagnes il existe des parcelles inexploitées depuis une durée importante, qui constituent de fait de grands îlots. **Mais, de l'avis général, l'existence de telles zones est insuffisante pour garantir la conservation de la biodiversité liée aux stades sénescents. En règle générale, il paraît toujours préférable de privilégier des îlots de taille plus réduite mais avec une distribution plus équilibrée.**

Encore une fois, il s'agit aussi de concevoir la mise en place des îlots comme une mesure portant sur le long terme. Se limiter à un îlot de quelques hectares dans une vaste parcelle inexploitée, très peu accessible et où aucune coupe n'est prévue peut paraître dommage mais le gestionnaire doit garder à l'esprit que la valeur du bois est susceptible d'évoluer, tout comme les modes d'exploitation : on ira peut être demain chercher du bois là où on ne pensait pas que cela en vaudrait la peine en termes économiques. C'est pourquoi il est préférable de délimiter dès aujourd'hui une surface réduite mais dont on sait qu'elle est intéressante au niveau écologique, en cherchant à maintenir ce statut de protection le plus longtemps possible.

La distance entre deux îlots est un critère important : **on évitera autant que possible qu'un îlot se trouve à plus de deux kilomètres de l'îlot le plus proche.** Cette distance minimale sous-entend que les surfaces en dehors des îlots sont gérées en prenant en compte la biodiversité liée aux vieux arbres, c'est-à-dire en y réservant **3 à 5 arbres par hectare.**

En effet, **l'arbre-habitat est clairement la mesure de protection complémentaire et indispensable à l'îlot de sénescence.** Ils doivent être, dans la mesure du possible, conservés sur la totalité de la forêt, avec une priorité dans les zones situées entre les îlots. La mise en cohérence du réseau d'îlot avec celui, très dispersé, des réserves biologiques ne constitue pas encore un objectif réaliste.

L'îlot de sénescence a pour objectif de préserver des stades qui sont très longs à se mettre en place : il est essentiel qu'il reste effectif sur une longue durée, à une échelle de temps plus grande encore que ce à quoi sont habitués les sylviculteurs. Le choix de leur emplacement doit donc être mûrement réfléchi, dans une démarche intégrant un maximum d'aspects, c'est la seule condition possible pour garantir sa pérennité.

L'objectif du présent rapport est d'apporter des éléments permettant de rédiger un document à l'adresse des gestionnaires. Une première ébauche possible de ce mémento a été réalisée à l'issue de ce travail. Elle reprend les principaux résultats obtenus lors de la phase d'enquête, et se situe en annexe 40.

IV- Cas d'application : Mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence dans la forêt communale de la Motte-Servolex à l'aide d'une analyse multicritères Electre III

IV- 1- La forêt communale de la Motte-Servolex : présentation générale

La forêt communale de la Motte-Servolex se situe sur le versant est du massif de l'Epine, qui sépare la vallée chambérienne de l'avant-pays savoyard. Celui-ci constitue de fait le rempart occidental de la Savoie mais aussi un pont avec le Jura dont elle partage certaines caractéristiques, notamment au niveau géologique. La forêt couvre une surface de 507,62 ha et s'intègre dans un vaste contexte forestier puisque le massif de l'Epine est entièrement boisé. Son altitude s'échelonne de 600 à 1460 m avec une moyenne de 1000 m. Elle dépend de l'unité territoriale Chambéry Sud de l'ONF.

Le climat est de type montagnard humide. Le sol présente une alternance de lapiaz de faible fertilité et de combes plus riches, avec également des marnes calcaires en bas de versant. Les stations rencontrées sont essentiellement des hêtraies sapinières mésoréxophiles et neutrophiles et, à l'étage collinéen, des chênaies sessiles et pubescentes. Les feuillus (Hêtre majoritairement) occupent 60% de

la surface, le reste se partageant entre Sapin pectiné (30%) et Epicéas (10 %). Les résineux sont traités en futaie irrégulière tandis que la majorité des feuillus est gérée en taillis.

La productivité des peuplements étant moyenne à faible, les enjeux de production en matière de bois d'œuvre restent modérés. En revanche l'affouage demeure une pratique très active sur la commune, d'où la forte présence des taillis. Comme souvent en Savoie, la forêt possède également un important rôle de protection contre les risques naturels, avec une possibilité de détachement de blocs dans les parcelles 4 et 5 (voir cartes en annexe).

L'accueil du public est aussi une thématique importante : l'accès par la route au col de l'Epine, la proximité de l'agglomération de Chambéry et les qualités esthétiques du peuplement favorisent sa fréquentation. Quelques équipements sont présents (sentiers balisés, aires de pique-nique, panneaux...). L'aspect paysager est également à prendre en compte puisque les deux tiers de la forêt, sur le versant, sont très visibles depuis le bassin chambérien.

Au niveau des ressources en biodiversité, qui concernent plus directement notre étude, la forêt de La Motte-Servolex ne recèle rien de particulièrement remarquable. On peut cependant noter que la présence de lynx y a été signalée, mais il aurait disparu du massif depuis. 150 ha sont intégrés à une ZNIEFF de type 2 sans que les espèces de flore concernées par ce classement ne semblent être présentes dans cette zone. On peut donc parler d'une forêt à biodiversité « moyenne », donc intéressante en termes de représentativité pour l'étude que nous y ferons. Un point particulier mérite d'être souligné : le fort engagement du technicien forestier responsable de la forêt sur les thématiques environnementales et la volonté de la commune de favoriser la biodiversité sur son territoire nous ont tous deux incité à choisir cette forêt pour y tester la mise en place d'un réseau d'îlots. A noter que cette conjonction favorable a déjà permis d'installer en 2004 un marteloscope dont l'objectif est de réfléchir sur la prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière.

IV-2- Présentation de la méthode utilisée : classement des emplacements potentiels des îlots par la méthode d'analyse multicritères Electre III

2-1- Principe de l'analyse

On a vu au travers des résultats des enquêtes que le choix de l'emplacement des îlots doit se faire en tenant compte de toute une série de critères, aussi bien écologiques que pratiques. On a vu aussi que tous ces critères n'étaient manifestement pas d'égale importance. La méthode d'analyse multicritères Electre III, développée par Roy en 1978, apparaissait donc comme particulièrement adaptée pour nous assister dans la détermination de la localisation des îlots.

Les méthodes d'analyses multicritères sont des outils d'aides à la décision développés depuis les années 1960. Ils se révèlent utiles dans les cas où plusieurs actions sont possibles pour atteindre un même objectif et peuvent être comparées sur la base d'une série de critères communs, mais qu'aucune action n'est la meilleure pour tous les critères. Ici les actions correspondent aux différents emplacements possibles pour les îlots (en pratique, les placettes d'inventaire¹) et les critères sont fournis par les caractéristiques du peuplement susceptibles d'influer sur la pertinence ou non d'installer un îlot à cet endroit. Dans l'analyse multicritères les critères peuvent être conflictuels : ce sera par exemple le cas ici pour des peuplements riches en gros bois donc intéressants au niveau de la maturité, que l'on cherche à maximiser, mais à éviter si on considère la valeur économique, que l'on cherche à minimiser.

La méthode Electre III classe les différentes placettes en les comparant deux à deux et en déterminant à chaque fois laquelle surclasse l'autre en terme d'intérêt pour y placer un îlot. Le principe est d'affecter à chaque point d'inventaire réalisé dans la forêt une note évaluant la valeur prise, à chacun de ces points, par 9 critères synthétisant tout ce qui doit être pris en compte. Ces neuf critères correspondent aux neuf dernières lignes du tableau final des deux questionnaires : on y retrouve la connectivité, la naturalité, la maturité, les arbres-habitats, le bois mort, le manque à gagner, la fréquentation par le public et les risques naturels et sanitaires. L'avantage d'Electre III est qu'il permet d'affecter à chacun de ces critères un poids proportionnel à son importance : on utilisera les

¹ L'inventaire d'aménagement de la forêt de La Motte-Servolex s'est fait à l'aide de placettes relascopiques (facteur 1), à raison d'une placette par hectare, soit 542 placettes.

poids recueillis lors de la phase d'enquête, ce qui permettra également de voir si les réponses données par les différents acteurs consultés aboutissent au même réseau d'îlot.

Une fois les neuf critères renseignés pour chaque point et les poids attribués, il reste à fixer les seuils permettant de déterminer la différence minimale significative pour un critère entre deux points (voir en annexe 9). Le logiciel classe ensuite l'ensemble des placettes d'inventaires en leur attribuant un rang représentant leur plus ou moins bonne qualité en tant qu'îlot potentiel : plus la valeur du rang est faible, plus il est pertinent de placer ici un îlot selon les critères considérés.

2-2- Origine et nature des données utilisées

Les données concernant la forêt sont issues de l'inventaire de révision d'aménagement forestier qui a été réalisé au printemps 2009, en même temps que la présente étude. On y retrouve les mesures sylvicoles classiques : surfaces terrières par essence, station, hauteur dominante, type de peuplement... Quatre mesures supplémentaires ont été ajoutées pour permettre d'affiner la connaissance de la forêt en ce qui concerne les stades sénescents :

- *Nombre d'arbres morts résineux sur pied* : on note le nombre de résineux morts de diamètre supérieur à 20 cm sur la placette, en précisant la classe de diamètre. Par exemple si on a un sapin mort de 40 cm de diamètre et un épicéa de 20, on note 4020 dans la colonne correspondante. Les arbres porteurs de scolytes jugés définitivement condamnés sont comptabilisés comme morts.

- *Nombre d'arbres morts feuillus sur pied* : idem.

- *Nombre d'arbres morts au sol* : on note le nombre d'arbres morts au sol de diamètre supérieur à 20 cm. On ne comptera que les arbres entiers (par exemple un arbre sectionné en billons ne sera compté que pour un).

- *Arbres à cavités* : on note les cavités visibles depuis le centre de la placette, en notant le nombre d'arbres et le nombre de cavités que porte l'arbre. Par exemple si on voit un arbre avec deux cavités et un avec une cavité, on notera 21 dans la colonne correspondante, et 213 s'il y'en a un troisième avec trois cavités, chaque chiffre correspondant à un arbre. Est considérée comme cavité toute anfractuosité pouvant servir de loge à des vertébrés : on inclut donc les cavités naturelles, c'est-à-dire non creusées par des pics, en le notant en observation.

2-3- Construction des neuf indices synthétiques

Seuls 9 critères sur les 12 du tableau original ont été utilisés dans cette phase : les trois premiers (surface, pourcentage de la forêt mis en îlot et répartition des îlots) n'étant pas adaptables à la méthode utilisée. Pour chacun des autres critères, un indice a été construit à partir des données résultantes de l'inventaire réalisé à La Motte-Servolex.

Connectivité : valeur du coefficient de friction pour la parcelle, d'après les données issues des questionnaires, exprimant la facilité qu'a l'espèce à se déplacer dans le milieu (voir III-1-2 et annexes). 6 catégories de milieux ont été retenues : fourrés/régénération, gaulis/taillis, jeune futaie régularisée (moins de 3 m² de gros et très gros bois par hectare), futaie âgée régularisée (plus de 3 m² de gros et très gros bois par hectare), futaie jardinée, plantation résineuse. Suivant les cartes réalisées, on utilisera la valeur de friction de chaque groupe d'espèce ou la valeur globale issue de la moyenne des valeurs des six groupes.

Naturalité : note de 0 à 10 selon les critères suivants

Origine du peuplement : Plantation : 0 - régénération naturelle : 2

Part de résineux dans la surface terrière : G résineux > 75% : 0 - G résineux < 75% : 2

Structure du peuplement : Futaie jardinée : 3 - futaie à deux strates : 2 - taillis : 0 - autre : 1

Ancienneté des coupes : moins de 10 ans : 0

10 - 24 ans : 1

25 - 49 ans : 2

plus de 50 ans : 3

Les données d'ancienneté des coupes proviennent d'un mémoire de stage réalisé en 2005 sur la forêt La Motte-Servolex par C. Merzeau et O. Martin.

Maturité :

$$M = G_{GB \text{ résineux}} + 4 * G_{GB \text{ feuillus}}$$

On a donc choisi de faire correspondre la maturité à la présence de gros bois. Le coefficient 4, qui correspond à la proportion gros bois résineux/gros bois feuillus pour la forêt de La Motte-Servolex d'après les données de l'inventaire pour la révision de l'aménagement, permet d'éviter que le critère maturité ne donne une trop forte préférence aux résineux qui sans cela seraient surreprésentés dans le réseau, et ce d'autant plus que l'intérêt écologique des feuillus est supérieur en termes de microhabitats.

Volume de bois mort :

$$V = \text{vol arbres morts debout résineux} + 2 * \text{vol arbres morts debout feuillus} + 3 * \text{nombre arbres morts au sol}$$

Le volume des arbres morts est obtenu en multipliant leur surface terrière par un coefficient FH estimé à 10. Le coefficient 3 correspond au volume moyen des arbres morts au sol tel qu'il a pu être estimé sur le terrain.

Arbres habitats :

$$AH = \text{Nombre arbres morts résineux} + 2 * \text{nombre arbres morts feuillus} + 4 * \text{nombre cavités}$$

On retrouve le coefficient 2 pour valoriser les feuillus, qu'on retrouve très rarement morts sur pied et qu'on sait être plus intéressants pour les espèces cavicoles. Le 4 s'explique par le faible nombre de cavités observées.

Manque à gagner : issu du calcul de la valeur économique du peuplement. Il s'agit d'une valeur de consommation, ne prenant pas en compte la valeur d'avenir.

$$V = E * [(FH)_T * G_T * P_f + h_o (F_f * P_f * G_f + F_r (P_{epi} * G_{epi} + P_{sap} * G_{sap}))]$$

$(FH)_T$: FH du taillis prenant les valeurs 3 4,5 ou 6 selon la classe de fertilité (selon h_o).

G_T : surface terrière du taillis.

h_o hauteur dominante.

F_f coefficient de forme feuillu : on prendra 0,4.

F_r coefficient de forme résineux : on prendra 0,5.

G_f, G_{epi} et G_{sap} surfaces terrières des feuillus, d'épicéa et de sapin.

P_f, P_{ep} et P_{sap} prix au m3 des feuillus (vendus en bois de feu : 12 €) de l'épicéa (40 €) et du sapin (30 €), d'après des comptes-rendus de ventes locales.

E est un coefficient permettant de prendre en compte les conditions d'exploitation : il prend les valeurs suivantes, déterminées avec l'aide de l'aménagiste de la forêt :

Exploitation facile : E = 1

Exploitation difficile : E = 0,8

Exploitation possible avec aménagements préalables : E = 0,5

Exploitation par câble ou hélicoptère : E = 0,1

Accueil du public : 0 si zone peu fréquentée, 1 en zone fréquentée (proximité d'équipements touristiques, points de vue, sentier de grande randonnée).

Risques naturels : 0 si absence de risques, 1 si présence de risques.

Risque sanitaires : note de 0 à 3 selon les critères suivants :

si épicéa dominant dans la strate arborée : 1

si épicéa dominant et altitude < 1100 m : 2

si un dépérissement est observé : on ajoute 1 à la note obtenue.

2-4- Résultats obtenus

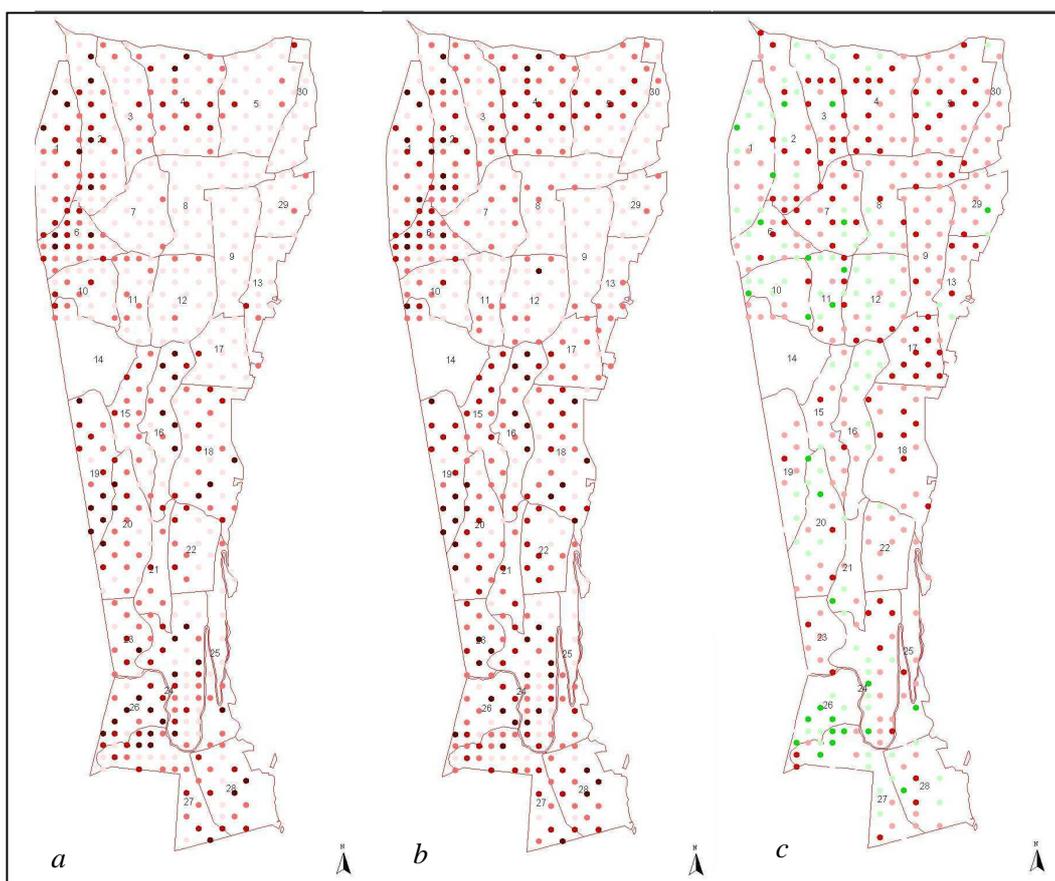


Fig 6 : classement des îlots issus de l'analyse Electre en utilisant les poids fournis par les naturalistes (a) et les gestionnaires (b). Les points les plus sombres correspondent aux emplacements les plus favorables – c : différence de classement entre les naturalistes et les gestionnaires, les points verts sont préférés par les naturalistes, les rouges par les gestionnaires.

8 cartes ont été réalisées : une pour les naturalistes, une pour les gestionnaires, et une pour chacun des six groupes. Ces dernières n'ont qu'une valeur indicative étant donné que la mise en place du réseau d'îlot tend à satisfaire les besoins de toutes les espèces : on utilisera donc plutôt les cartes « naturalistes » et « gestionnaires ». Ces deux cartes sont très proches, ce qui peut s'expliquer par un effet croisé des variables prises en compte par les gestionnaires. Par exemple les parcelles où la valeur économique du bois est la plus élevée sont aussi celles où l'on trouve de l'épicéa à basse altitude, donc à fort risque sanitaire : ces zones ne sont cependant, comme pour les naturalistes, pas systématiquement éliminées puisqu'on y trouve les plus gros diamètres, c'est-à-dire les valeurs de maturité les plus fortes, critère prioritaire aussi bien pour les naturalistes que pour les gestionnaires.

Pour repérer les différences de point de vue, on peut construire une carte des différences de classement gestionnaire-naturaliste (fig 6-c). Les valeurs positives (en rouge) sont les localisations mieux classées par les gestionnaires que les naturalistes et les valeurs négatives (en vert) celles préférées par les naturalistes. Des tendances assez nettes peuvent être observées : au nord, où le taillis est dominant, les notes des gestionnaires sont les plus élevées, sans doute parce que la valeur du bois

est très faible. Au sud-est, à l'inverse, on trouve les peuplements les plus riches et logiquement les gestionnaires classent mal cette zone, d'autant plus qu'elle est fréquentée par le public. Globalement les cartes de la valeur économique et de la fréquentation par le public semblent celles qui expliquent le mieux les différences entre les deux positions. Le risque sanitaire est certainement trop corrélé à la présence d'épicéa, qui influe déjà négativement sur le classement. Quant aux risques naturels, leur influence est très peu visible, alors qu'il s'agit d'un élément important. Il nous reviendra, sur le terrain, de juger de son importance.

On voit aisément que les points jugés les plus favorables par Electre sont majoritairement distribués de façon agrégée, ce qui d'une part nous facilite la tâche et d'autre part est plutôt rassurant sur la validité de la méthode : il aurait été étonnant que les zones les plus favorables soient réparties de façon uniforme sur la forêt. Les zones jugées peu favorables les plus vastes correspondent clairement au taillis et aux plantations, ce qui est également satisfaisant puisqu'on sait qu'il s'agit effectivement de milieux très peu intéressants pour y placer un îlot.

En ce qui concerne les cartes par espèces (annexes 26 à 31), elles sont assez proches : on retiendra que les îlots potentiels que l'on peut y repérer sont les mêmes pour les six groupes, ce qui nous facilitera la tâche.

Dix îlots potentiels ont été repérés sur la carte, en s'efforçant de les répartir de la façon la plus équilibrée possible sur l'ensemble de la forêt. On a dès cette première phase éliminés certains cas bien classés par le logiciel mais situés trop près des voies de circulation ou d'autres îlots plus intéressants. Tous ces emplacements potentiels ont ensuite fait l'objet d'une vérification de leur intérêt sur le terrain. Plus que de refaire le classement, l'objet de cette phase de terrain était de vérifier que la méthode ne conduisait à aucune aberration mais aussi de délimiter les îlots plus précisément et d'éliminer suffisamment de zones présélectionnées pour se limiter aux 3 à 5 % de la surface totale qu'il était possible d'inclure dans le réseau.

Trois îlots ont été éliminés à l'issue de cette phase, soit parce que leur intérêt était plus limité que prévu, soit, dans un cas, parce que les points d'inventaire n'avaient pas pu rendre compte de l'existence d'une grande trouée au sein de l'îlot. Les sept autres îlots semblaient correspondre de manière satisfaisant à l'ensemble des critères considérés. Deux îlots étant situés dans des zones à enjeu de protection contre les aléas naturels, leur surface a été limitée à moins d'un hectare, conformément aux résultats des questionnaires, ce qui, pour l'un d'entre eux, a conduit à scinder l'îlot en deux.

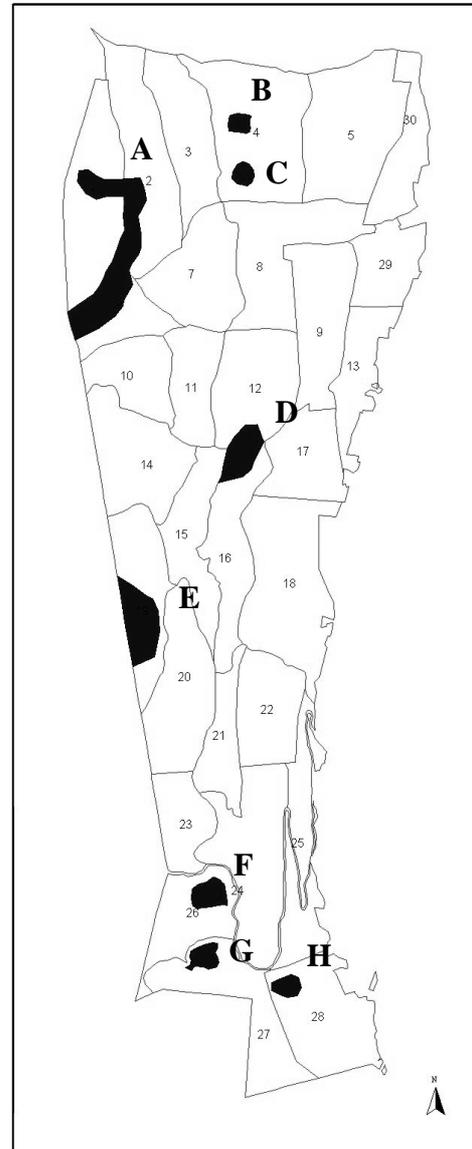


Fig 7 : Emplacements des îlots de sénescence choisis

IV-3- Bilan sur les résultats obtenus : le réseau mis en place est-il conforme aux recommandations émises dans les enquêtes ?

3-1- Dimensions du réseau

8 îlots ont été localisés, ce qui représente une surface totale de plus de 25 ha, soit 5% de la surface totale de la forêt. Cela peut paraître conséquent mais reste dans les préconisations classiques de l'ONF, sensées s'appliquer à toutes les forêts relevant du régime forestier, sous réserve de l'accord

du propriétaire dans le cas des forêts communales. Une différence de taille existe cependant : à la Motte-Servolex, tous les îlots sont des îlots de sénescence, le concept d'îlot de vieillissement n'ayant pas été retenu.

Sans minimiser son importance, l'ampleur de la surface concernée doit aussi être tempérée par le fait que sur ces 25 ha, la moitié est située dans des zones très difficilement accessibles, et où, de fait, aucune exploitation n'était prévue à moyen terme. De même, plus de la moitié de la surface que l'on prévoit de mettre en îlot n'a pas fait l'objet de coupes depuis plus de 50 ans.

La taille moyenne des îlots est de 3,2 ha, soit un peu plus que le minimum requis selon les résultats des enquêtes. Cette moyenne est cependant un peu faussée par la présence d'un îlot de très grande taille (l'îlot A, de plus de 11 ha), qui se justifiait par une très forte valeur écologique et une faible accessibilité pour l'exploitation du bois. Globalement, on obtient, conformément à ce qui est recommandé, une amplitude de surface très étendue, puisque les plus petits îlots ne font que 0,8 ha.

3-2- Intérêt écologique intrinsèque des îlots

En croisant les cartes, on se rend compte que c'est sur ce point que le logiciel Electre a fait la sélection, simplement parce que naturalistes et gestionnaires ont tous deux donné de forts poids aux critères écologiques. On aurait pu refaire la démarche avec un gestionnaire fictif de type productiviste, ce qui n'aurait de toute façon que peu de sens dans une forêt où la valeur économique des peuplements reste limitée. On préférera utiliser les résultats fournis en se réservant le droit, sur le terrain, de les adapter aux contraintes de gestion. On verra plus loin que c'est ce qui a été fait pour les risques naturels et la sécurité du public.

On se bornera ici à vérifier que les forêts représentées dans le réseau correspondent bien aux conclusions de la phase d'enquêtes : elles sont effectivement majoritairement mélangées, avec toujours une présence des feuillus. Le couvert est assez dense à peu dense, avec dans certains cas la proximité d'espaces ouverts (îlots D, F et G). La maturité étant le critère doté du poids le plus fort, tous les îlots correspondent à des zones de présence de gros bois. Ces gros bois pourront sembler dans certains cas bien peu représentés et certains îlots paraître très jeunes mais il faut rappeler que, en raison d'une pratique intense de l'affouage, la forêt de la Motte-Servolex est globalement très pauvre en vieux feuillus. L'intérêt de l'exercice était donc de composer avec l'existant et de chercher le mieux, à défaut de s'approcher de l'îlot « idéal ».

Un des critères considérés, parmi de nombreux autres, était l'ancienneté des coupes. La sélection des îlots, après calcul par Electre, s'est faite sans tenir plus particulièrement compte de cette donnée et pourtant il est frappant de voir comme la carte du réseau obtenu est proche de celle de l'ancienneté des coupes (en annexe 38) : 6 îlots sur 8 sont situés dans les zones où les coupes sont les plus anciennes, alors que celles-ci ne représentent que 18% de la surface totale de la forêt. Il est difficile de savoir à quel point ce critère a plus ou moins conduit Electre à surreprésenter ces zones, néanmoins on peut penser que ce critère d'ancienneté des coupes est bel et bien un indicateur très efficace, si tant est que l'on dispose des données nécessaires.

3-3- Connectivité du réseau

En imaginant qu'un animal veuille se déplacer d'un îlot à un autre, la distance maximale qu'il aurait à parcourir serait de 1 km, ce qui semble très satisfaisant pour la majorité des espèces. On peut affiner ce critère avec les données de friction obtenues grâce aux résultats des enquêtes. Les valeurs élevées correspondant aux milieux où le déplacement est le plus facile, on voit que les îlots paraissent assez bien reliés entre eux. Il s'agit d'ailleurs d'un autre enseignement de cette démarche : en respectant les valeurs prescrites de part de surface mis en îlot et en équilibrant la répartition au sein de la forêt, on obtient naturellement des distances suffisamment faibles entre les îlots.

3-4- Représentativité écologique du réseau

Quatre types stationnels sont représentés dans le réseau : les hêtraies sapinières mésoxérophiles et peu humides, les forêts de ravin et d'éboulis et les érablaies à hautes herbes (mégaphorbiaies). Deux autres types présents dans la forêt n'ont pas pu être pris en compte : les hêtraies-chênaies du collinéen, souvent remplacées par des plantations, et les forêts de sols peu évolués, qui, à l'instar des forêts de ravins et d'éboulis, présentes dans le réseau mais en faible proportion, se situaient trop souvent sur des zones à fort enjeu de protection. Par ailleurs ces forêts étant très pauvres, non seulement les diamètres étaient faibles mais le temps nécessaire pour qu'ils atteignent un seuil les rendant plus intéressants au niveau écologique était trop long : dans la parcelle 4 la majeure partie du peuplement est constituée de taillis n'excédant pas 20 à 30 cm de diamètre alors que les coupes les plus récentes remontent à plus de 50 ans.

En ce qui concerne le microclimat, la forêt étant située sur un versant, il est difficile de varier les expositions. Néanmoins le résultat paraît satisfaisant : les situations topographiques vont du plateau (îlot A), à la pente raide (îlots A, B, C, D et H) et des alternances de combe et replat (îlots E, F et G). Toutes les altitudes possibles sont concernées, de l'étage collinéen au bas de la forêt (îlot D, 800 m) à la limite du subalpin (îlot A, 1400 m).

Les feuillus sont surreprésentés dans le réseau, ce qui correspond à la volonté de compenser le déficit en feuillus dû à l'affouage. Les résineux sont cependant dominants dans quatre îlots (D, E, F et G), même si les feuillus sont toujours présents en plus ou moins grande quantité dans la strate arborée.

3-5-Prise en compte des risques

On l'a vu plus haut, les risques naturels et sanitaires n'ont pas été clairement pris en compte par l'analyse multicritères. En ce qui concerne les risques de propagation des scolytes, dans la mesure où l'épicéa n'est dominant dans aucun des îlots choisis, le problème ne paraît pas se poser. La problématique des risques naturels concerne trois îlots, avec des enjeux faibles cependant, puisque les premières habitations restent lointaines et que de vastes surfaces boisées les en séparent. Pour limiter les risques éventuels, on s'est limité à des îlots d'une surface d'un hectare, alignés le cas échéant perpendiculairement à la ligne de plus grande pente (îlots B et C) et situés, quand cela était possible, sur des replats (cas de l'îlot H).

Les risques liés à la sécurité publique posaient le plus problème : une lecture de la carte suffit à réaliser que les plus gros bois, donc les emplacements les plus intéressants se situent souvent à proximité des voies de circulation. Deux îlots (D et G) sont ainsi situés en bord de piste, même si celles-ci ne sont pas ouvertes à la circulation publique. On veillera à y respecter une distance de l'ordre de 30 m au chemin. Par ailleurs deux autres îlots (A et F) sont prévus dans des zones fréquentées par les promeneurs et un sentier pédestre traverse le premier. Un dispositif d'information semble dans ce cas le plus adapté, il permettra de prévenir les dangers mais aussi de communiquer sur la raison d'être des îlots de sénescence et la poiltique environnementale de l'ONF.

3-6- Manque à gagner et desserte

Comme cela a été expliqué, les différences entre gestionnaires et naturalistes au niveau du choix des îlots portaient, pour ce cas, essentiellement sur la valeur des peuplements. Finalement seuls trois îlots sont sélectionnés dans des zones à fort potentiel économique, dont un, le F, était prévu avant même cette étude. Le sacrifice économique porterait donc essentiellement sur les îlots G et H, soit 2,3 ha, 7 si on inclut les peuplements également accessibles mais de moindre valeur des îlots A et D. La perte financière semble donc limitée à des valeurs très raisonnables.

On constatera cependant que si les îlots concernent 5 % de la surface de la forêt, ils représenteraient 7 % de sa valeur économique totale, ce qui s'explique par l'élimination par Electre des zones de taillis, qui sont aussi celles présentant la plus faible valeur économique. Il eût fallu manifestement affecter un poids plus important à la variable manque à gagner pour que celle-ci soit réellement prise en compte. On n'oubliera cependant pas que les valeurs utilisées étaient issues d'une estimation qui gagnerait à être améliorée : en toute rigueur il aurait été nécessaire de ne pas se

contenter d'évaluer la valeur de l'existant mais d'estimer aussi les bénéfices à venir. A ce sujet on pourra se reporter aux travaux qui ont déjà été réalisés en forêt de plaine (Chevalier 2008, Biache 2009), l'adaptation au contexte montagnard restant à faire.

En ce qui concerne la desserte, aucune piste ne traverse d'îlot, mis à part pour le E où elle s'y termine en cul de sac et deviendra de fait sans objet. Trois îlots (D, F et G) sont comme on l'a déjà dit situés en bordure de piste mais ne devraient pas gêner l'exploitation grâce à la présence d'une piste à proximité, de l'autre côté de la parcelle.

L'ensemble du réseau représente environ 6100m de périmètre à matérialiser. Cependant comme une partie de cette distance est déjà délimitée (parcellaire ou marteloscope), la mise en place des îlots ne demanderait que de tracer 3900 m, soit un coût total, hors manque à gagner, de l'ordre de 3900 €.

IV-3- critique de la méthode : Electre est-il adapté au choix des îlots ?

La première constatation au regard des résultats fournis par Electre est qu'il est possible de délimiter des îlots à partir de ces données, que ces îlots soient ou non bien placés : Electre a bien permis de discriminer géographiquement les différents secteurs de la forêt, ce qui constitue un premier point positif. Les îlots « proposés » par le logiciel ont ensuite été soumis au technicien de la Motte-Servolex qui, outre sa connaissance de cette forêt, dispose des compétences naturalistes lui permettant d'avoir une bonne idée des emplacements les plus favorables pour y installer un îlot. Il a validé pour l'essentiel les résultats obtenus, ce qui constitue une deuxième garantie de pertinence de la méthode. Les journées de terrain qui ont été consacrées à la délimitation des îlots ont confirmé cette impression.

On notera cependant qu'excepté l'expérience de l'agent et celle qu'on a pu se forger sur le terrain, on dispose de peu de termes de comparaison pour estimer le degré de validité de la méthode. Tout au plus peut-on se borner à constater qu'elle n'a conduit à aucune aberration. Il est également difficile de savoir si une méthode plus simple, basée sur un nombre plus limité de critères, n'aurait pas donné les mêmes résultats : on a vu ainsi que l'ancienneté des coupes était un critère particulièrement intéressant. Il est aussi évident que la présence de gros bois jouait un rôle majeur, ce qui était pleinement voulu puisque la maturité des peuplements était le critère de choix prioritaire pour la plupart des personnes interrogées. Mais si ces deux facteurs expliquent une bonne part de la répartition des îlots, les utiliser seuls aurait été délicat : dans la forêt de la Motte-Servolex, la grande majorité des gros bois sont des résineux et les zones de coupe les plus anciennes concernent du taillis, or taillis et pessières ne constituent manifestement pas les peuplements les plus favorables à la mise en place d'un îlot. Pour affiner la méthode, il pourrait être intéressant de recommencer l'analyse en cherchant ce qu'apporte chaque critère et en éliminant ceux qui ne semblent pas utiles, sans oublier toutefois que, chaque forêt étant différente, un critère qui semble inutile quelque part peut être essentiel ailleurs.

Globalement la méthode paraît donc intéressante. Elle peut paraître, par le nombre de critères qu'elle fait intervenir, assez complexe à mettre en œuvre mais il faut garder à l'esprit que la plupart de ces données ont été recueillies dans un cadre purement sylvicole, celui d'une révision d'aménagement. Leur collecte ne demande donc pas de travail supplémentaire.

Pour vérifier qu'il est possible d'utiliser cette méthode, une analyse Electre a été réalisée sans les données additionnelles recueillies exclusivement pour cette étude (bois mort et cavité). L'idée était que le bois mort étant considéré comme peu important et les cavités étant très peu présentes sur la forêt, leur influence sur les résultats avait toutes les chances d'être faible. La carte obtenue est moins contrastée que celles présentées plus haut : des zones de taillis au nord et de résineux au sud obtiennent de meilleurs classements alors qu'on peut penser qu'il ne s'agit pas d'endroits intéressants. Néanmoins les zones les mieux classées correspondent globalement aux îlots délimités : l'ajout du bois mort et des cavités permet d'affiner les résultats mais ne semble pas indispensable, du moins dans le cas de cette forêt. Ecologiquement, ce point de vue se défend également : on l'a vu pour le bois mort, on peut aussi le comprendre pour les cavités qui, créées par des espèces très mobiles, apparaîtront probablement pourvu que les arbres favorables soient présents et que les conditions écologiques soient réunies.

Un autre intérêt de la méthode était de pouvoir varier les poids affectés à chaque critère. Dans le cadre de cette étude, il a semblé moins évident puisque les différentes cartes obtenues diffèrent peu les unes des autres. Cela s'explique sans doute, au moins en partie, par le fait que les personnes sondées aient toutes indiqué des poids assez proches ce qui, ajouté au fait que les variables allaient toutes dans le même sens (tous voulaient maximiser la maturité, minimiser le risque naturel, etc., même avec des poids différents) n'a pas véritablement permis de comparer les différents points de vue. Néanmoins, étant donné que, d'un critère à l'autre, ces poids variaient de façon significative, le choix d'une méthode ne mettant pas tous les critères au même rang semble adapté.

CONCLUSION

L'objet de la phase d'enquêtes réalisée pour ce rapport, en relation avec l'étude bibliographique l'ayant précédée, était de faire le point sur les connaissances naturalistes pouvant être utiles au gestionnaire en matière de mise en place d'îlots de sénescence. Il en ressort que si les scientifiques sont encore loin bien souvent de pouvoir fournir des réponses à toutes les questions que nous nous étions posées, on dispose déjà d'un certain nombre de lignes directrices nous permettant d'esquisser le portrait de cet îlot idéal.

La priorité concerne la maturité des peuplements, que l'on fera correspondre à la présence de gros et très gros bois et qui est à maximiser systématiquement. Pour l'aspect pratique on veillera avant tout à ne pas gêner l'exploitation, tout en gardant à l'esprit que conserver des îlots seulement dans les zones inaccessibles est très certainement insuffisant. Les forêts peu denses, feuillues ou mélangées sont les plus favorables. On cherchera toujours à diversifier les stations et à privilégier une bonne représentativité de l'ensemble des peuplements.

Quelques hectares suffisent pour qu'un îlot soit intéressant. Par contre la part qui devrait, selon les naturalistes, être consacrée au réseau est nettement plus importante que ce qui est généralement prévu par les gestionnaires, même si elle peut être compensée par d'autres mesures, de type réserves ou îlots de vieillissement.

Quelques indications peuvent également être données au sujet de la distance entre îlots qui idéalement ne devrait pas excéder deux kilomètres. Néanmoins sur ce point il est clair que les connaissances sont encore, pour de nombreuses espèces, trop lacunaires. Seules des études génétiques de dispersion des métapopulations pourraient apporter une réponse précise. Un autre point manifestement à éclaircir concerne l'impact des îlots de sénescence sur la fonction de protection contre les risques naturels, alors même que la conciliation des fonctions de protection et de préservation de la biodiversité pourrait ouvrir des perspectives intéressantes pour les forêts de montagnes, au rôle de production moindre qu'en plaine. A une échelle plus grande, celle de l'intégration avec le réseau de réserves biologiques par exemple, tout reste encore à faire, tant au niveau scientifique que politique.

La démarche utilisée pour la mise en place du réseau à la Motte-Servolex en était une bonne illustration : la mise en place des îlots de sénescence doit se faire en intégrant un grand nombre de facteurs, écologiques, pratiques et économiques. Les îlots concernent une faible part de la forêt, qui plus est dans des zones généralement peu accessibles mais, étant donnée l'échelle de temps concernée, il s'agit d'une mesure de gestion qui doit être mûrement réfléchie. La prise en compte de l'ensemble des fonctions classiquement attribuées à la forêt, est, à l'heure où, notamment en Rhône-Alpes, des mesures sont prises pour étendre de façon significative la surface mise en îlot, seule garante de l'efficacité et de la pérennité de ces îlots dont le rôle semble aujourd'hui crucial pour la biodiversité forestière.

Bibliographie :

Bois mort, îlots de sénescence et diversité forestière

ANGELSTAM P.K., BÜTLER, R., LAZDINIS M., MIKUSINSKI G. et ROBERGE J.M. - 2003 - Habitat thresholds for focal species at multiple scales and forest biodiversity conservation - dead wood as an example. - *Annales Zoologici Fennici*, vol. 40, n° 6 - p. 473-482.

BARTUSKA A. 2002 - Dead wood management issues and opportunities: future directions. in LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 171-178

BIACHE C. 2009 - *Evaluation économique du maintien de stades matures et terminaux du cycle sylvicole - Rapport d'étape* - Nancy : Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts - 67 p., mémoire de fin d'études.

BLONDEL J. 2003 – Les cavités naturelles, refuges et sites d'alimentation et de reproduction pour la faune. L'exemple des oiseaux cavicoles. in VALLAURI D. (coord.) – *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France – forêts métropolitaines*, Lavoisier, Tec & Doc, Paris, p. 67-74.

BOUGET C. et GOSSELIN F. 2005 - Distribution spatiale du bois mort : enjeux pour la conservation des espèces cavicoles et saproxyliques. in VALLAURI D., ANDRE J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R. et RAMBAUD D. - *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Paris, Lavoisier Tec et Doc, p. 107-113.

BRANQUART E. et LIEGEOIS S. (coord.) - 2005. *Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier* - Complément à la circulaire n°2619 du 22 septembre 1997 relative aux aménagements dans les bois soumis au régime forestier - Ministère de la Région Wallonne, Jambes - 84 p.

BRUCIAMACCHIE M. 2005 - *Protocole de suivi d'espaces naturels protégés* - Engref - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable – 42 p.

BULL E. 2002 - The value of coarse woody debris to vertebrates in the Pacific northwest. in LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 947-949.

BUNNELL F., WIND E. et WELLS R. 2002 - Dying and dead hardwood: their implications to management. in LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 695-716

BUNNELL F., HOUDE I., JOHNSTON B., AND WIND E. - 2002 - How dead trees sustain live organisms. in LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 695-716

CHEVALIER H. – 2008 - *Évaluer le coût de pratiques sylvicoles en faveur de la biodiversité forestière* - Nancy : Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts - 67 p., mémoire de fin d'études.

CLUZEAU C. 2004 – Estimation du volume de bois mort sur les placettes de l'IFN : essai dans

les départements du Haut-Rhin in VALLAURI D., ANDRE J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R. et RAMBAUD D. - Actes du colloque *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Chambéry, 2p.

CRAIG DELONG S. 2005 - Integrating ecological knowledge into forest planning for the conservation of forest-dependant species - *Forests and natural resources in the 22nd century science forum proceedings* - p. 91-94

CREN MIDI-PYRENEES 2005 – Des chauves-souris et des forêts - *Fiche technique 4 – Forêts*, 9 p.

DERY, S. et LEBLANC M. 2005 - *Lignes directrices pour l'implantation des îlots de vieillissement rattachées à l'objectif sur le maintien de forêts mûres et surannées - Partie II : intégration à la planification forestière* - Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier, 11 p.

DE TURCKHEIM B. 2005 – Conserver de très vieux arbres et du bois mort – Avantages et contraintes pour le propriétaire privé ? in VALLAURI D., ANDRE J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R. et RAMBAUD D. - *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Paris, Lavoisier Tec et Doc, p. 279-283.

DODELIN B., ANDRE J., WLERICK L., LEMPERIERE G., 2004, Le bois mort en forêt de montagne (Alpes françaises), *Revue forestière française*, vol. 56, n° 6, p. 507-518.

DUBOURDIEU J. 1997 - Manuel d'aménagement forestier. Gestion durable et intégrée des écosystèmes forestiers - *Office National des Forêts, Lavoisier, Tec & Doc.* - 241 p.

DUDLEY N. et VALLAURI D. 2004 - Deadwood – living forests: the importance of veteran trees and deadwood to biodiversity - *WWF report* - 16 p.

GERARDIN L., 2001, La sylviculture proche de la nature en forêt de Fribourg, *Bulletin trimestriel de la société forestière de Franche-Comté et des provinces de l'Est*, vol. 49, n° 8, p. 315-320

GILG O. 2005, *Old-growth forests – Characteristics, conservation and monitoring* – Cahiers techniques de l'ATEN, Montpellier – 96 p.

GOSELIN F., NAGELEISEN L-M. et BOUGET C. – 2004 - Réflexions pour mieux gérer le bois mort en faveur de la biodiversité - *Forêt entreprise*, n° 438 - p. 26-29.

GOSELIN M. et LAROUSSINIE O. - 2004, *Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique* - Antony, Coédition GIP Ecofor - Cemagref Editions, Collection Etudes du Cemagref -Série gestion des territoires n°20 - 320 p.

GOSELIN M. et al. 2006 - *Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations* - Nogent-sur-Vernisson, Cemagref - 161 p.

GRESLIER N. 1993 – *Inventaire des forêts subnaturelles de l'arc alpin français* - Nancy : Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts - 65 p., mémoire de fin d'études.

GRAVET M. 2004 – La conservation des très vieux arbres et du bois mort : éléments de droit, jurisprudence et bon sens forestier. in VALLAURI D. et ANDRE J. - *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Paris, Lavoisier Tec et Doc, p. 157-165.

GROVE J. 2002 - Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests - *Annual review of ecology and systematics*, n° 33 - p. 1-23.

- HARMON M. 2002 - Moving towards a new paradigm for woody detritus management. **in** LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 929-944..
- HARRIS R. et LAUDENSLAYER B. 1998 - Dead and dying trees, part of a healthy forest - *Forestland steward*, 3 p.
- INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL 2008 – *La forêt française en chiffres* – 28 p.
- INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL 2005 - *Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises* - Ministère de l'agriculture et de la pêche - 146 p.
- JONSSON B., KRUYNS N. et RANIUS T., 2005 - Ecology of species living on deadwood – lessons for deadwood management - *Silva fennica* - vol. 39, n° 2, 21 p.
- KAILA L., MARTIKAINEN P. et PUNTTILA P. 1997 - Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest - *Biodiversity and conservation*, vol. 6, n° 1 - p. 1-18.
- KRAIGHER H. 2004 - Deadwood and nutrient storage - *Nat-Man Newsletter*, 6 - p. 3.
- LACHAT T. et BUETLER R. 2007 - *Gestion des vieux arbres et du bois mort – Ilots de sénescence, arbres-habitats et métapopulations saproxyliques* - EPFL-WSL - 87 p.
- LACHAT T. et BUETLER R. 2008 - Ilots de sénescence et arbres-habitats pour augmenter la biodiversité en forêt - *La Forêt*, n° 6 - p. 20-21.
- LAGUET S. 2007 - *L'avifaune nicheuse en hêtraie-sapinière de montagne – Forêt communale de la Motte-Servolex* - ONF document interne, 22 p.
- LUYSSAERT S., SCHULZE E., BORNER A., KNOHL A., HESSENMOLLER D., LAW B., CIAIS P. et GRACE J. 2008 – Old-growth forests as global carbon sinks – *Nature*, vol. 455, p. 213-215.
- MERZEAU C. et MARTIN O. 2005 – *Cartographie de l'ancienneté des coupes de cinq forêts de la chaîne de l'Epine* - Institut de géographie alpine – ONF, 26 p.
- MOILANEN A. et NIEMINEN M. 2002 - Simple Connectivity Measures in Spatial Ecology - *Ecology*, vol. 83, n° 4 - p. 1131-1145.
- MORTIER F. et DRAPIER N. 2005 – Le bois mort, les arbres à cavités et les vieux arbres dans la gestion des forêts publiques. *in* VALLAURI D., ANDRE J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R. et RAMBAUD D. - *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Paris, Lavoisier Tec et Doc, p. 267-276.
- NAIMAN R., BALIAN E., BARTZ K., BILBY R. et LATTEREL J. 2002 - Dead wood dynamics in stream ecosystems. *in* LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 23-48.
- ODOR P. et HEILMANN-CLAUSEN J. 2004 - Fungi and bryophytes on dead wood - *Nat-Man Newsletter*, 6 - p. 3.
- OFFICE NATIONAL DES FORETS 2005 - *Charte Forestière de Territoire du Morvan - Ilots de vieillissement : mode d'emploi* - 25 p.
- OFFICE NATIONAL DES FORETS 2007 - *Règlement national d'exploitation forestière* - 48 p.

OFFICE NATIONAL DES FORETS 1997 - *Guide de sylviculture de Montagne – Alpes du Nord françaises* - 289 p.

OFFICE NATIONAL DES FORETS 2009 - *Séquestration du carbone dans les forêts âgées* – document interne – 5 p.

PEYRON J-L. 2005 – Evaluation économique de la conservation du bois mort. *in* VALLAURI D. et ANDRE J. - *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Paris, Lavoisier Tec et Doc, p. 211-220.

PRUD'HOMME F. et DECKER N. 2005 – Comptage de bois mort dans une forêt des Pyrénées Centrales et action en faveur des insectes saproxyliques. *in* VALLAURI D., ANDRE J., DODELIN B., EYNARD-MACHET R. et RAMBAUD D. - *Actes du colloque Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Chambéry, 2p.

PYLE C. et BROWN M. 2002 - The effects of microsite (logs versus ground surface) on the presence of forest floor biota in a second-growth hardwood forest. *in* LAUDENSLAYER Jr *et al.* - *Proceedings of the Symposium on the Ecology and Management of Dead Wood in Western Forests* - Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture - p. 393-403.

PICHERY C. 2001 - *Eléments de réflexion pour une meilleure gestion du bois mort en forêt* - Nancy : Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts - 96 p., mémoire de fin d'études.

RICHARD F., CORRIOL G., MOREAU P.-A., SELOSSE M.-A. et GARDES M. 2005 - Conservation des champignons saproxyliques en France: perspectives pour la gestion forestière. *in* VALLAURI D. et ANDRE J. - *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Paris, Lavoisier Tec et Doc, p. 157-165.

SCHOFIELD H. et FITZSIMMONS P. 2004 - The importance of woodlands for bats. *in* QUINE C., SHORE R. ET TROUT R. – *Proceedings of the symposium on managing woodlands and their mammals* – Forestry commission, Edinburgh – chapter 8, p. 41-42.

SCHIEGG PASINELLI K. et SUTER W. 2000 - Le bois mort – un habitat - WSL – *Notice pour le praticien* - 6 p.

SCHIEGG PASINELLI K. 1999 - *Limiting factors of saproxylic insects: habitat relationship of an endangered ecological group* - Swiss federal institute of technology - 84 p., mémoire de thèse.

SENN-IRLET B., BIERI G., EGLI S. 2007 – *Liste rouge des champignons supérieurs menacés en Suisse*. Office fédéral de l'environnement, Berne et WSL, Birmensdorf, 94 p.

STOCKLI B. 1996 - La régénération des forêts de montagne sur du bois mort - WSL – *Notice pour le praticien* - 8 p.

TOSITTI A. et CAUCHETIER B. 2004 - Le réseau d'îlots de vieux bois. Du concept à l'application au massif de Rambouillet (78) - Actes du colloque *Bois mort et à cavités : une clé pour la biodiversité des forêts* - Chambéry, 2p.

VALLAURI D., ANDRE J. et BLONDEL J. 2003 - Le bois mort, un compartiment vital de la forêt naturelle. *In* VALLAURI D. (coord.) 2003 – *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France – forêts métropolitaines*, Lavoisier, Tec & Doc, Paris, p. 59-66.

VALLAURI D., ANDRE J. et BLONDEL J. 2003 - Le bois mort, une lacune des forêts gérées - *Revue forestière française*, vol. 55, n° 6 – p. 99-112.

Documents juridiques et administratifs

DIRECTION GENERALE DE LA FORET ET DES AFFAIRES RURALES/SOUS-DIRECTION DE LA FORET ET DU BOIS 2007 - *Grenelle de l'environnement et Assises de la forêt - un plan d'actions pour la forêt*- 2 p.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION, DE LA PECHE ET DE LA RURALITE. 2004 - *Circulaire DNP/SDEN n° 2004-3 du 24 décembre 2004* – 3 p.

OFFICE NATIONAL DES FORETS 1995 – *Forêt communale de La Motte-Servolex : Révision d'aménagement 1995-2009* – 52 p.

OFFICE NATIONAL DES FORETS 2006 – *Schéma régional d'aménagement – Rhône-Alpes* - 158 p.

OFFICE NATIONAL DES FORETS 2008 – *Conservation de la biodiversité dans la gestion courante des forêts publiques* (projet d'instruction) – 12 p.

OFFICE NATIONAL DES FORETS 2008 – *Îlots de vieux bois* (projet de note de service) – 6 p.

PREFECTURE DE LA REGION RHONE-ALPES 2007 – *Arrêté n° 07-526 relatif aux conditions de financement des mesures de gestion des milieux forestiers dans le cadre des contrats Natura 2000* – 30 p.

PREFECTURE DE LA REGION RHONE-ALPES 2007 – *Mesures contractuelles de gestion des sites Natura 2000 pour les contrats pris en charge par le ministère de l'écologie et du développement durable pour les milieux forestiers* – 30 p.

Liste des contacts

Naturalistes ayant participé à l'enquête

nom	prénom	organisme	domaine de spécialité	adresse	téléphone	courriel
Barbalat	Sylvie	WWF	Entomologie	Rue Louis-Favre 1, 2000 Neuchâtel (S)	00 41 32 969 26 46	barbalat.richard@bluewin.ch
Bergamini	Ariel	WSL	Bryophytes	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 7392 332	ariel.bergamini@wsl.ch
Biollaz	Francois	CCO	Chiroptères			fbiollaz@gmail.com
Bohnenstengel	Thierry	CCO	Chiroptères			thierry.bohnenstengel@gmail.com
Bollman	Kurt	WSL	Avifaune	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 7392 411	kurt.bollmann@wsl.ch
Buetler	Rita	WSL	Avifaune	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)		rita.buetler@wsl.ch
Christe	Phillipe	Université de Lausanne	Chiroptères	CH-1015 Lausanne (S)	00 41 21 692 41 57	philippe.christe@unil.ch
Clerc	Philippe	Conservatoire botanique de Genève	Lichens	Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy-Genève (S)	00 41 22 418 51 28	Philippe.Clerc@ville-ge.ch
Delarze	Raymond	BE	Entomologie	Chemin des Artisans 6, 1860 Aigle (S)	00 41 24 466 91 50	delarze.raymond@bluewin.ch
Dodelin	Benoit	BE	Entomologie	40 Av. Jean Jaurès, 69007 Lyon		benoit.dodelin@laposte.net
Egli	Simon	WSL	Mycologie	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 7392 271	simon.egli@wsl.ch
Kueffer	Nicolas	Univ Neuchatel	Mycologie	Bahnstrasse 22, CH-3008 Bern (S)	00 31 381 92 09	nk@tuttifunghi.ch
Lachat	Thibaut	WSL	Entomologie	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 7392 309	thibaut.lachat@wsl.ch
Maibach	Alain	BE	Entomologie	Chemin de la Poya 10, CH-1610 Oron-la-Ville (S)	00 41 21 907 15 15	alain.maibach@amaibach.ch

nom	prénom	organisme	domaine de spécialité	adresse	téléphone	courriel
Moeschler	Pascal	Muséum d'histoire naturelle de Genève	Chiroptères	Route de Malagnou 1 CP 6434 CH-1208 Genève (S)	00 41 22 418 63 47	Pascal.Moeschler@ville-ge.ch
Mollet	Pierre	Station ornithologique suisse	Avifaune	CH-6204 Sempach (S)	00 41 462 97 41	pierre.mollet@vogelwarte.ch
Noblecourt	Thierry	ONF	Entomologie	Quillan (11)	04 68 20 85 75	thierry.noblecourt@onf.fr
Obrist	Martin	WSL	Chiroptères	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 7392 466	martin.obrist@wsl.ch
Price	Michelle	Conservatoire botanique de Genève	Bryophytes	Chemin de l'Impératrice 1, 1292 Chambésy-Genève (S)	00 41 22 418 51 48	michelle.price@ville-ge.ch
Ravussin	Pierre-Alain	Groupe ornithologique de Baulmes	Avifaune	14Rue du Theu, CH-1446 Baulmes (S)	00 41 24 459 11 45	ravussinpa@vtxnet.ch
Rhot	Jean-Jacques	Société mycologique de Genève	Mycologie		00 41 22 771 14 48	champignons-geneve@freesurf.ch
Scheidegger	Christoph	WSL	Lichens	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 73 92 439	christoph.scheidegger@wsl.ch
Schnyder	Norbert	Forschungsstelle für Umweltbeobachtung	Bryophytes	Universität Zürich, Rämistrasse 71, CH-8006 Zürich (S)	00 41 44 634 84 22	n.schnyder@swissonline.ch
Schönbächler	Cyril	CCO	Chiroptères			troglydte@bluewin.ch
Senn-Irlet	beatrice	WSL	Mycologie	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 73 92 243	beatrice.senn@wsl.ch
Tillon	Laurent	ONF	Chiroptères	Paris (75)	01 40 19 80 38	laurent.tillon@onf.fr
Voiry	Hubert	ONF	Mycologie	32 route de Bussang 88214 Remiremont		hubert.voiry@onf.fr
Weinberger	Irene	CCO	Chiroptères			i.weinberger@gmx.ch
Wermelinger	beat	WSL	Entomologie	Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (S)	00 41 44 73 92 258	beat.wermelinger@wsl.ch

Gestionnaires ayant participé à l'enquête

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Adresse	Téléphone	Courriel
Bibolet - Ruche	Pascal	ONF	Agent patrimonial	La Colline, 73590 La Giétaz	04 79 32 94 90	pascal.bibollet@onf.fr
Brédy	Pascal	ONF	Chef du service forêt	42 quai Charles Roissard, 73026 Chambéry	04 79 69 80 95	pascal.bredy@onf.fr
Chatelain	Marc	ONF	Responsable bureau d'études environnement	12, rue de la Grenouillère, 01009 Bourg en Bresse	04 74 45 94 45	marc.chatelain@onf.fr
Drillat	Francois	ONF	Agent patrimonial	maison forestière, 73590 Crest Volland	04 79 31 82 73	francois.drillat@onf.fr
Dumas	Stephane	ONF	animateur sylvicole	ancienne école - résinand, 01110 Aranc	04 74 36 53 98	stephane.dumas@onf.fr
Fivaz	Laurent	SFFN	garde forestier	Rue du Molage 41, 1860 Aigle (S)		laurent.fivaz@vd.ch
Gay	Jean-Louis	SFFN	inspecteur des forêts	Rue du Molage 41, 1860 Aigle (S)		jean-louis.gay@vd.ch
Goux	Mylene	ONF	Aménagiste	Nantua (01)	04 74 22 39 17	mylene.goux@onf.fr
Iseli	Dominique	SFFN		Chemin de Marquisat 1 1025 St-Sulpice (S)	00 41 21 557 86 44	dominique.iseli@vd.ch
Jodelet	Jean-Luc	ONF	Responsable d'unité territoriale	15, avenue des Chasseurs alpins, 73200 Albertville	04 79 10 48 20	jean-luc.jodelet@onf.fr
Lievois	Jerôme	ONF	chef de projet avalanches, forêts de protection	6, avenue de France, 74000 Annecy	04 50 23 83 94	jerome.lievois@onf.fr
Luthi	Serge	SFFN	inspecteur des forêts	Rue du Molage 41, 1860 Aigle (S)		serge.luthi@vd.ch
Massonat	Bernard	ONF	Responsable d'unité territoriale	maison forestière 1812 RN 6, 73490 La Ravoire	04 79 72 90 26	bernard.massonat@onf.fr
Perrier	Jean-Marc	ONF	Agent patrimonial	Maison forestière - Lotissement La filatière, 01110 Brenod	04 37 61 15 73	jean-marc.perrier@onf.fr
Rémy	Christophe	SFFN	garde forestier	Reusigny Rougemont (S)		christophe.remy@vd.ch
Riche	Bernard	ONF	Responsable d'unité territoriale	ZA le Goutier 73470 Novalaise	04 79 28 09 16	bernard.riche@onf.fr
Riond	Catherine	ONF	Responsable service bois	42 quai Charles Roissard, 73026 Chambéry	04 79 69 96 10	catherine.riond@onf.fr
Seguret	Jacques	ONF	Responsable d'unité territoriale	Maison forestière - Rue de la Forestière, 01110 Hauteville	04 74 35 34 36	jacques.seguret@onf.fr
Trapes	Jean-Christian	ONF	Aménagiste	42 quai Charles Roissard, 73026 Chambéry	04 79 69 96 32	jean-christian.trapes@onf.fr
Von Der Aa	Martin	SFFN	garde forestier	Rue du Molage 41, 1860 Aigle (S)		martin.von-der-aa@vd.ch,
Voisin	Laurent	ONF	Chef de service RTM Savoie	42 quai Charles Roissard, 73026 Chambéry		laurent.voisin@onf.fr
Supper	Jean-Rémy	ONF	Agent patrimonial	759, rue du grand Champ, 73000 Chambéry	04 79 33 50 94	jean-remy.supper@onf.fr

Gestionnaires-naturalistes ayant participé à l'enquête

nom	prénom	organisme	fonction	domaine de spécialité	adresse	numéro	courriel
Benard	Julien	ONF	agent patrimonial	Avifaune	Maison forestière, 73460 Bonvillard	04 79 38 40 81	julien.benard@onf.fr
Laguet	Sébastien	ONF	agent patrimonial	Avifaune/ chiroptères	maison forestière - 113, rue Général dunoyer, 73290 La Motte Servolex	04 79 25 96 80	sebastien.laguet@onf.fr
Louis	Jean-Claude	ONF	agent patrimonial	Chiroptères	maison forestière de la Motte - 1570 route de Servoz, 74190 Passy	04 50 78 08 15	jean-claude.louis@onf.fr
Orecchioni	Yvan	ONF	chef de projet environnement	Avifaune/ entomologie	horel des administrations - 9 quai Créqui, 38026 Grenoble	04 76 86 87 55	yvan.orecchioni@onf.fr
Ponthus	Gerard	ONF	agent patrimonial	Chiroptères	Maison forestière "Les Hutins", 01170 Gex	04 50 41 74 41	gerard.ponthus@onf.fr

Autres contacts

nom	prénom	organisme-fonction	adresse	téléphone	courriel
Bruciamacchie	Max	AgroParistech-Engref - Professeur	97, rue Saint Georges, 54000 Nancy	03 83 39 68 51	max.bruciamacchie@engref.agroparistech.fr
Gosselin	Frédéric	Cemagref - chercheur	Domaine des Barres, 45 290 Nogent-sur-Vernisson	02 38 95 03 58	frederic.gosselin@cemagref.fr
Wlerick	Lise	ONF - Responsable service environnement Savoie	42 quai Charles Roissard, 73026 Chambéry	04 79 69 96 34	lise.wlerick@onf.fr

Table des annexes

Résultats des enquêtes

Annexe 1 : Résultats de l'enquête naturalistes : avifaune	1
Annexe 2 : Résultats de l'enquête naturalistes : chiroptères	7
Annexe 3 : Résultats de l'enquête naturalistes : insectes saproxyliques.....	13
Annexe 4 : Résultats de l'enquête naturalistes : bryophytes.....	19
Annexe 5 : Résultats de l'enquête naturalistes : lichens.....	25
Annexe 6 : Résultats de l'enquête naturalistes : champignons.....	31
Annexe 7 : Résultats de l'enquête naturalistes : moyenne des six groupes.....	37
Annexe 8 : Résultats de l'enquête gestionnaires.....	43

Mise en place des îlots en forêt de la Motte-servolex

Annexe 9 : valeurs seuils utilisées pour l'analyse Electre.....	47
Annexe 10 : description des îlots sélectionnés.....	48
Annexe 11 : tableau récapitulatif des projets d'îlots.....	50
Annexe 12 : valeurs moyennes de classement Electre pour les projets d'îlots.....	51

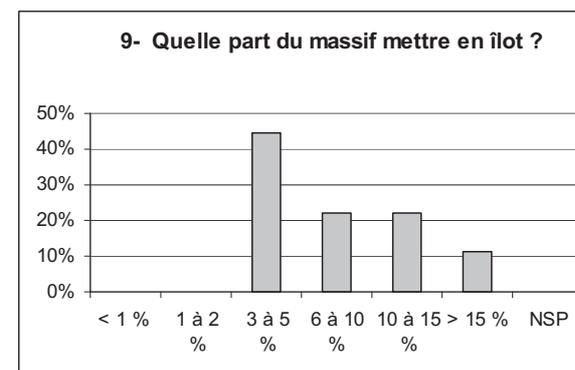
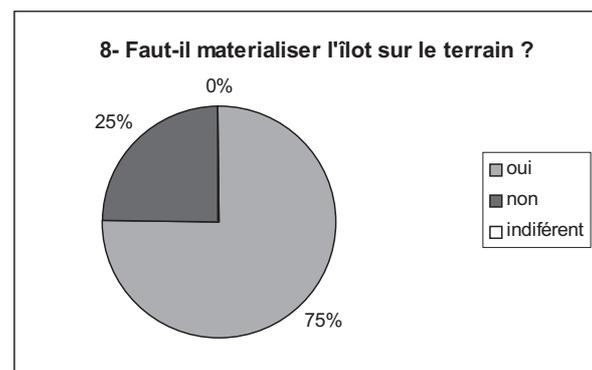
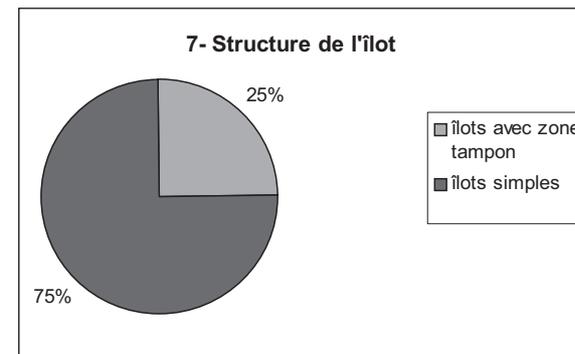
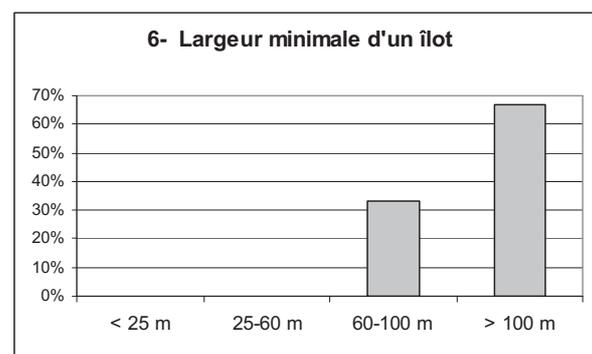
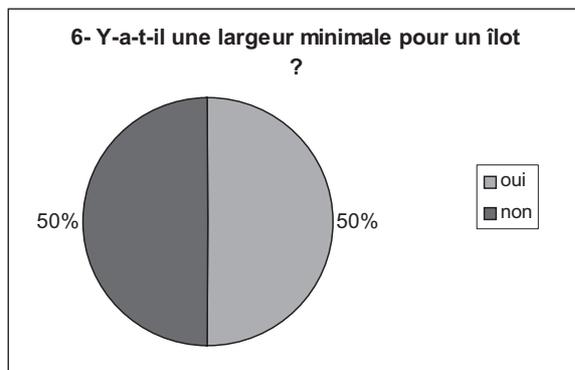
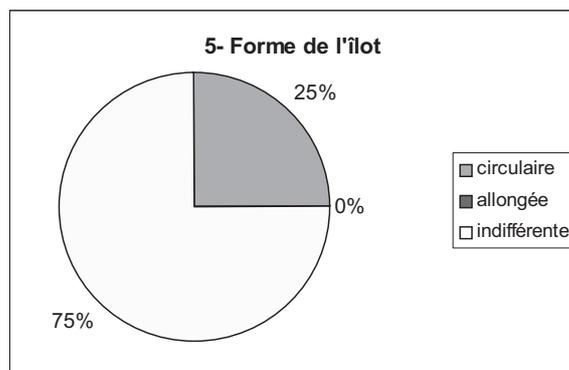
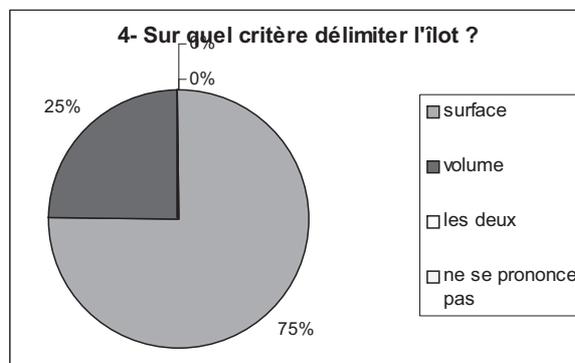
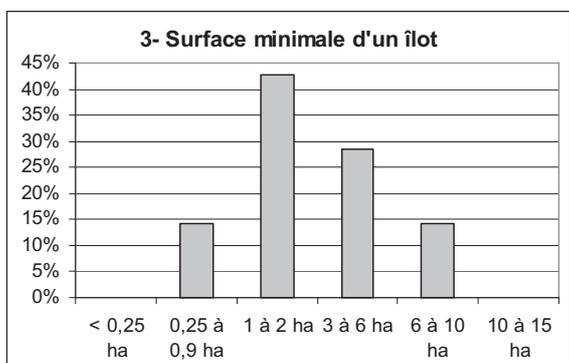
Cartes de la forêt de La Motte-servolex

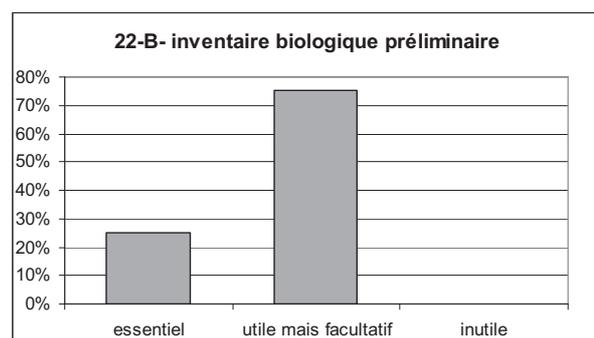
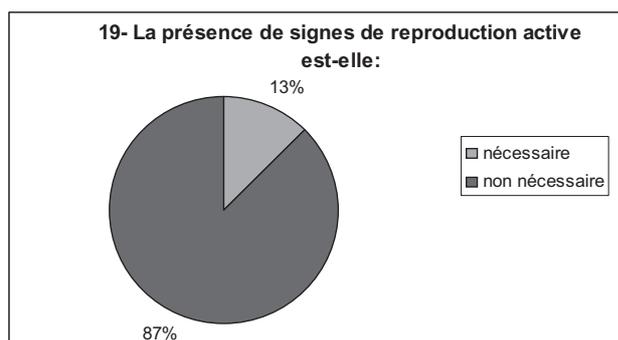
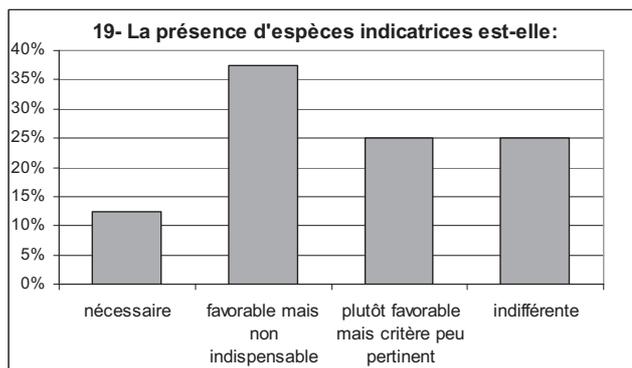
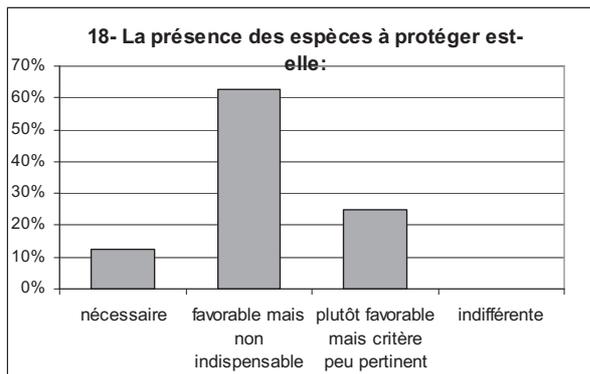
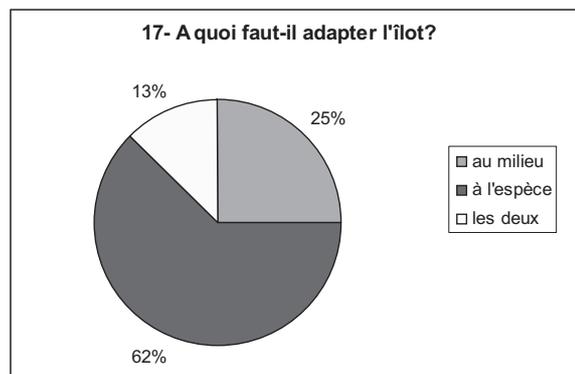
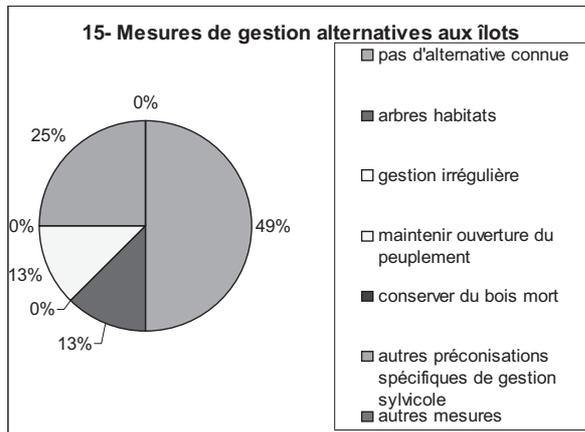
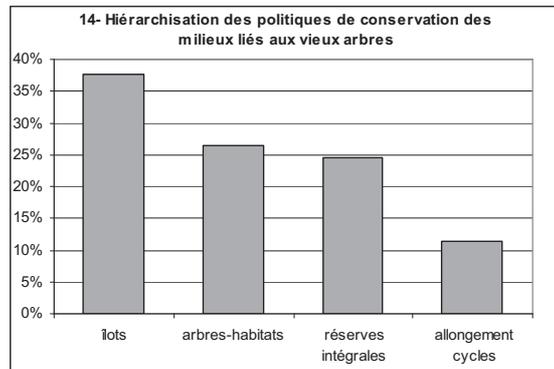
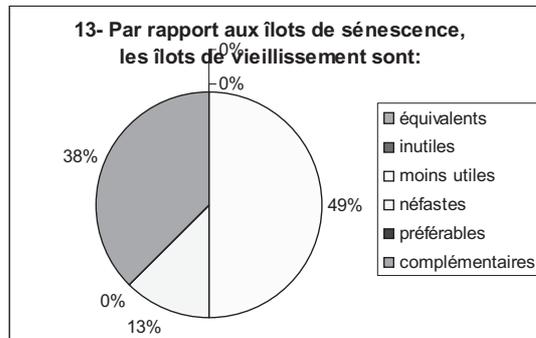
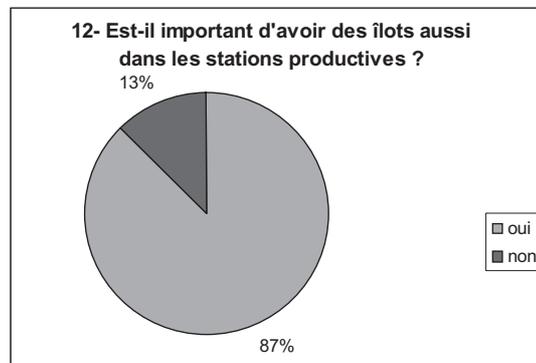
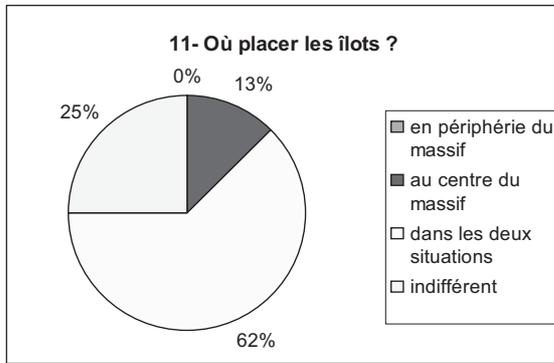
Annexe 13 : carte de la connectivité des peuplements	52
Annexe 14 : carte de la maturité des peuplements	53
Annexe 15 : carte de la naturalité des peuplements	54
Annexe 16 : carte de la richesse en arbres-habitats	55
Annexe 17 : carte de la richesse en bois mort	56
Annexe 18 : carte de la valeur économique des peuplements.....	57
Annexe 19 : carte de la fréquentation du public	58
Annexe 20 : carte des risques sanitaires	59
Annexe 21 : carte des risques naturels	60
Annexe 22 : carte des projets d'îlots de sénescence	61
Annexe 23 : classement des îlots potentiels selon les critères naturalistes.....	62
Annexe 24 : classement des îlots potentiels selon les critères gestionnaires.....	63
Annexe 25 : comparaison des classements des îlots gestionnaires-naturalistes.....	64
Annexe 26 : classement des îlots potentiels selon les critères « oiseaux »	65
Annexe 27 : classement des îlots potentiels selon les critères « chiroptère »	66
Annexe 28 : classement des îlots potentiels selon les critères « insectes »	67
Annexe 29 : classement des îlots potentiels selon les critères « bryophytes »	68
Annexe 30 : classement des îlots potentiels selon les critères « lichens »	69
Annexe 31 : classement des îlots potentiels selon les critères « champignons »	70
Annexe 32 : carte des valeurs de friction oiseaux.....	71
Annexe 33: carte des valeurs de friction chiroptères.....	72
Annexe 34 : carte des valeurs de friction insectes.....	73
Annexe 35 : carte des valeurs de friction lichens	74
Annexe 36 : corridors potentiels inter-îlots	75
Annexe 37: carte des stations.....	76
Annexe 38 : carte de l'ancienneté des coupes.....	77

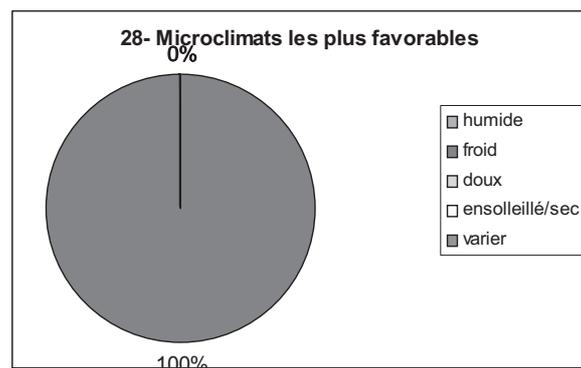
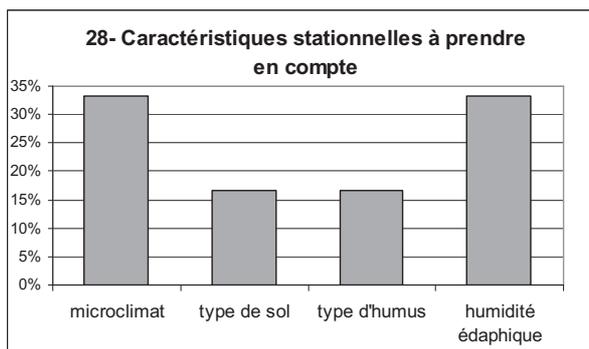
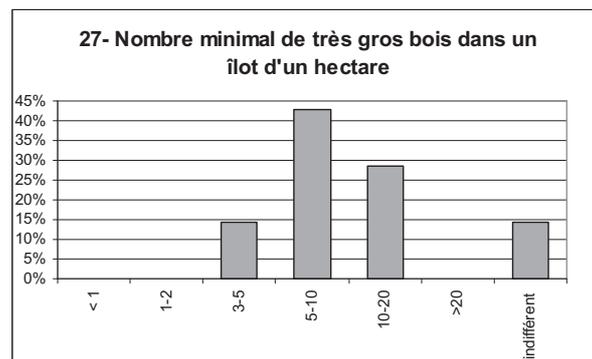
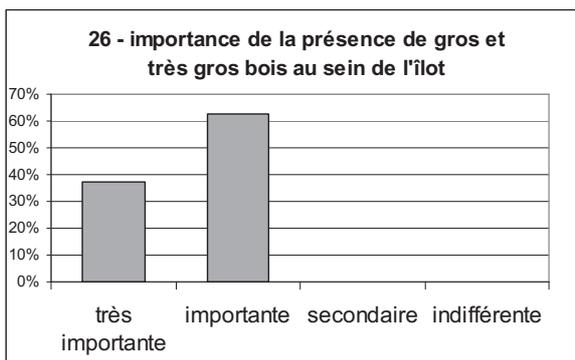
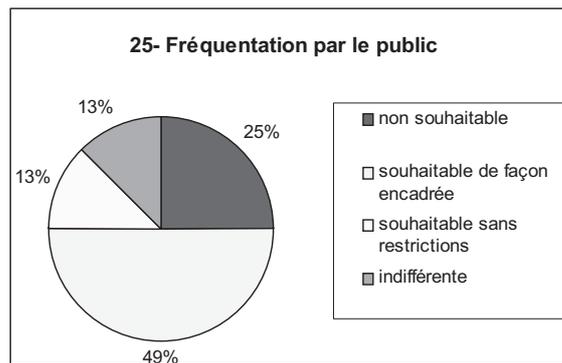
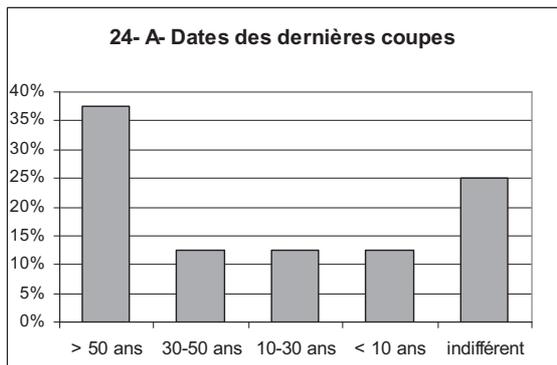
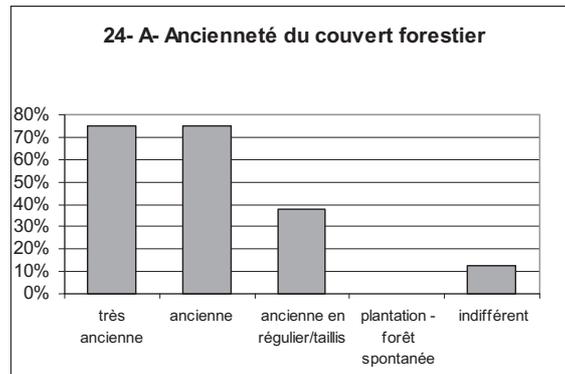
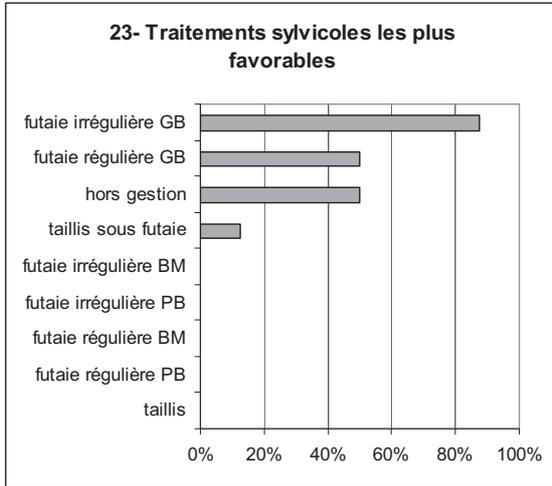
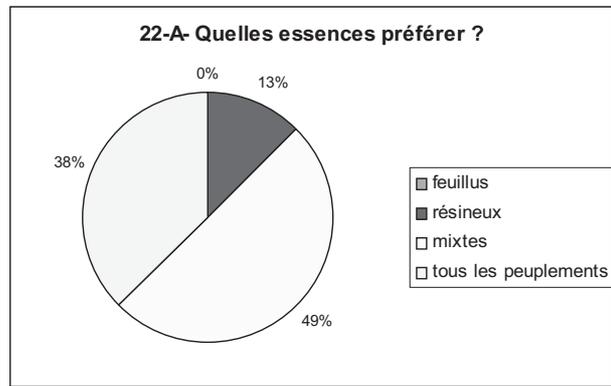
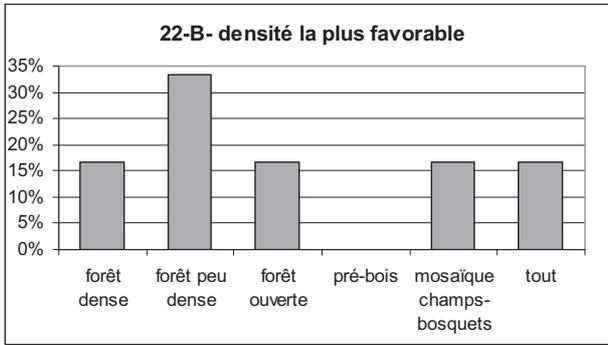
Questionnaires

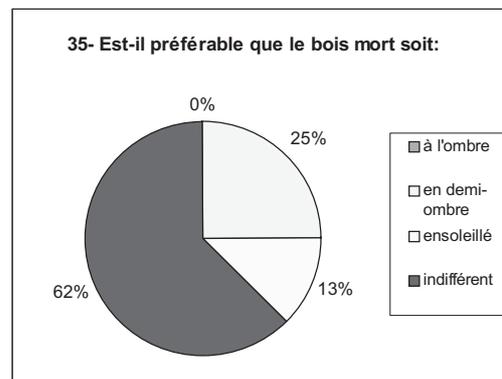
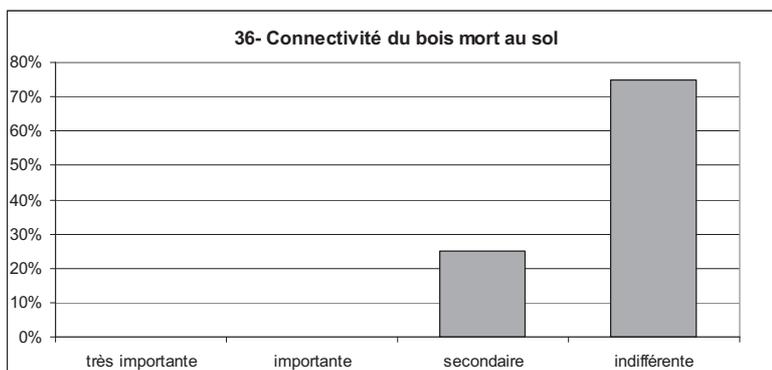
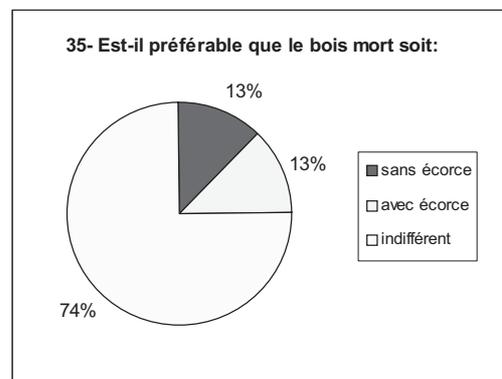
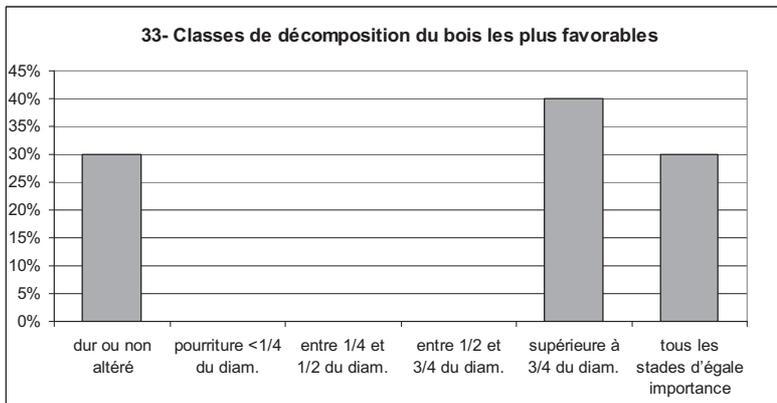
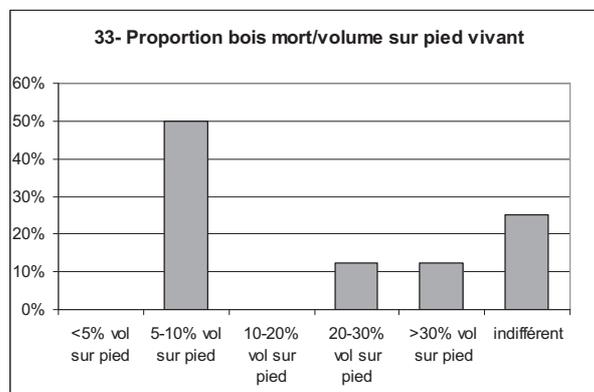
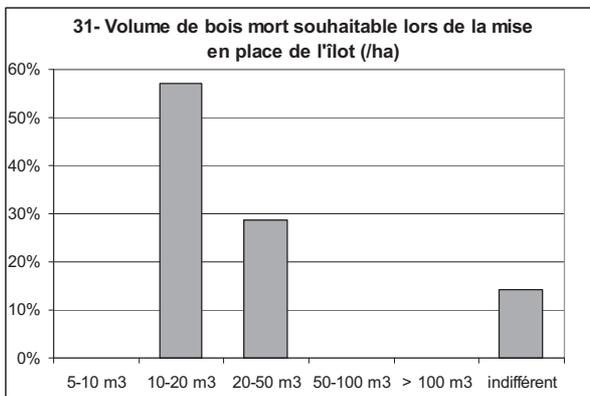
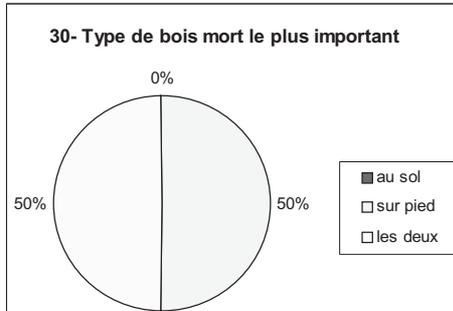
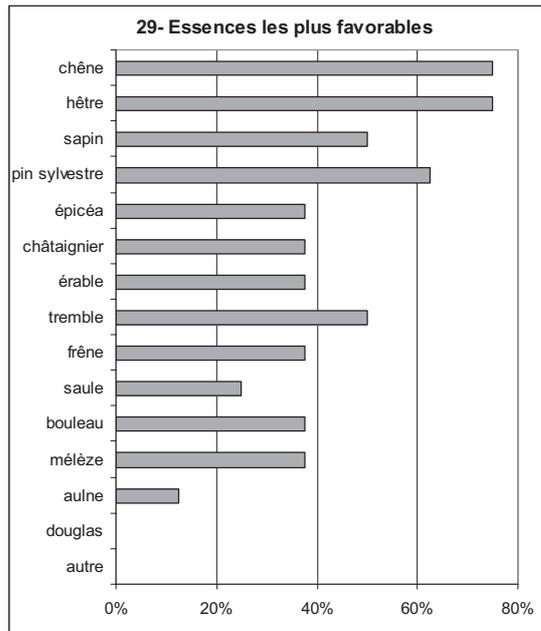
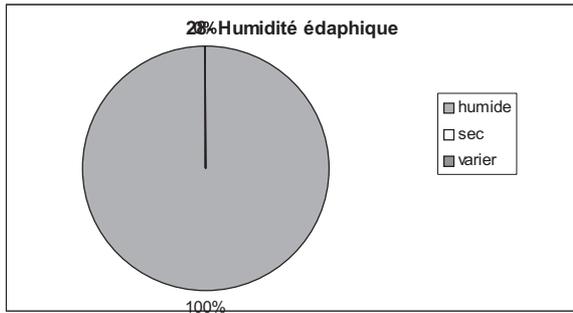
Annexe 39 : Questionnaire destiné aux naturalistes.....	78
Annexe 40 : Questionnaire destiné aux gestionnaires.....	93
Annexe 41 : Mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence en foret de montagne : ébauche d'un mémento à l'attention des gestionnaires.....	102

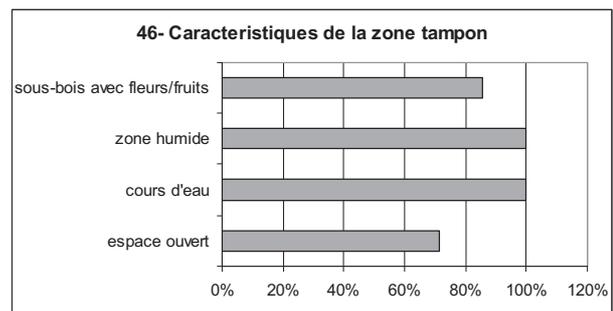
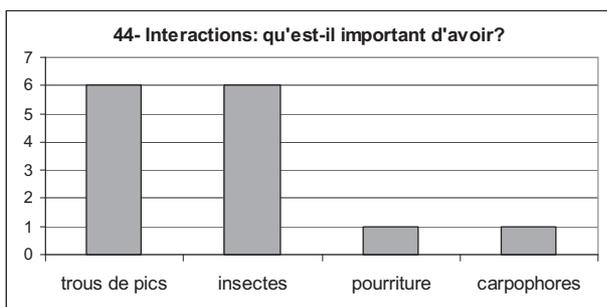
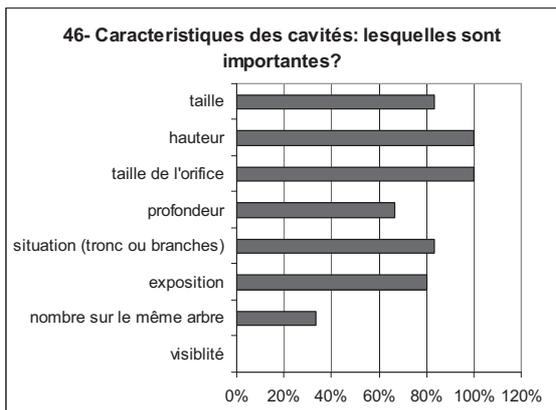
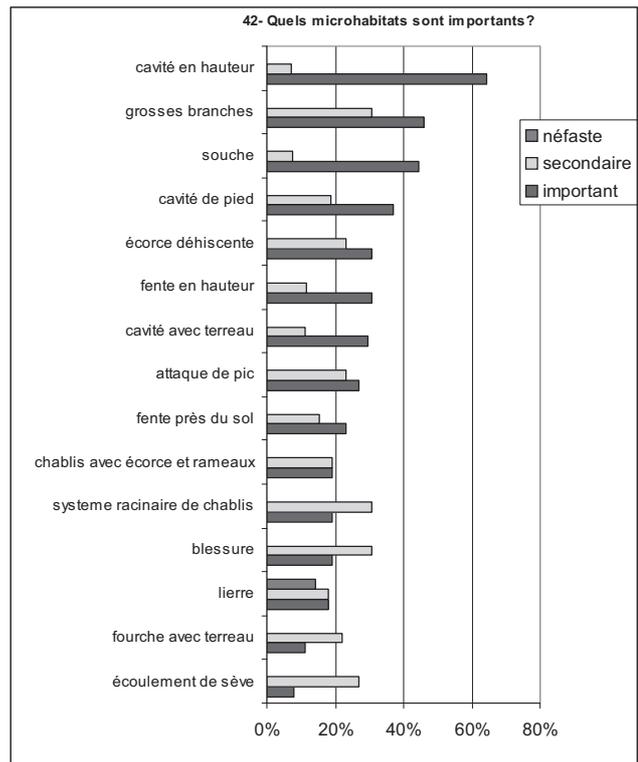
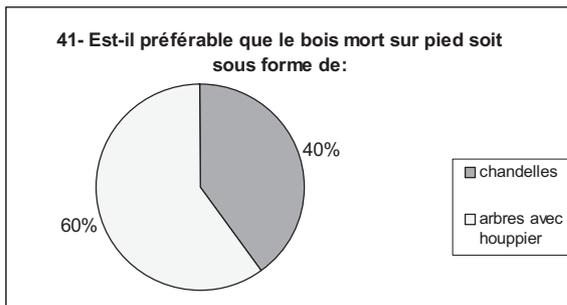
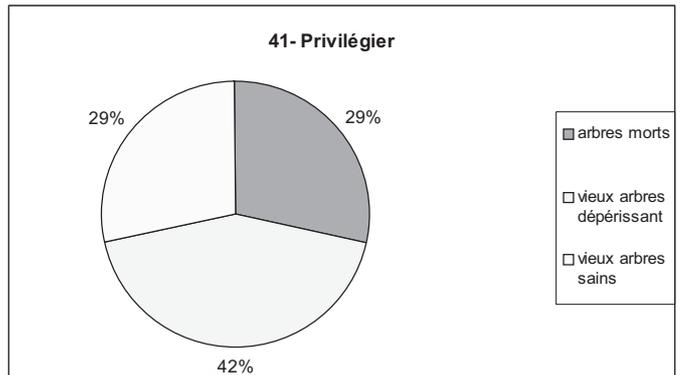
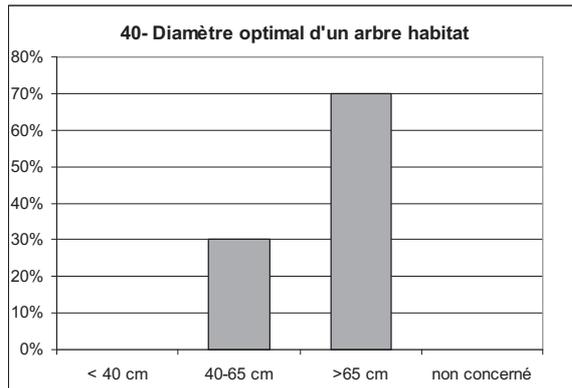
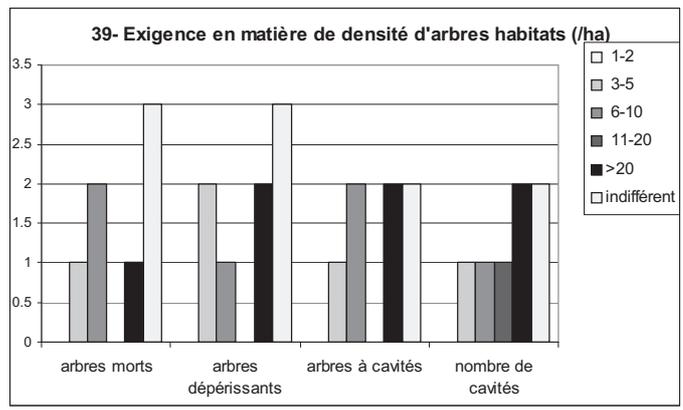
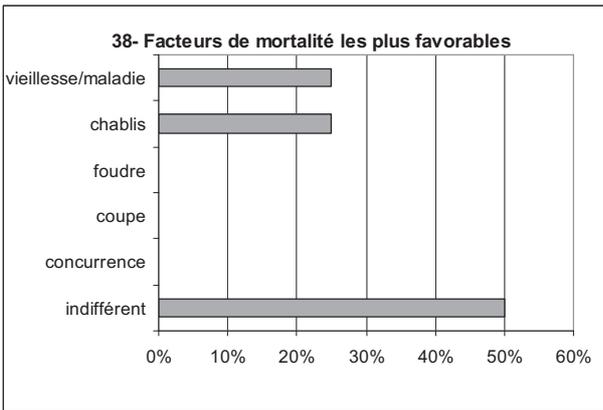
Annexe 1 : Résultats de l'enquête naturalistes : avifaune

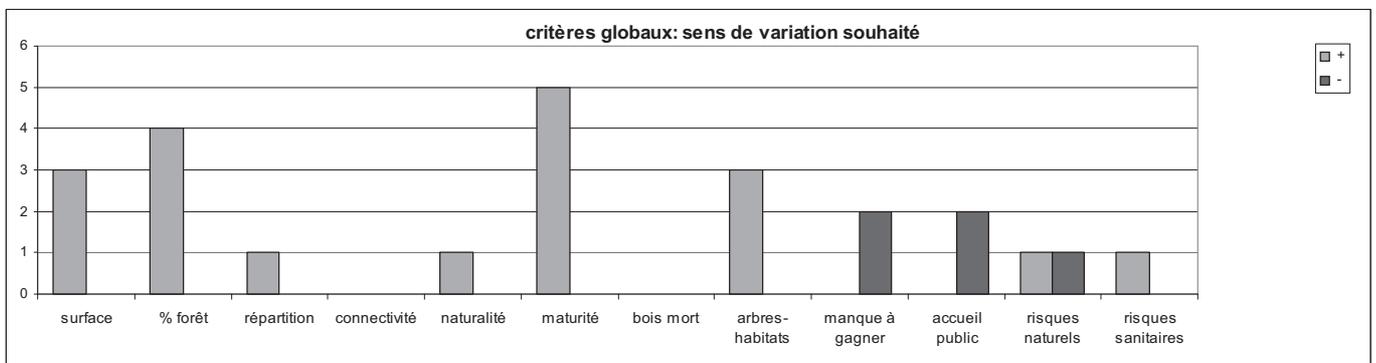
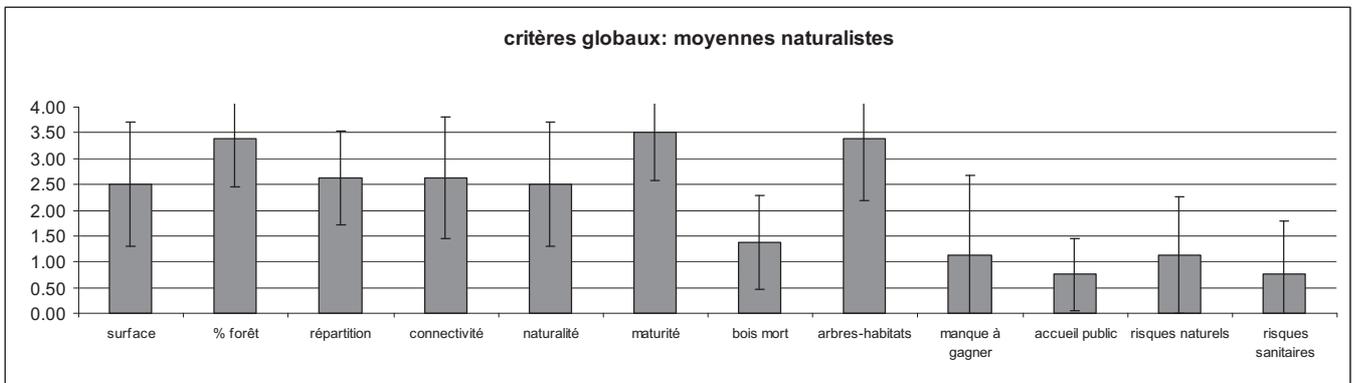
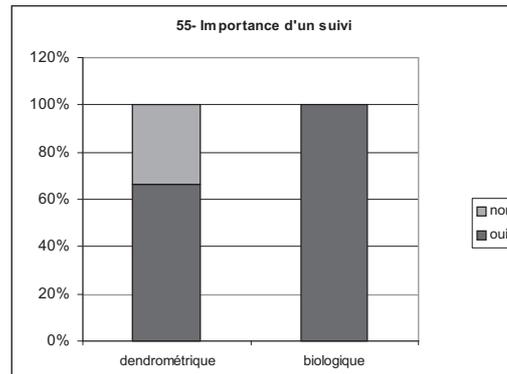
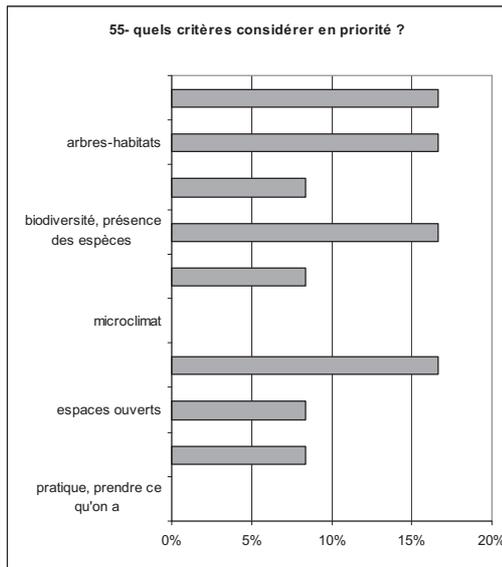
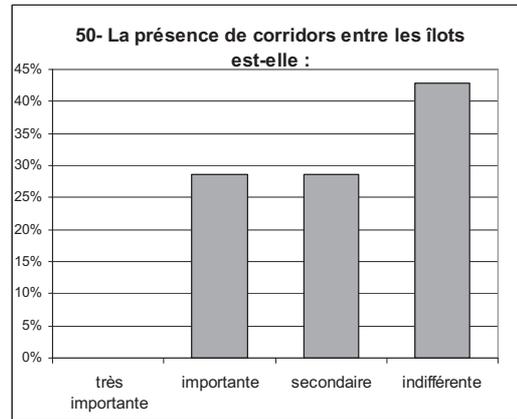
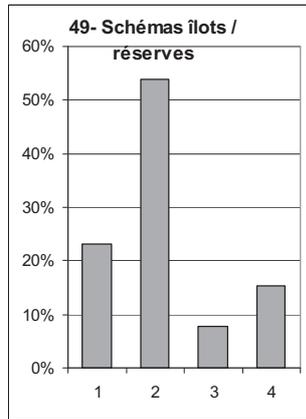
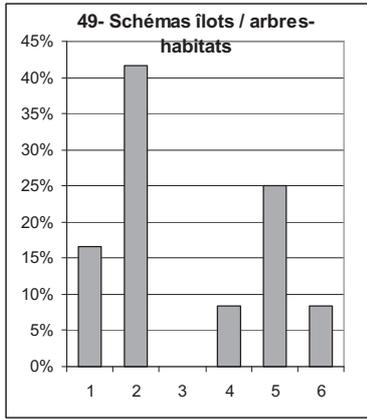




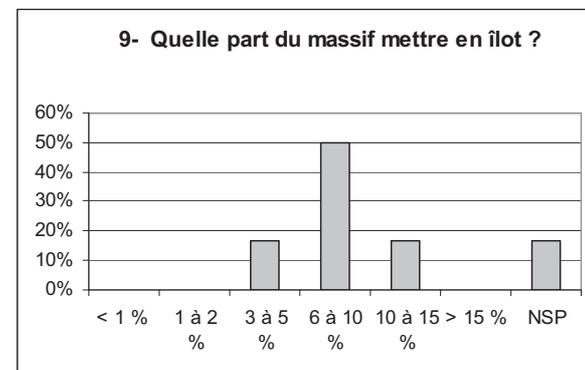
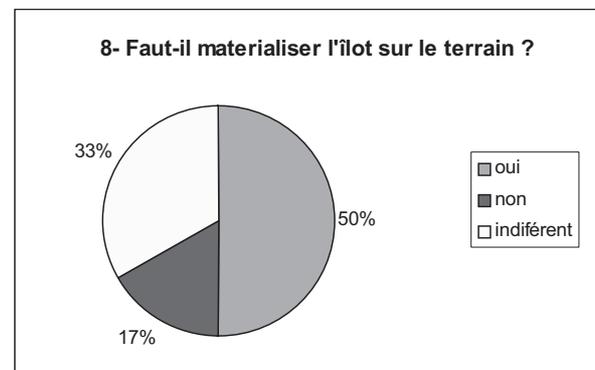
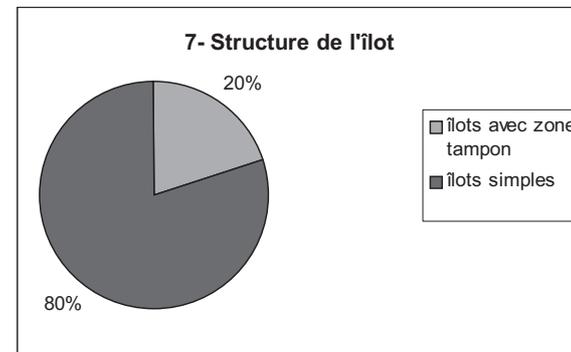
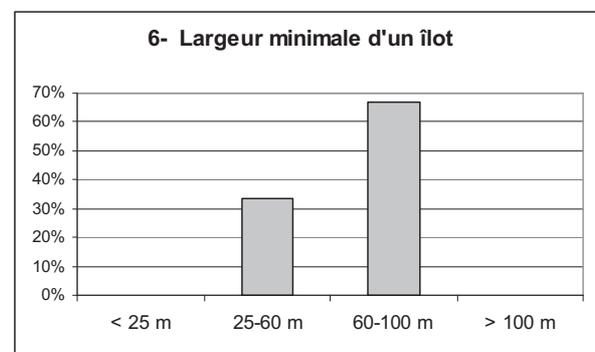
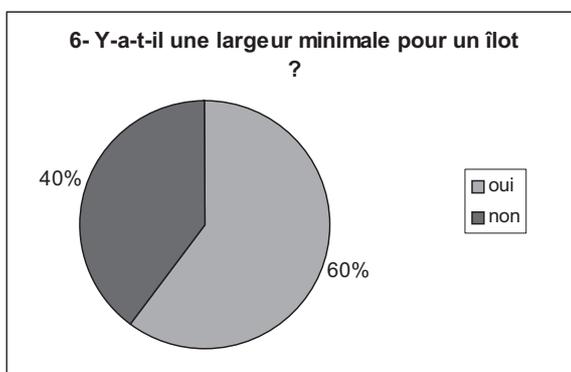
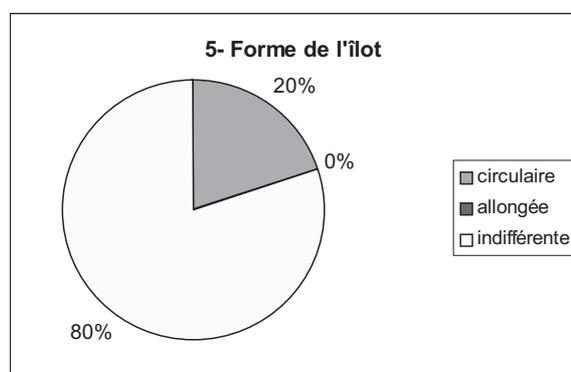
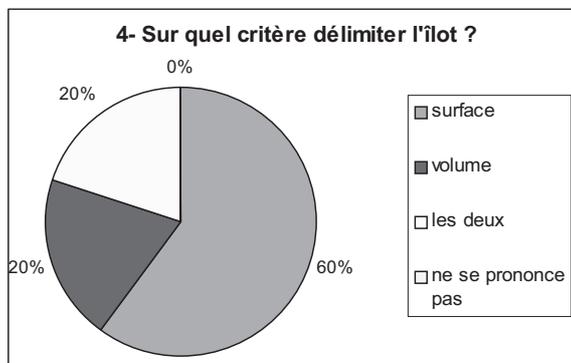
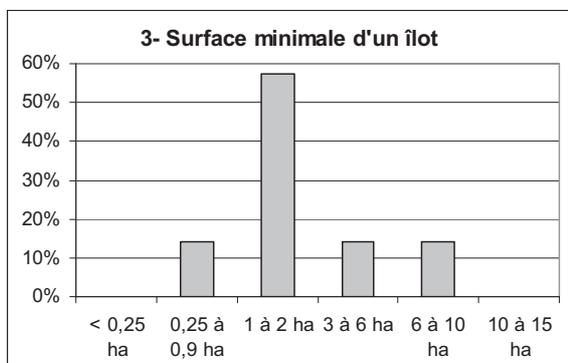


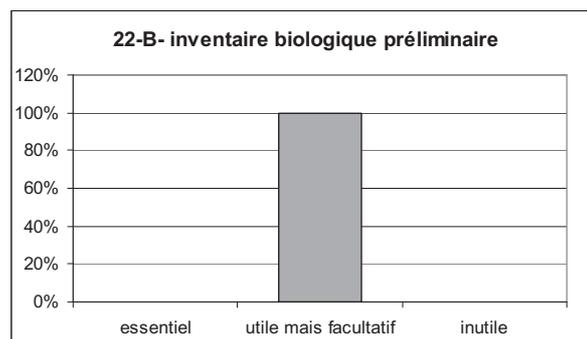
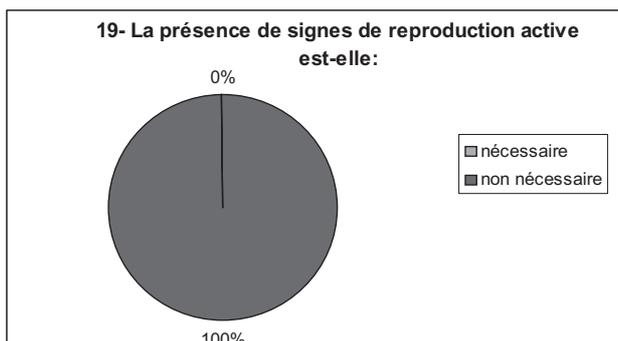
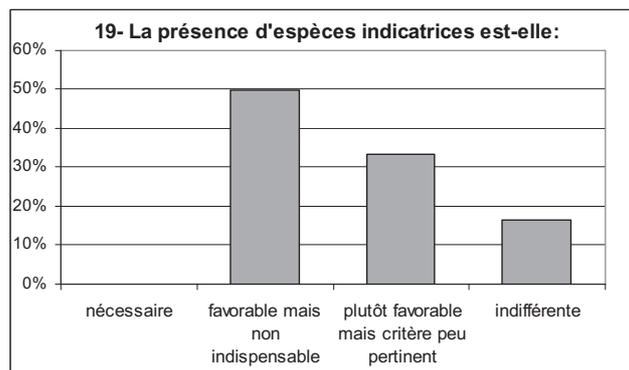
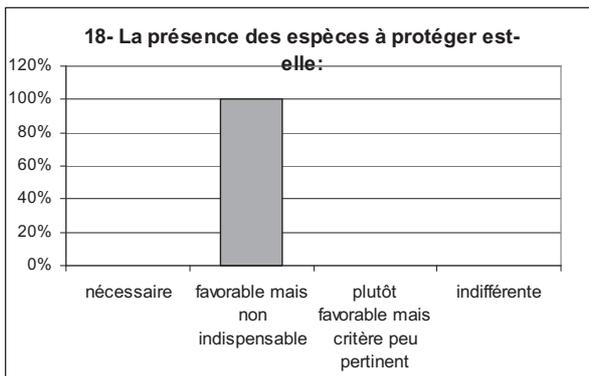
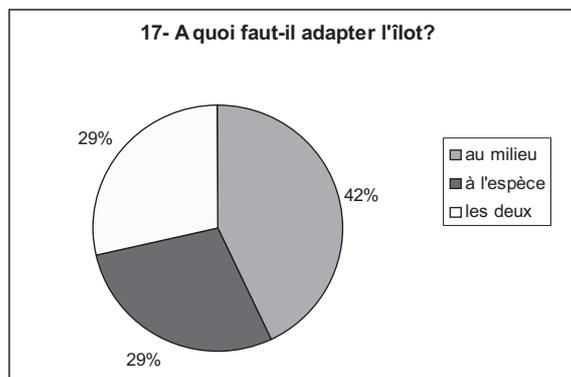
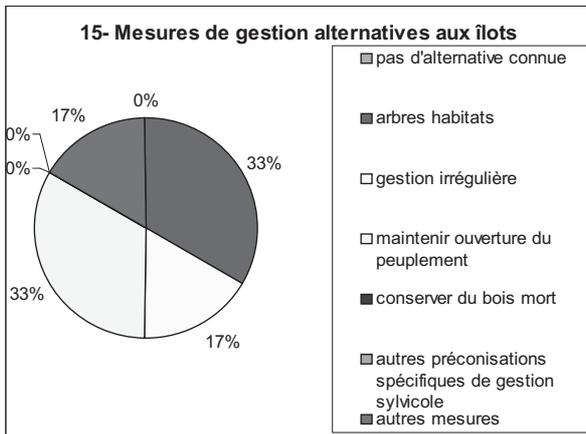
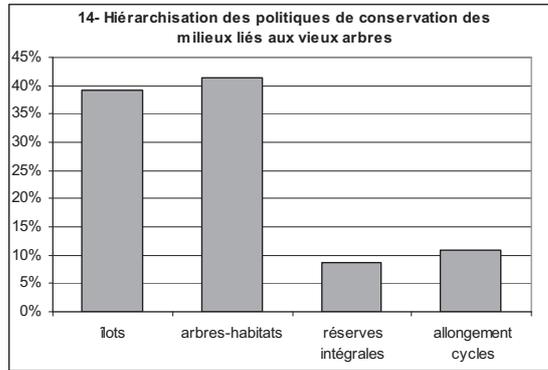
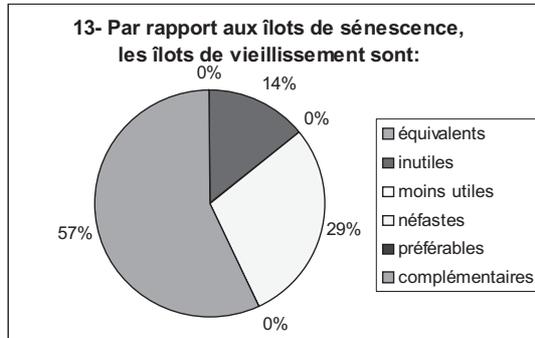
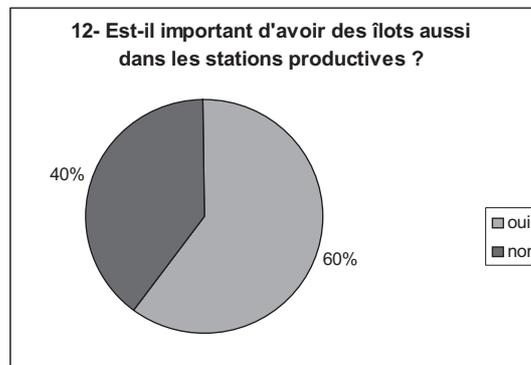
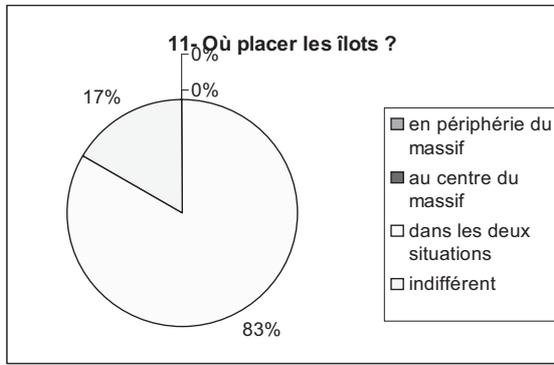


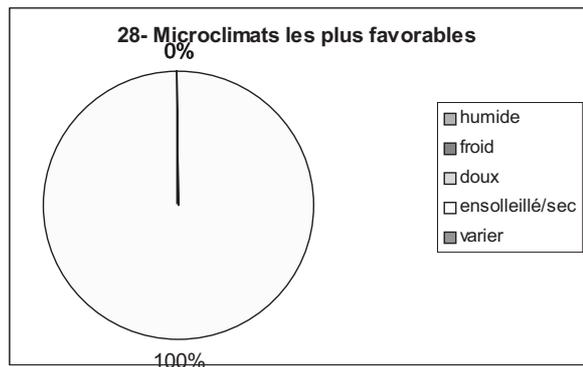
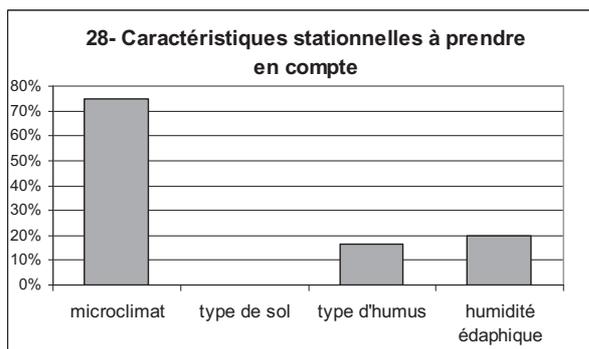
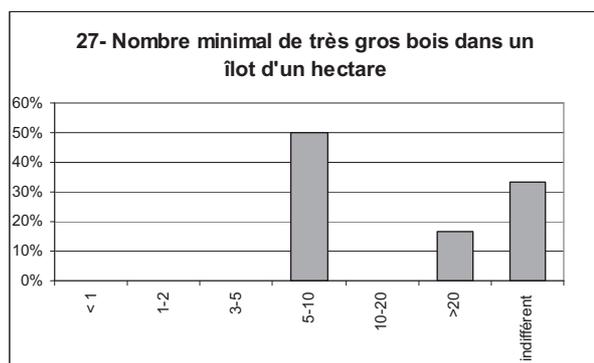
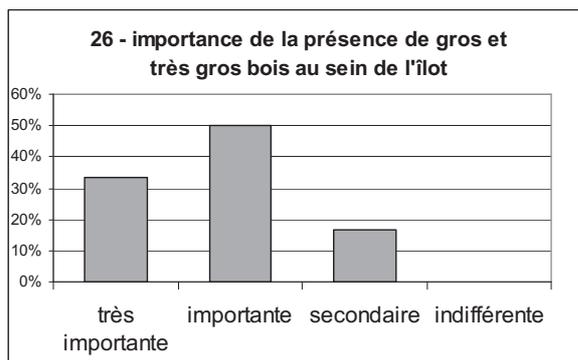
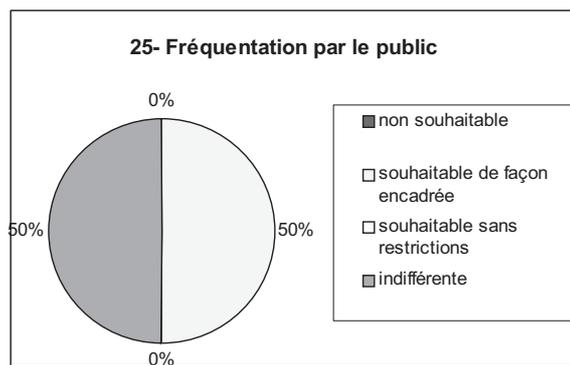
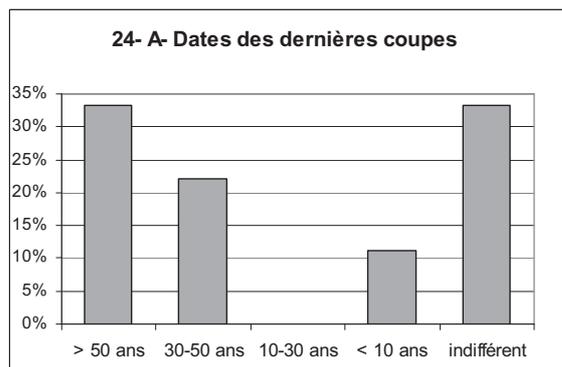
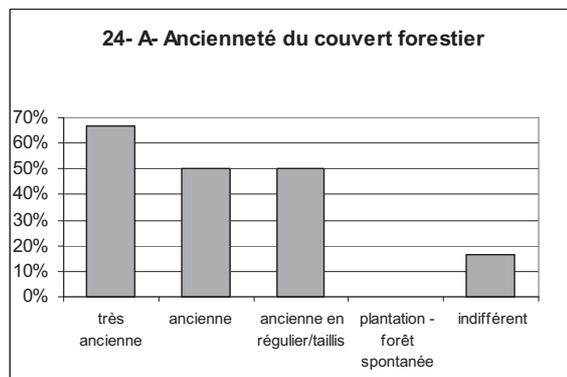
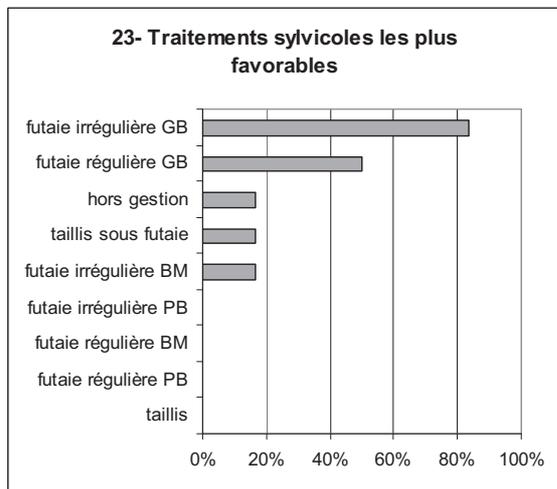
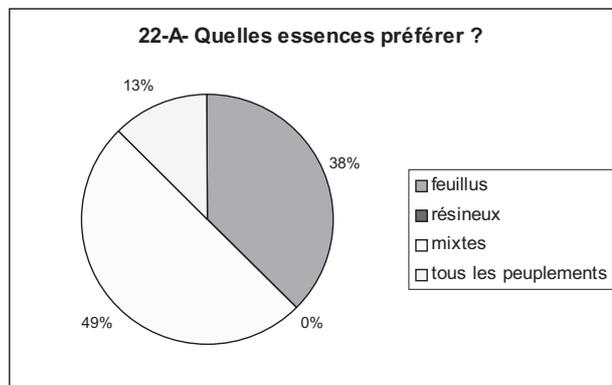
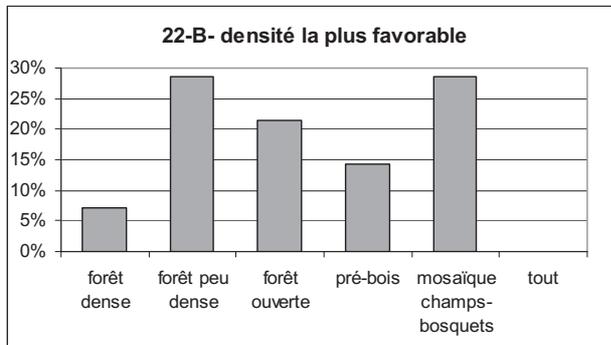


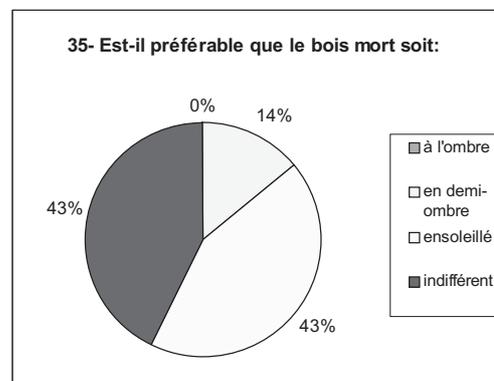
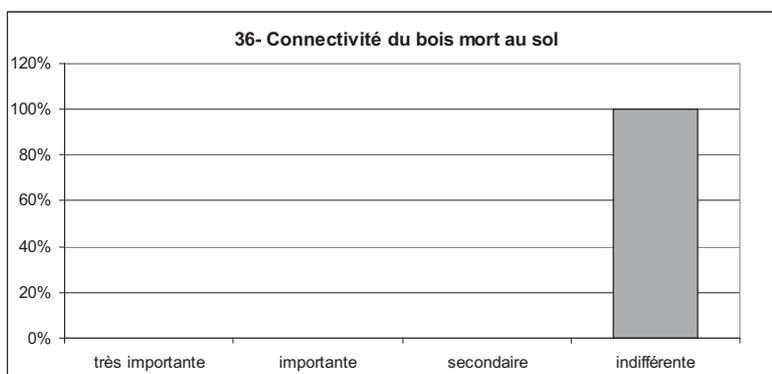
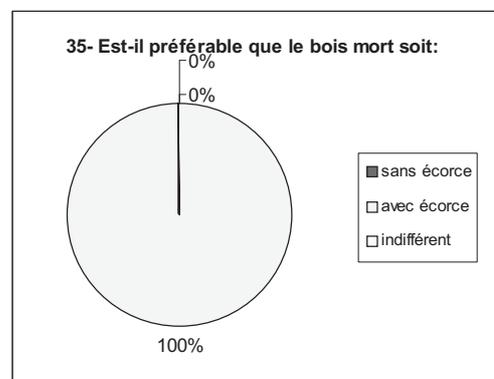
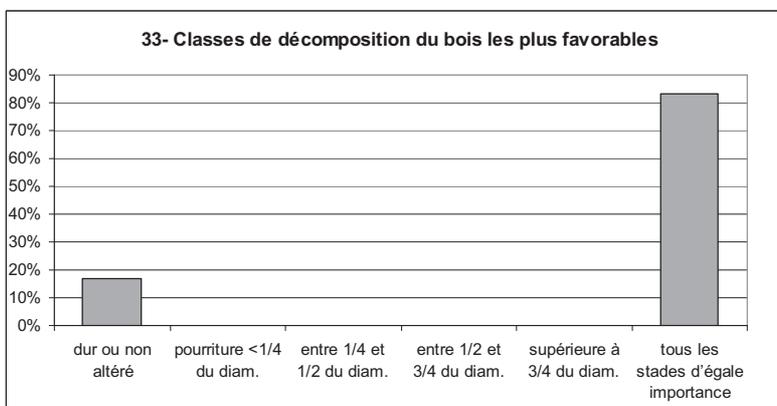
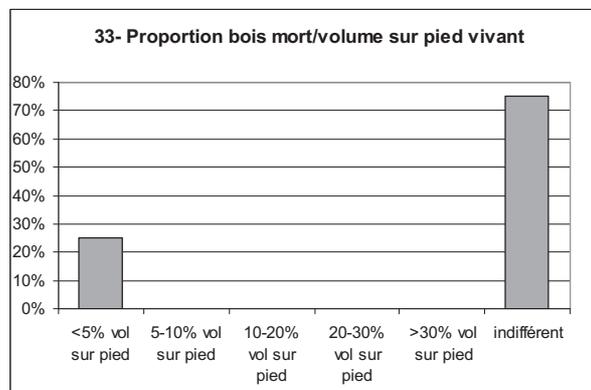
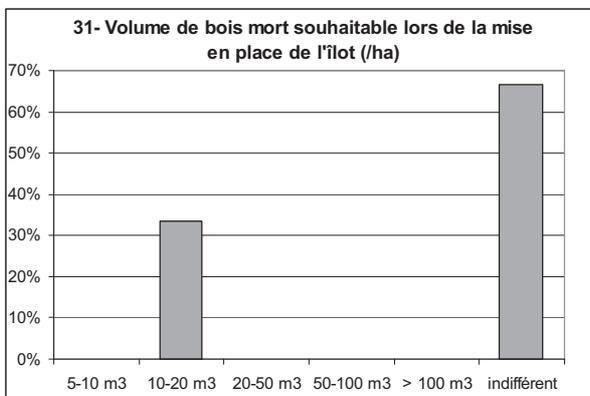
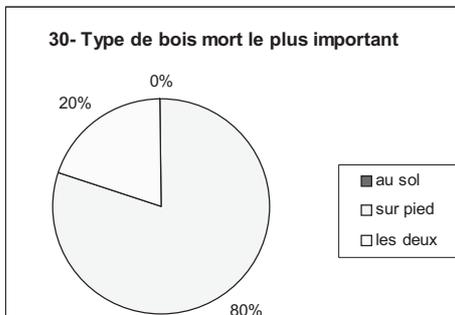
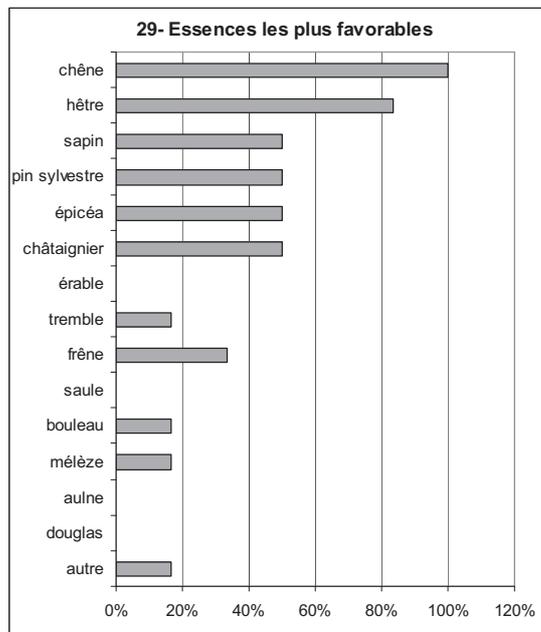
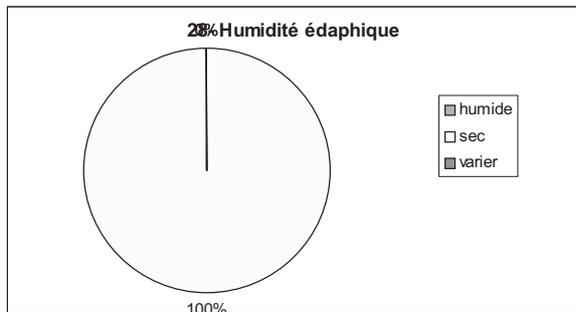


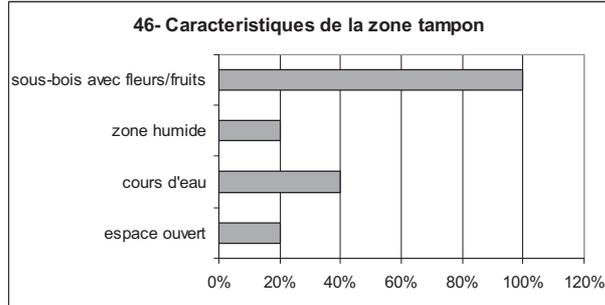
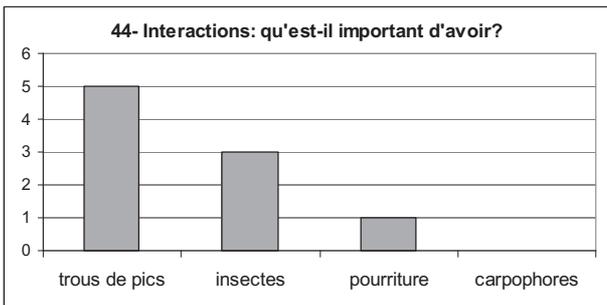
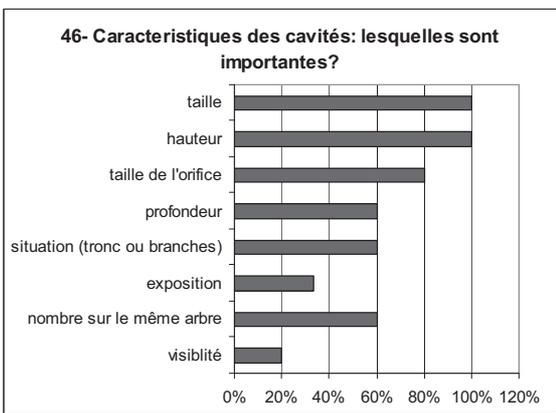
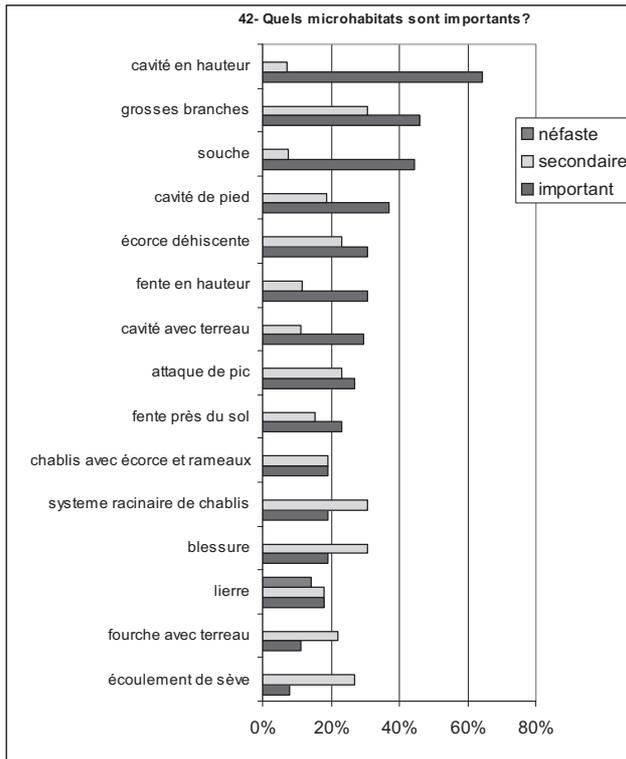
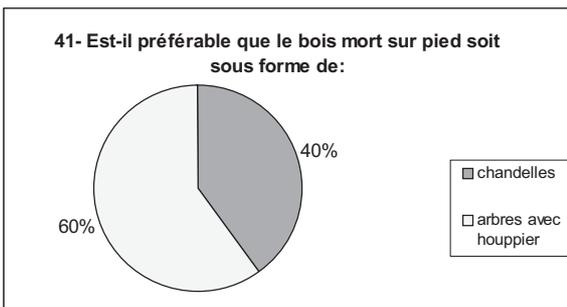
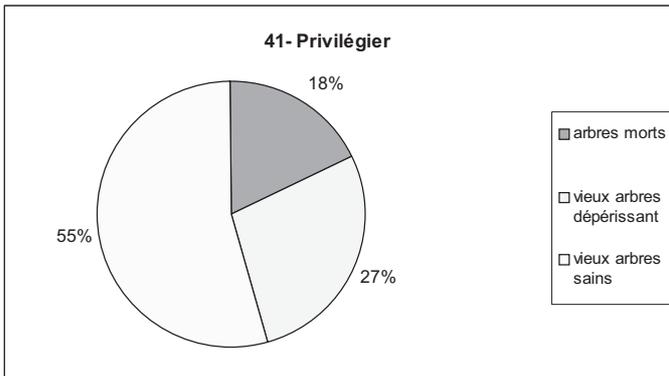
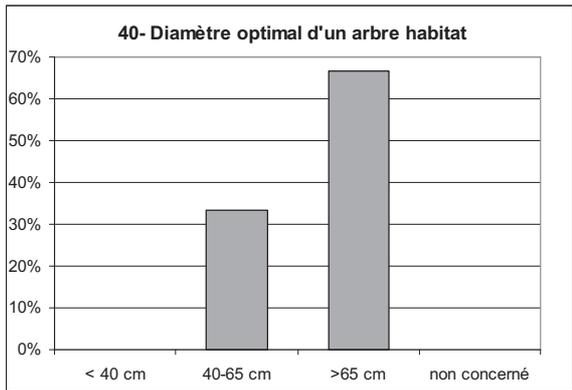
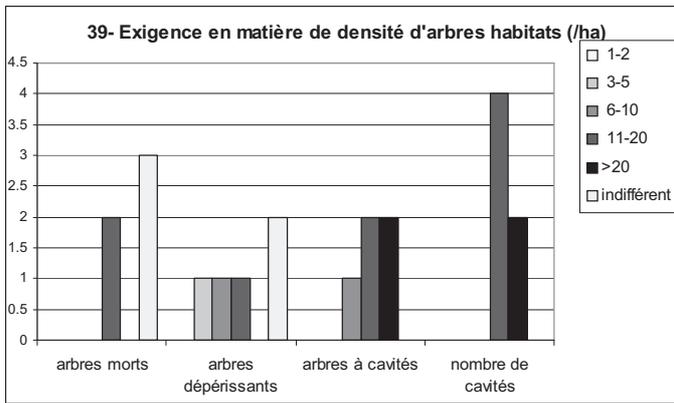
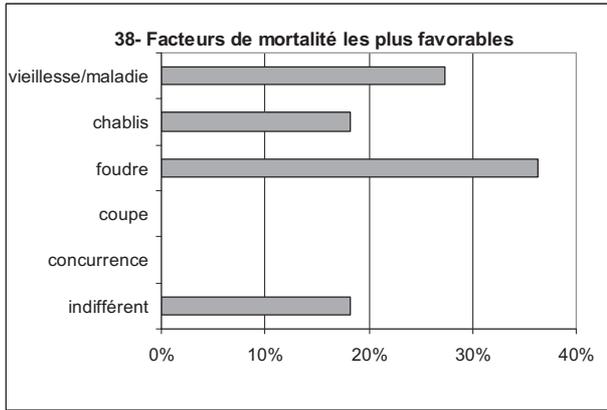
Annexe 2 : Résultats de l'enquête naturalistes : chiroptères

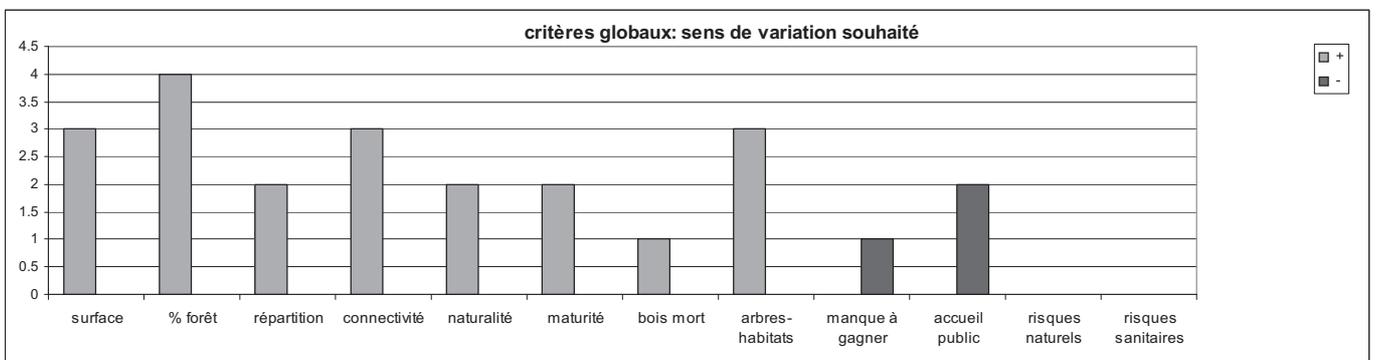
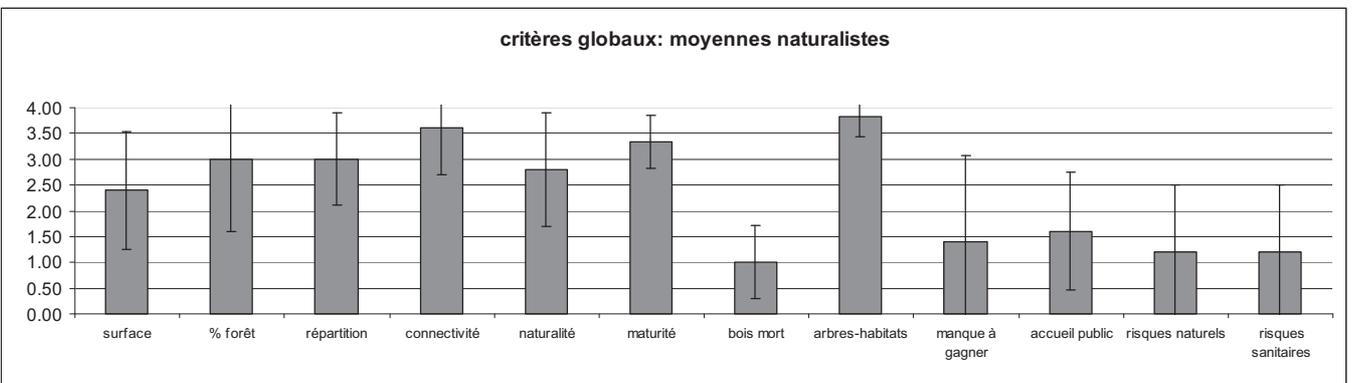
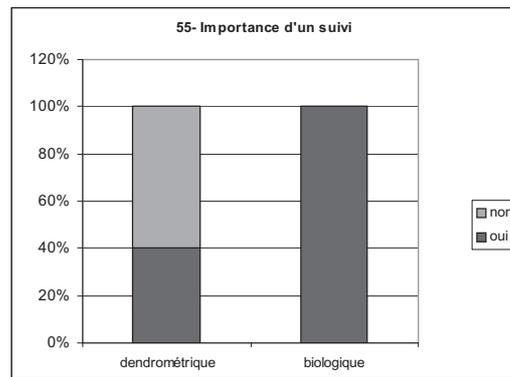
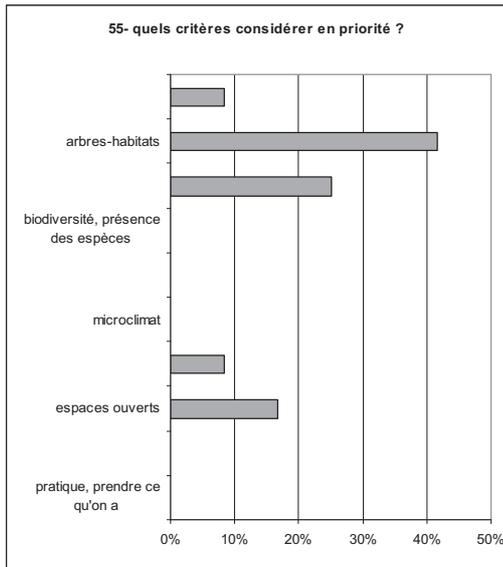
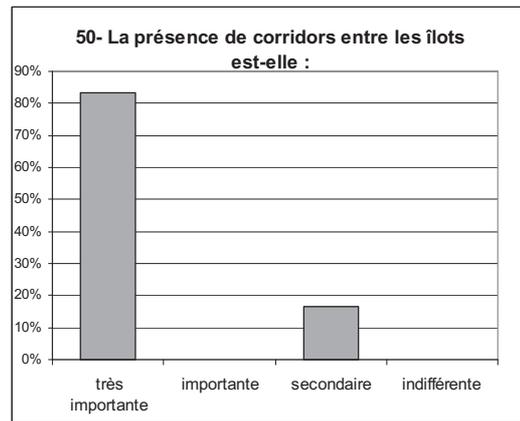
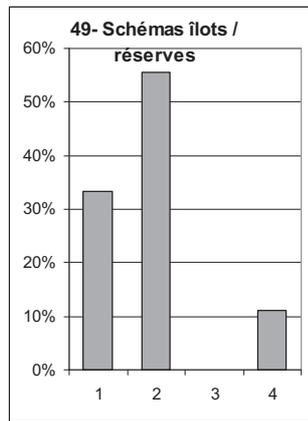
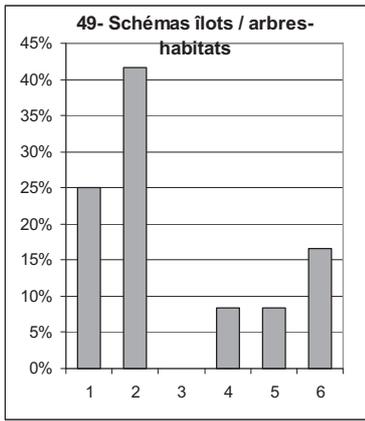




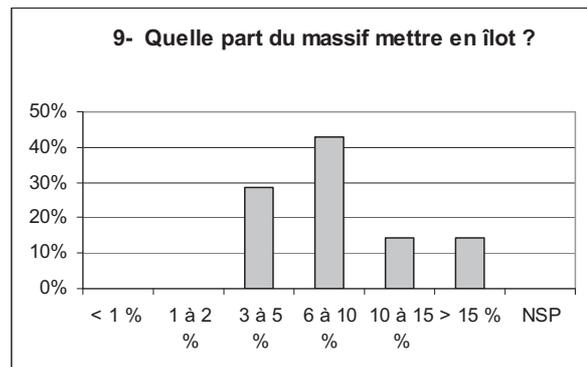
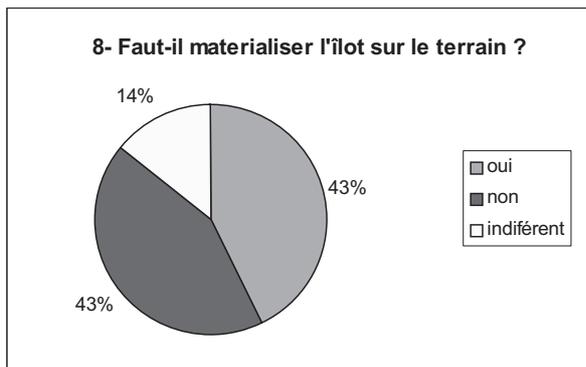
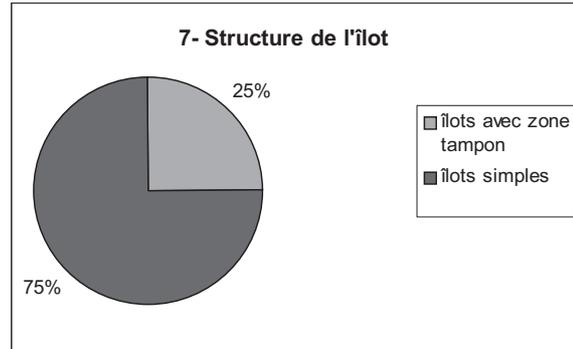
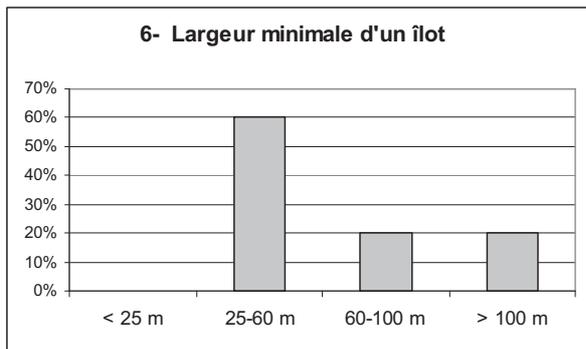
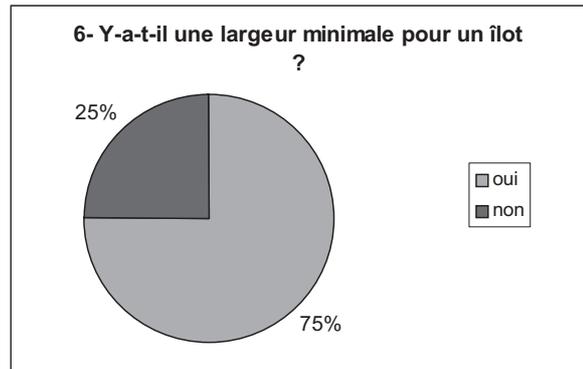
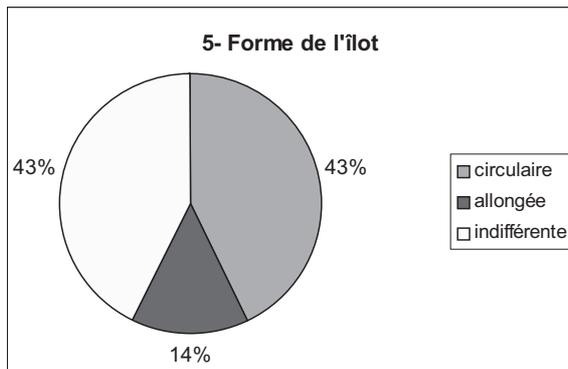
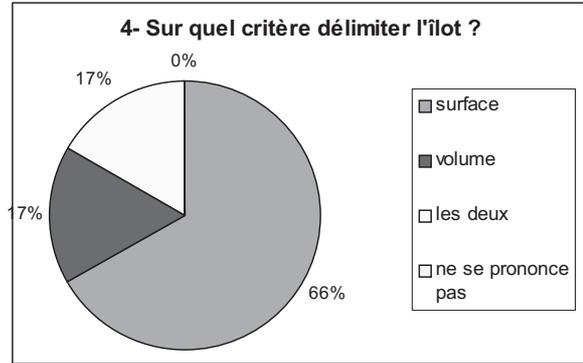
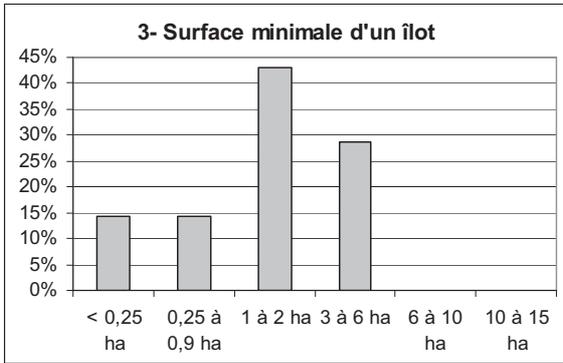


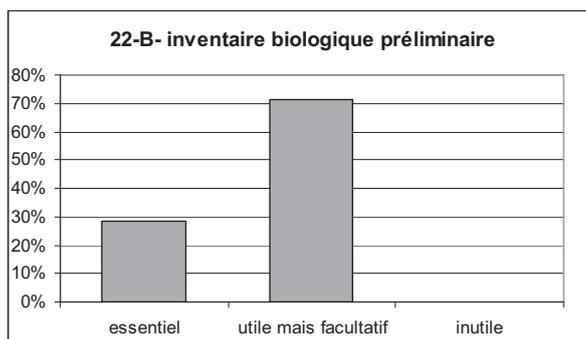
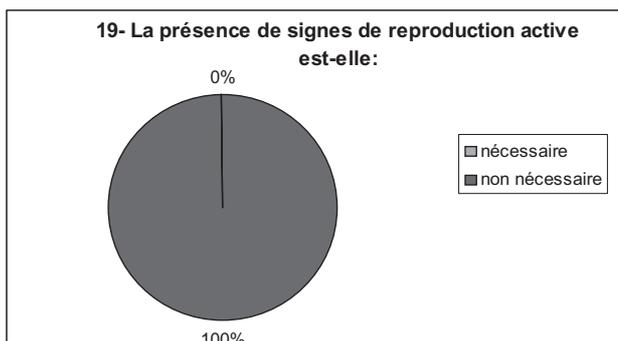
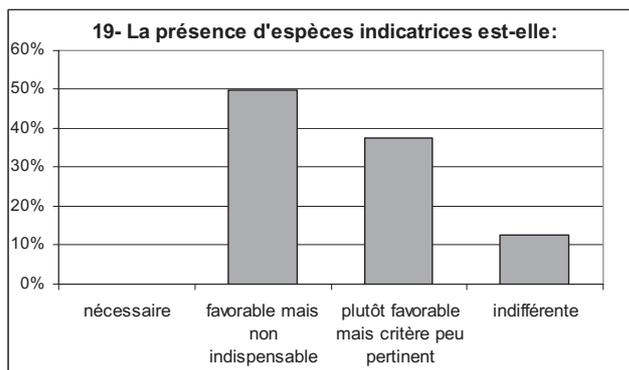
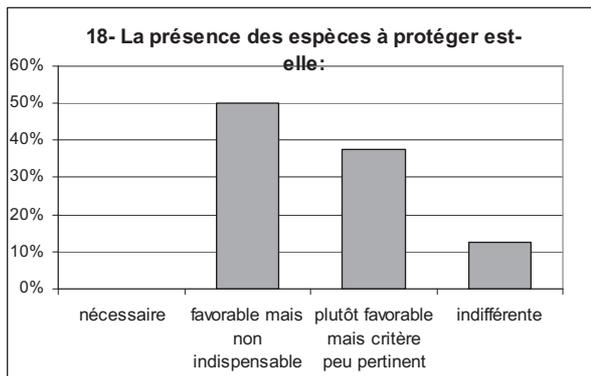
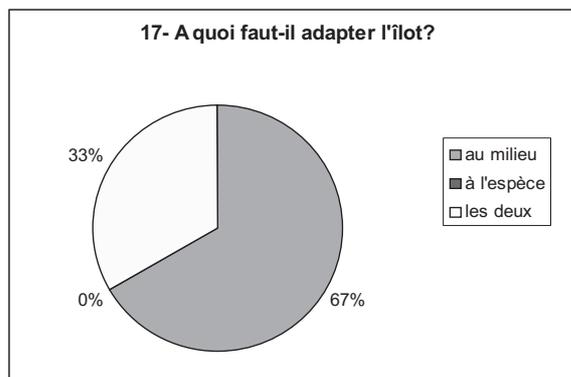
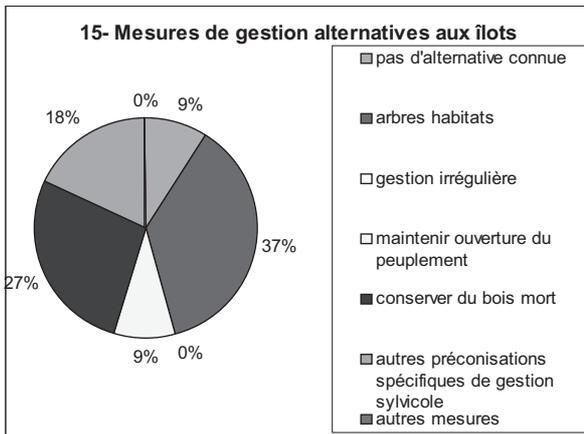
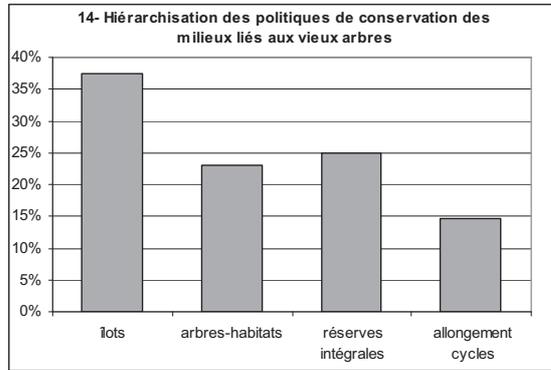
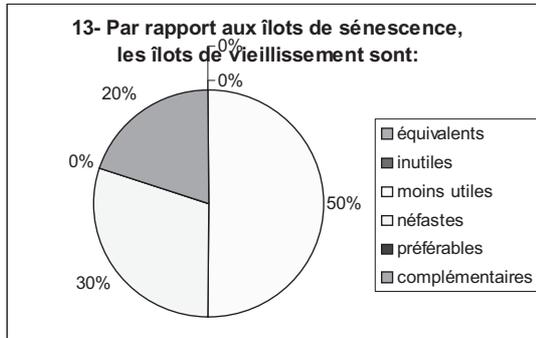
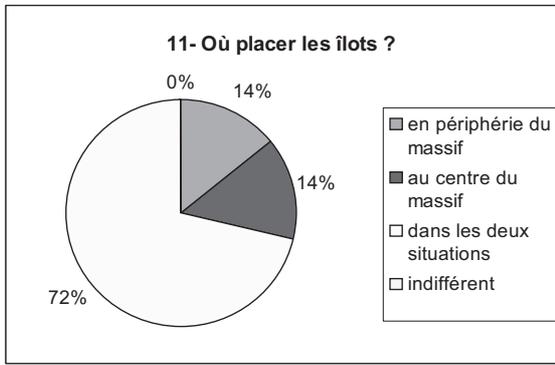


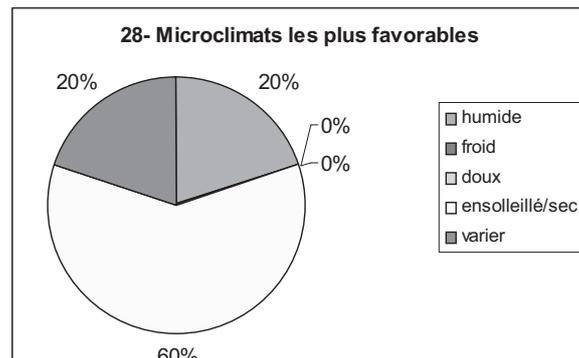
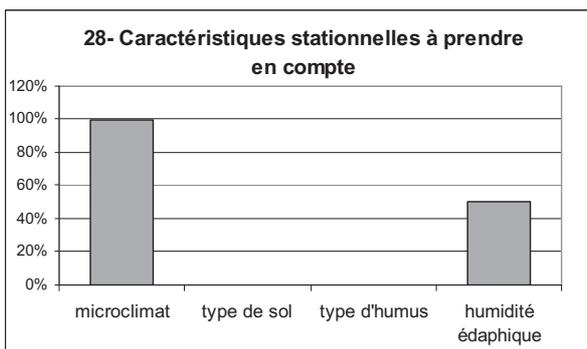
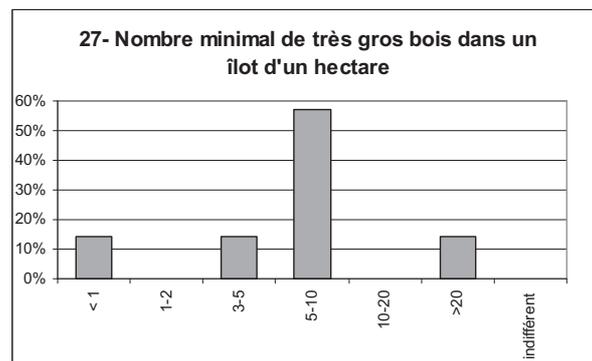
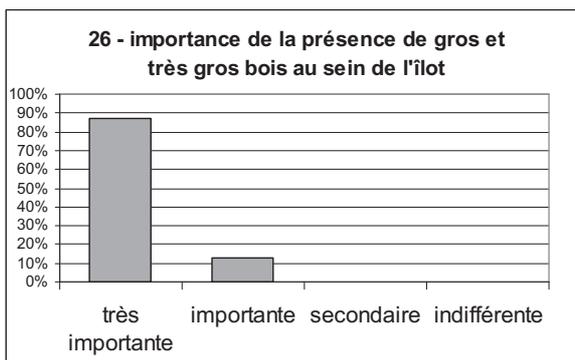
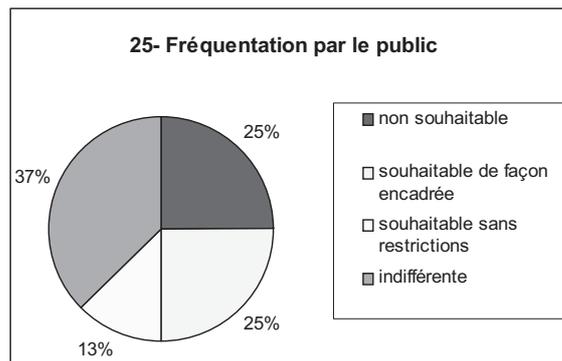
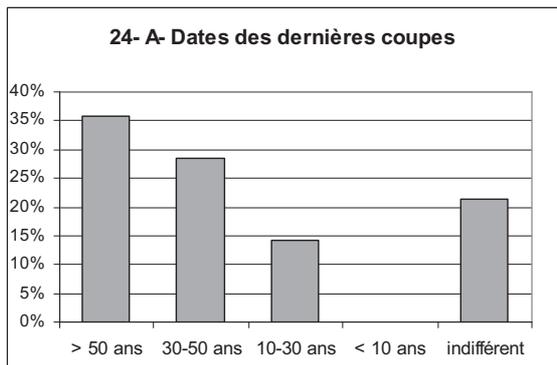
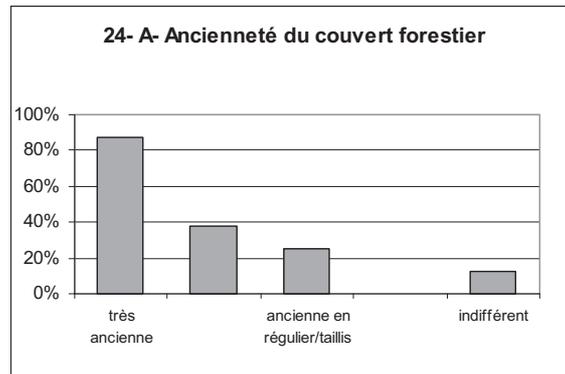
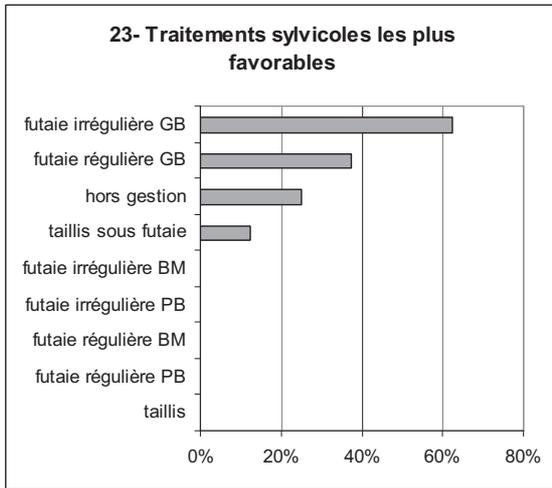
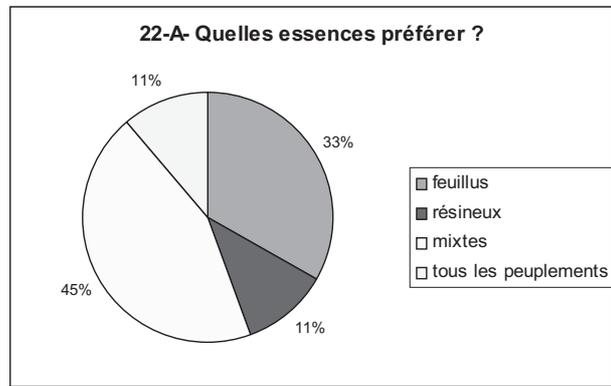
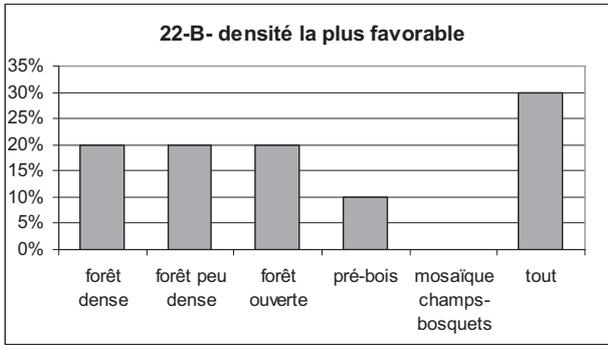


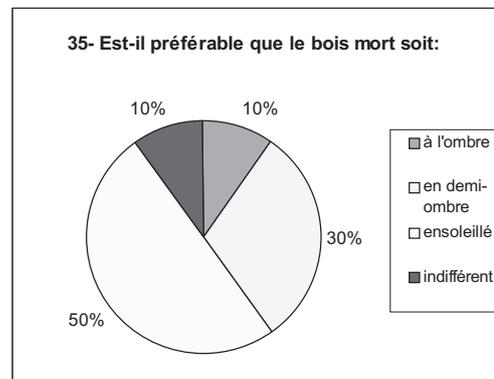
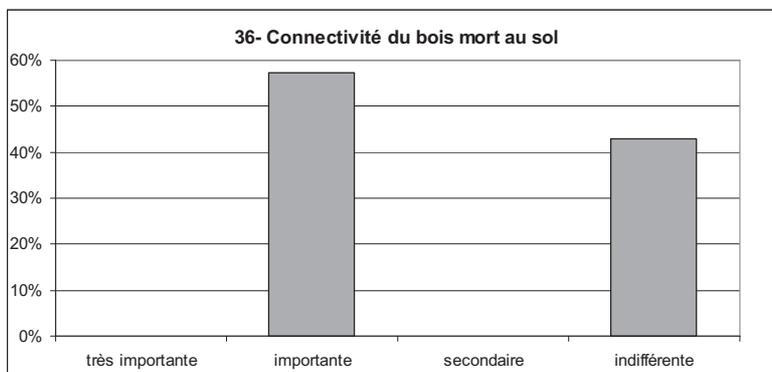
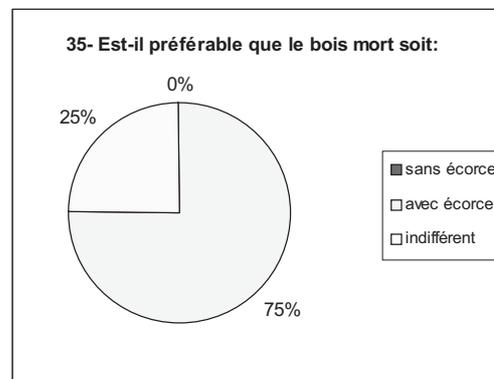
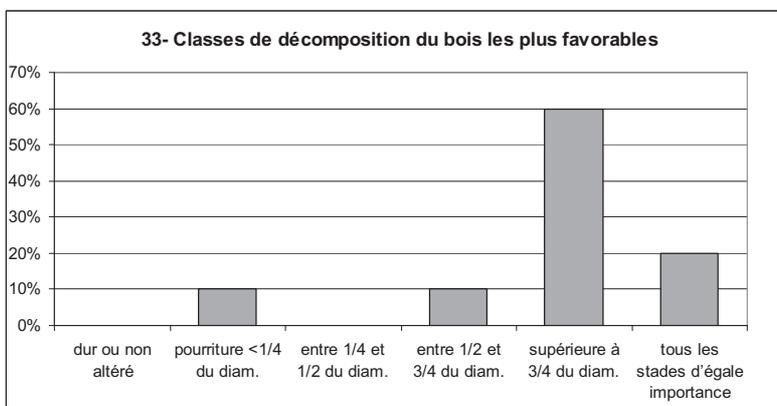
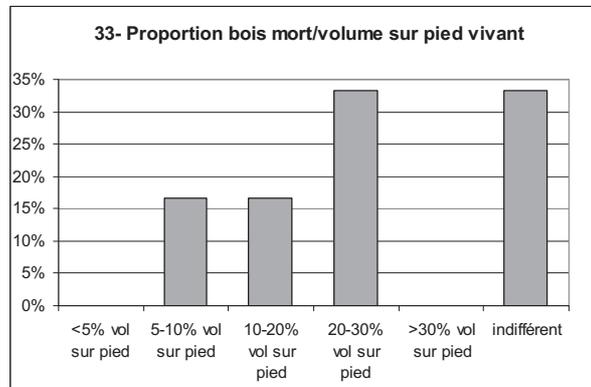
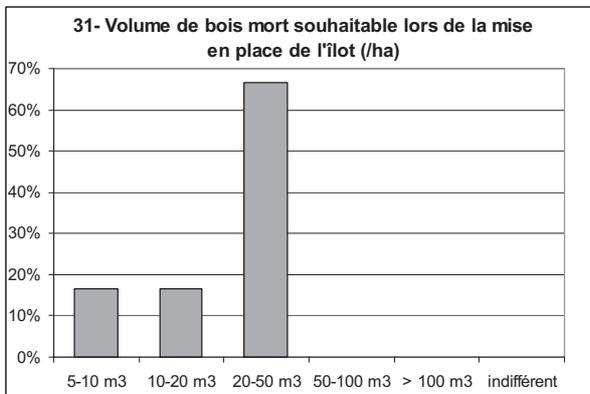
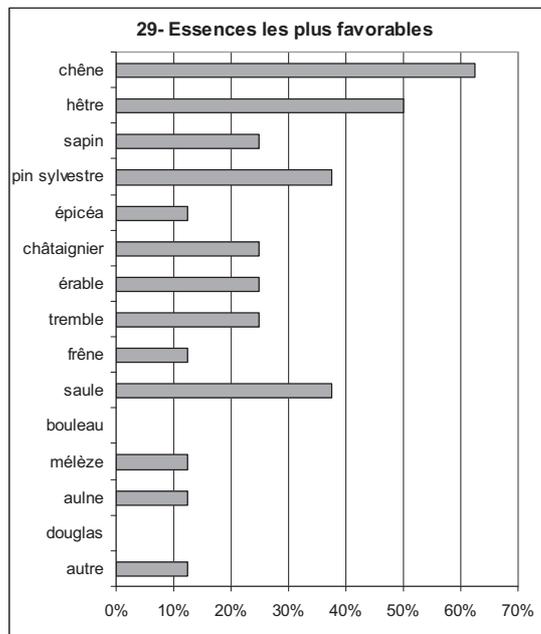
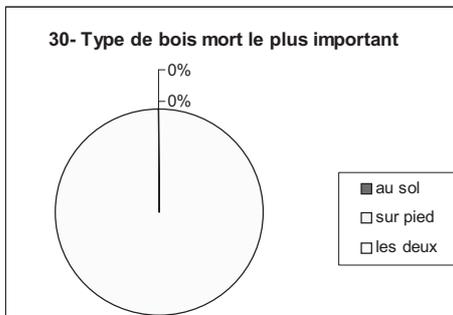
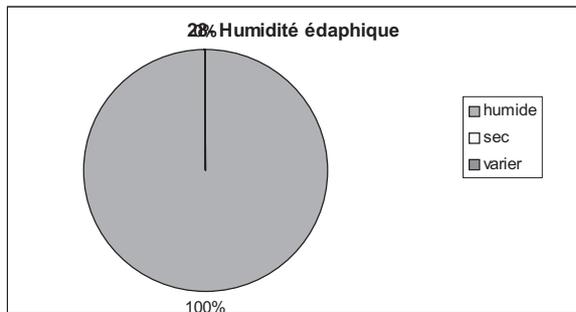


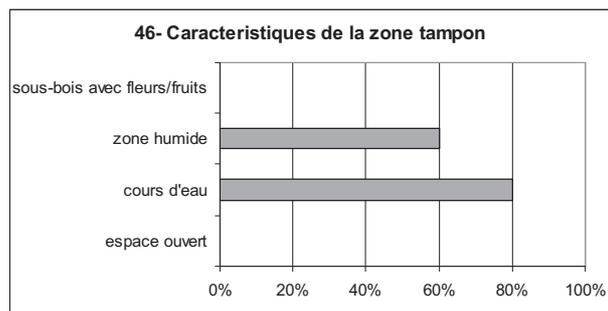
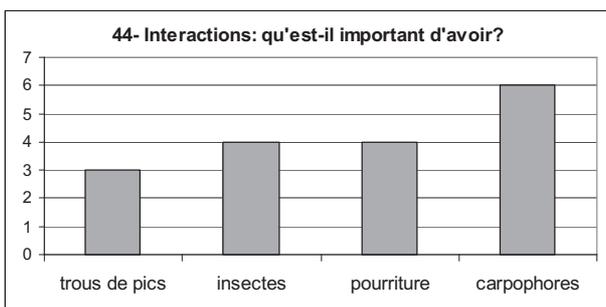
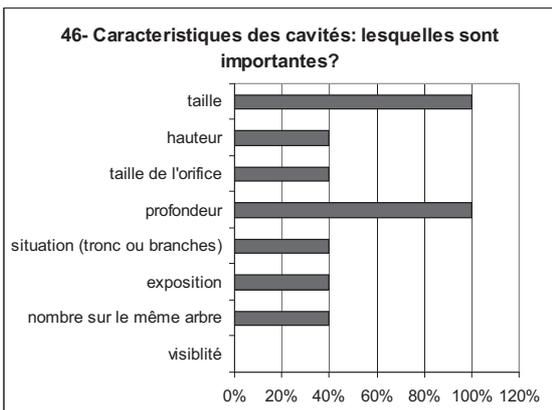
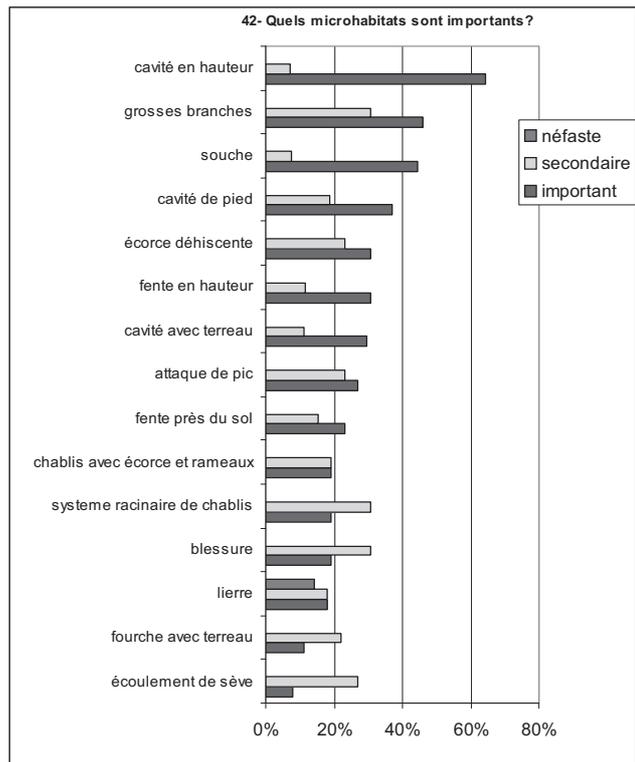
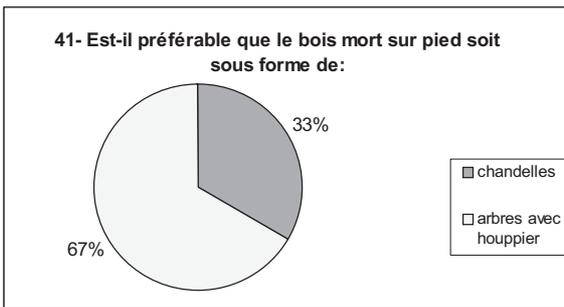
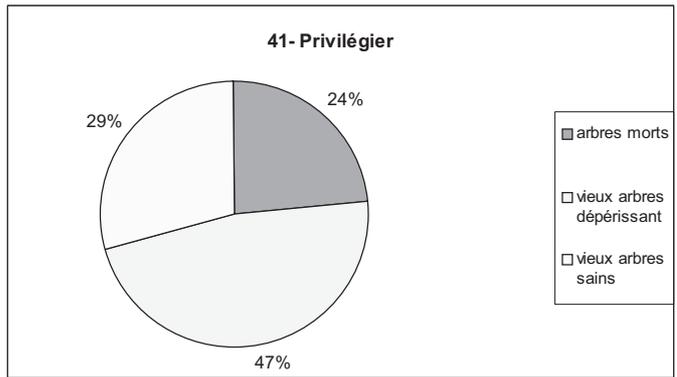
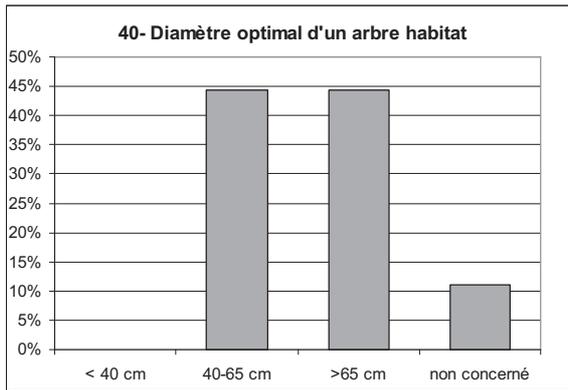
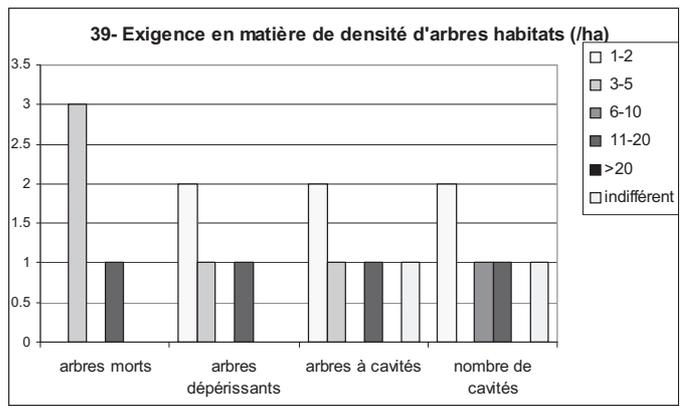
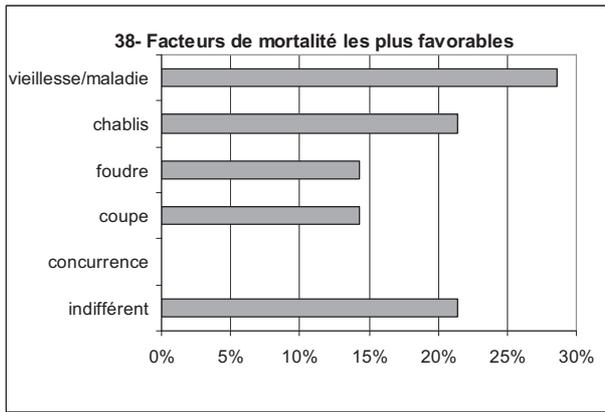
Annexe 3 : Résultats de l'enquête naturalistes : insectes saproxyliques

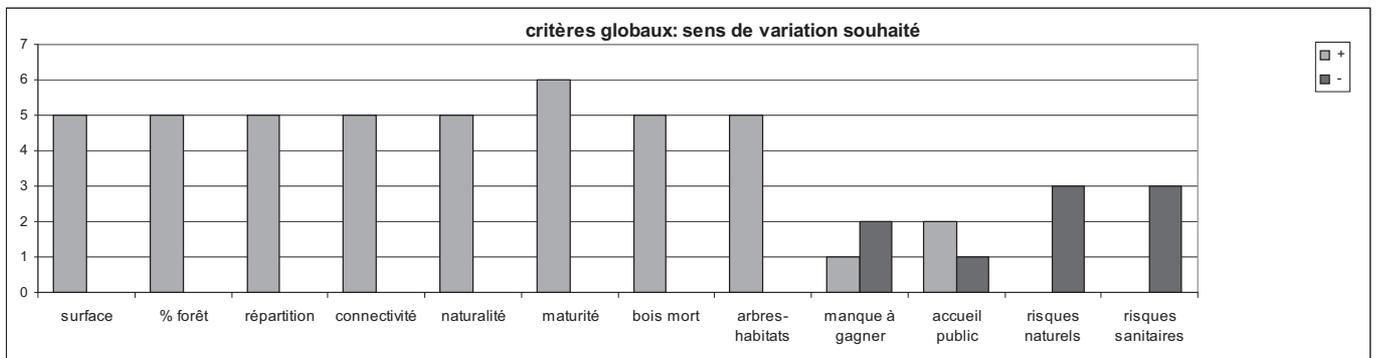
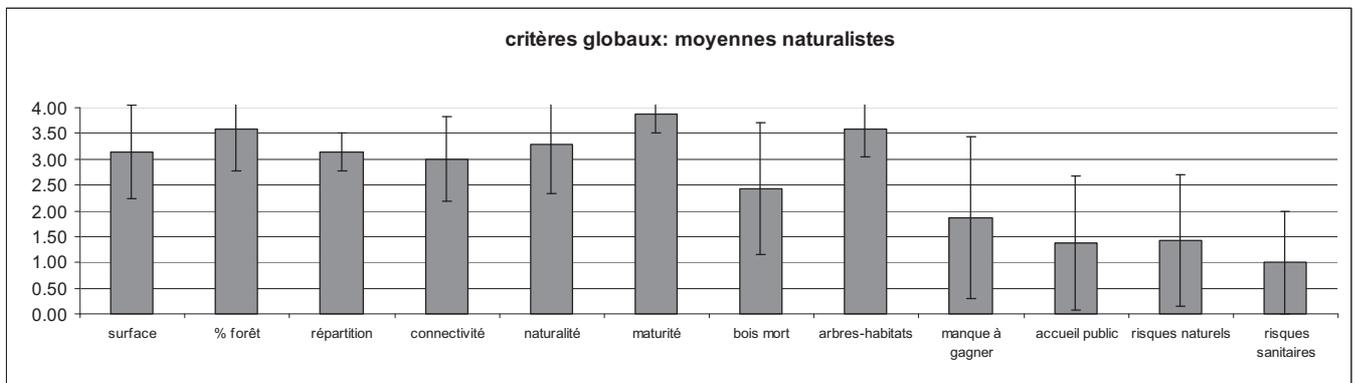
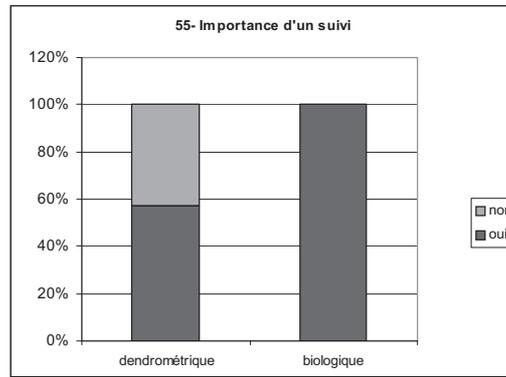
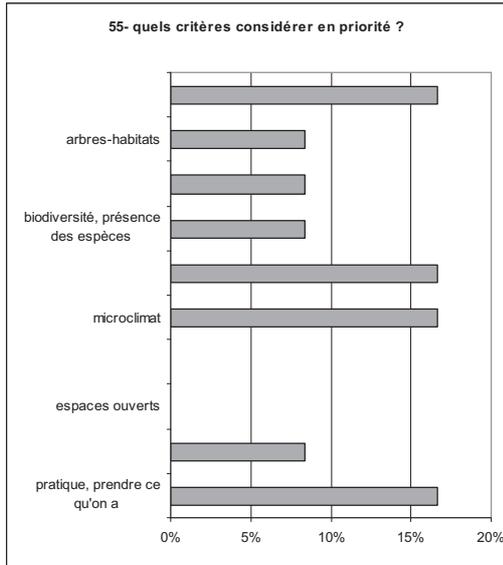
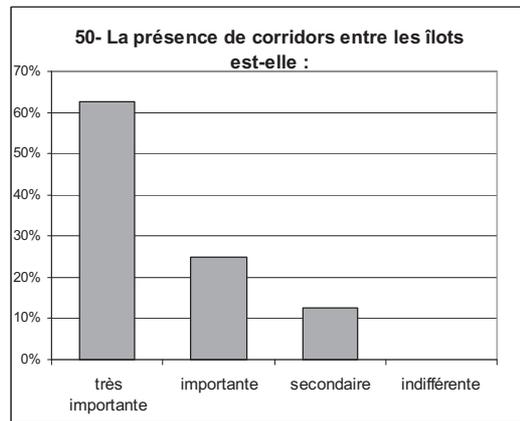
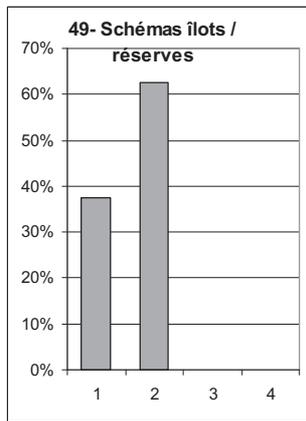
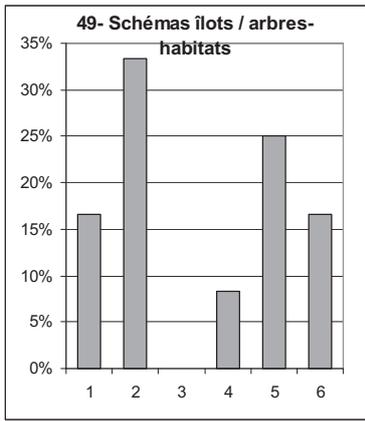




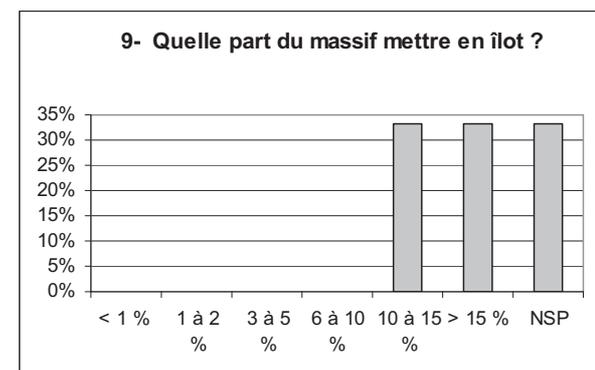
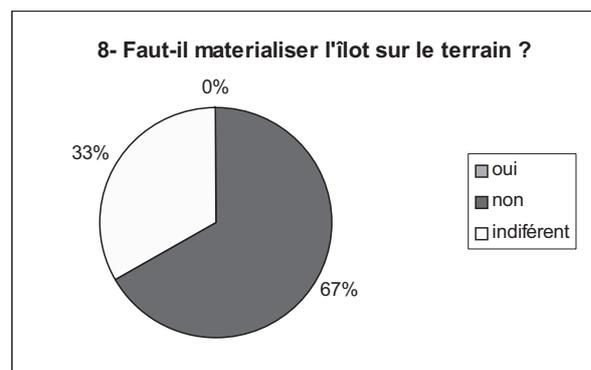
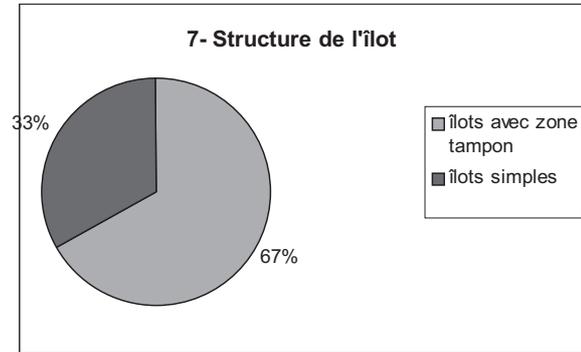
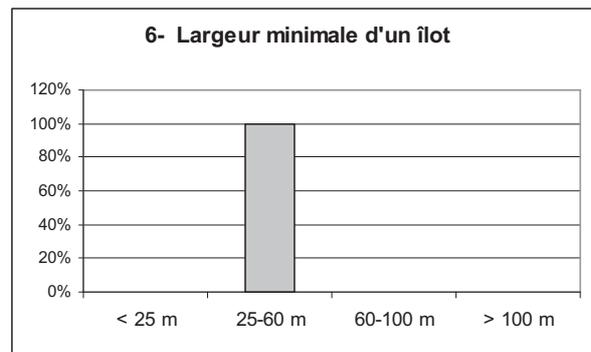
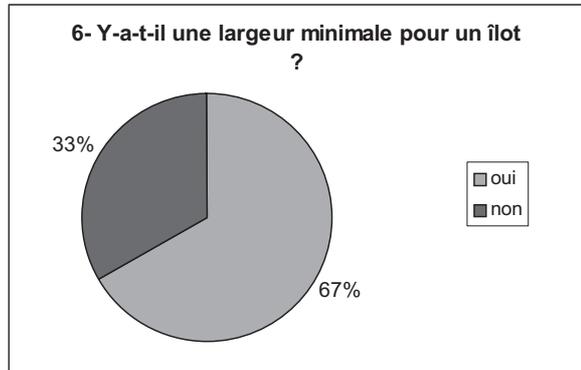
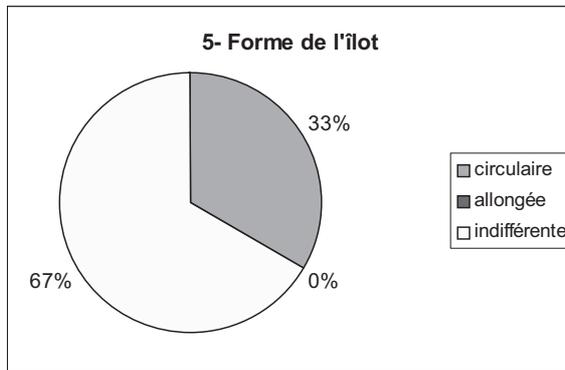
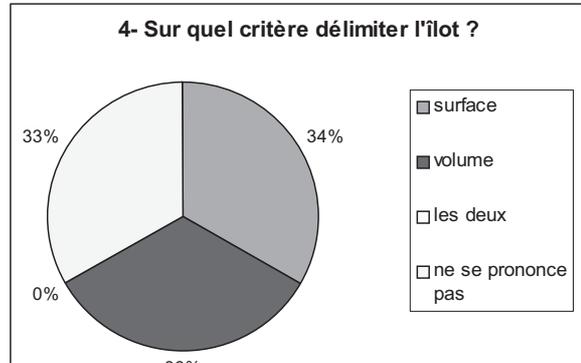
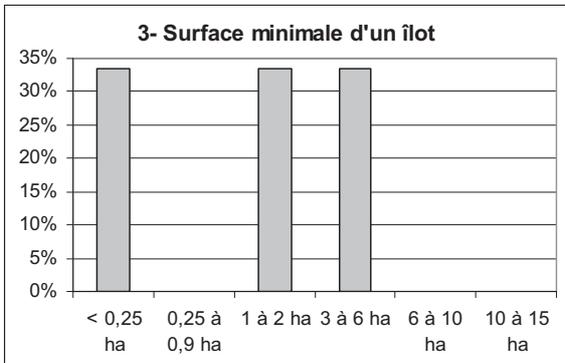


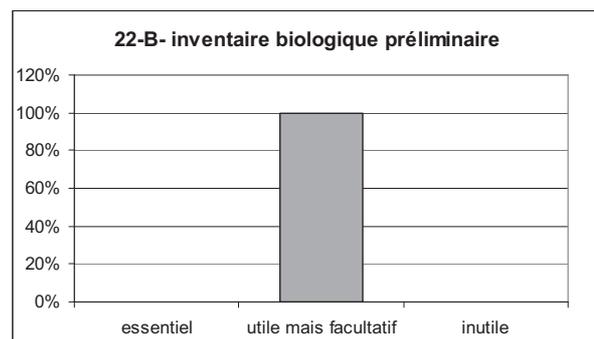
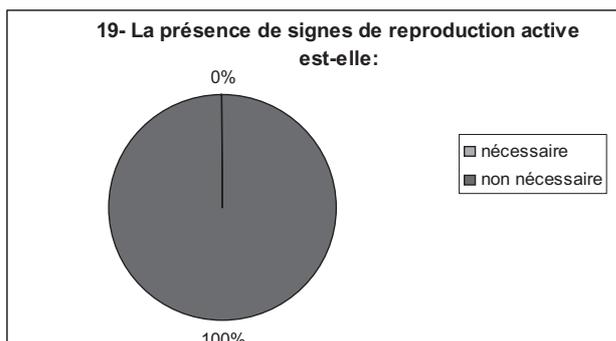
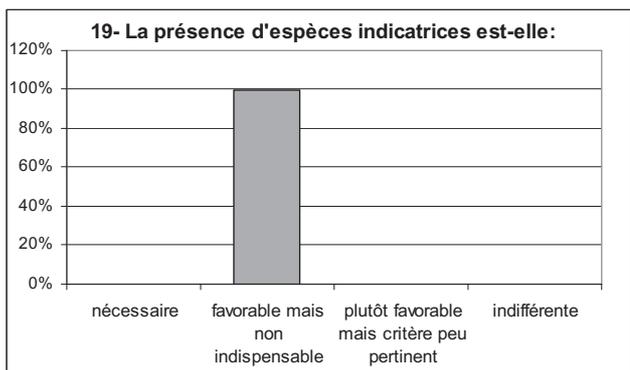
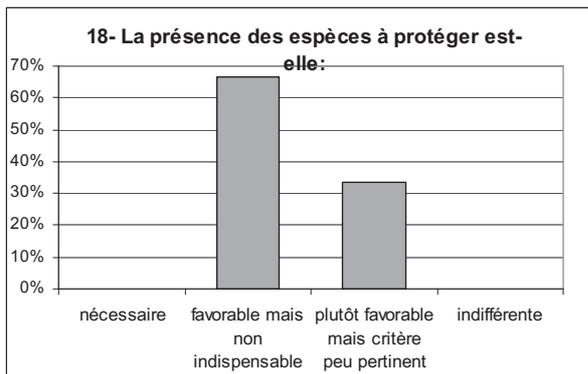
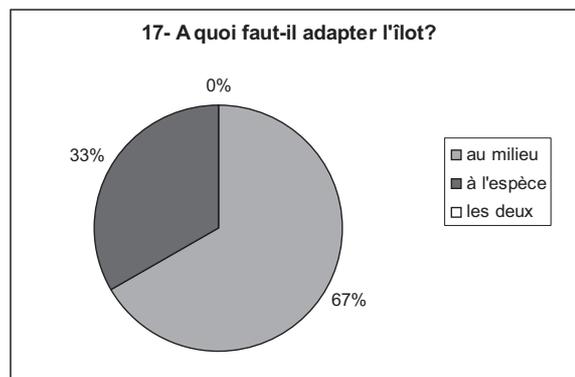
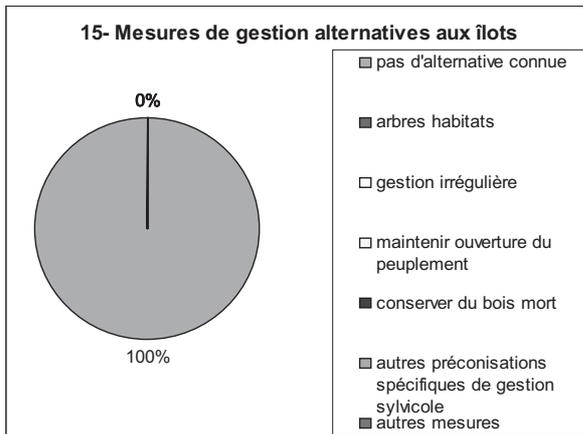
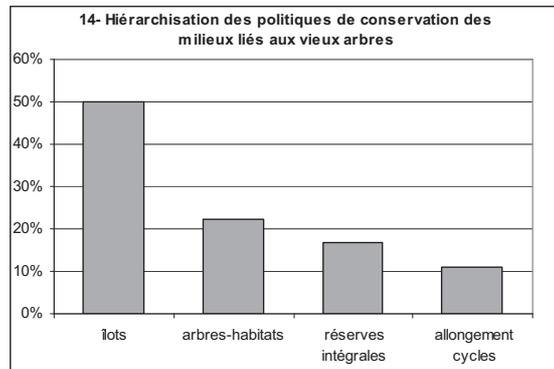
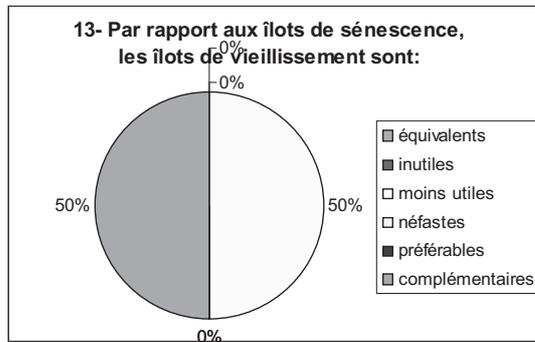
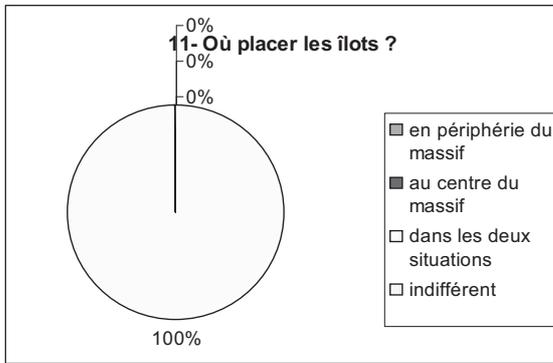


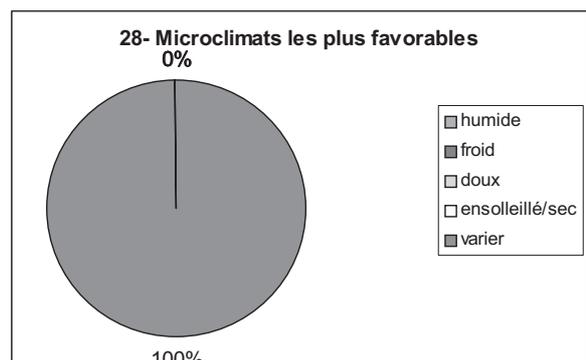
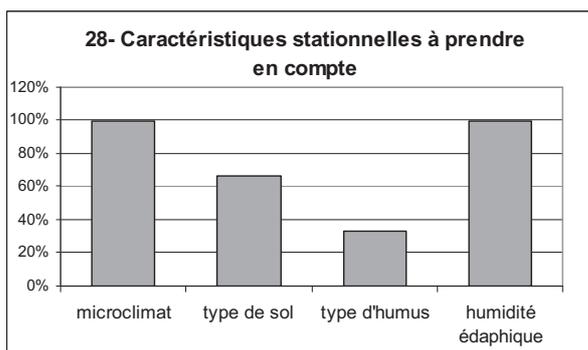
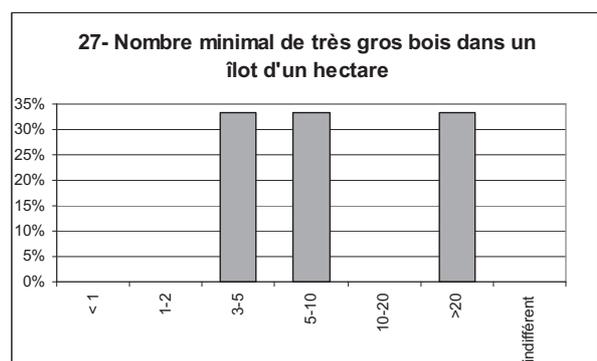
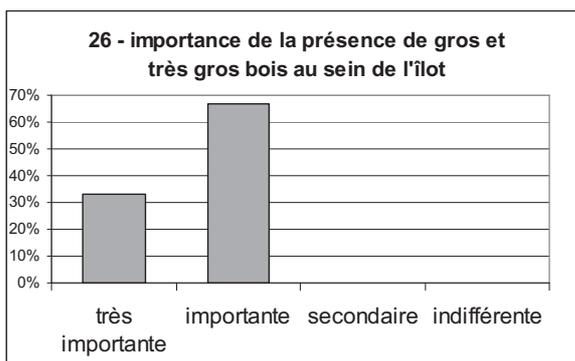
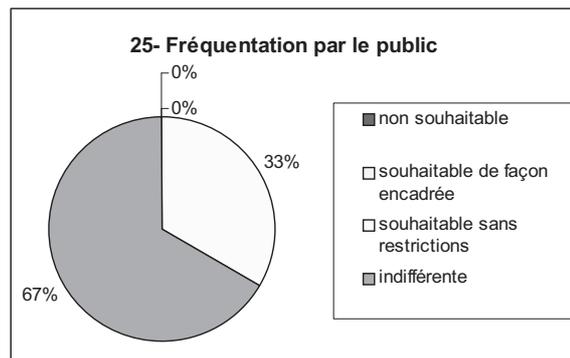
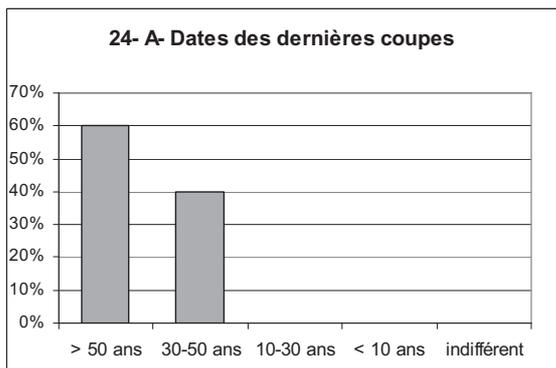
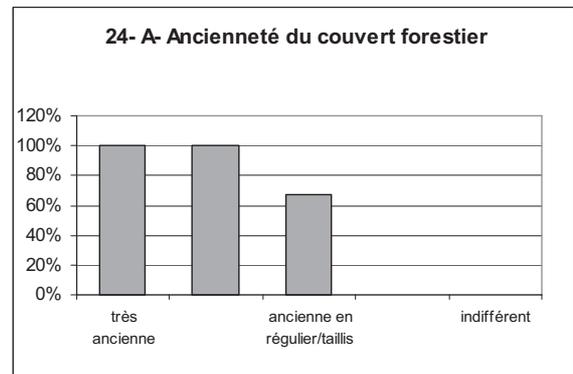
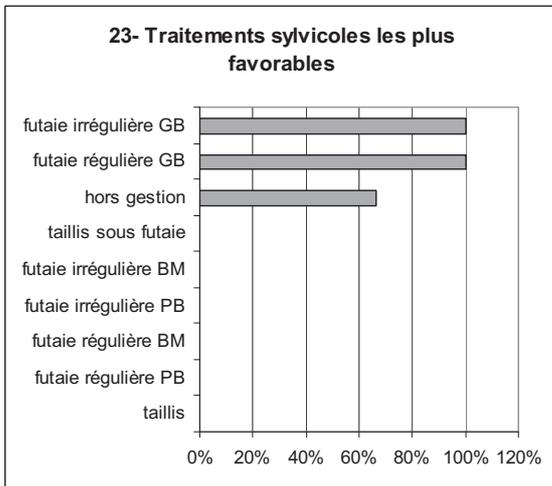
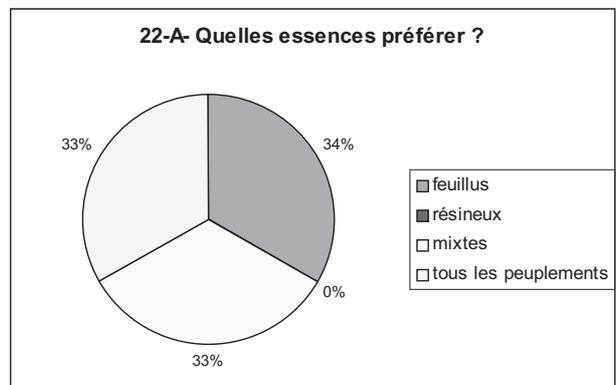
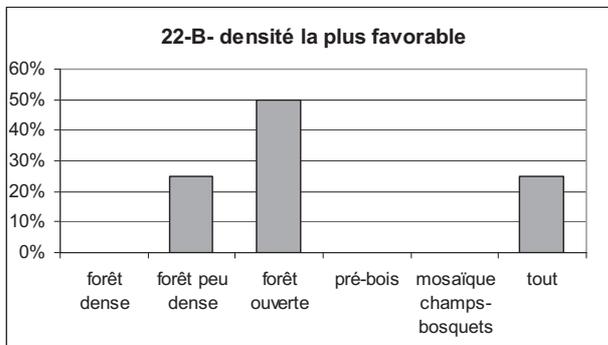


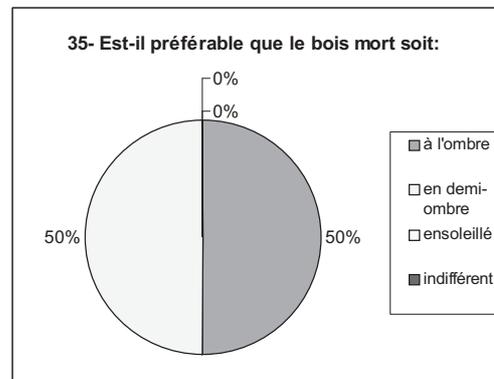
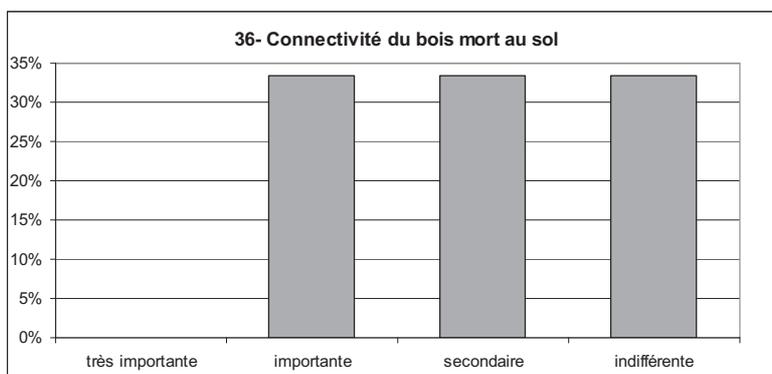
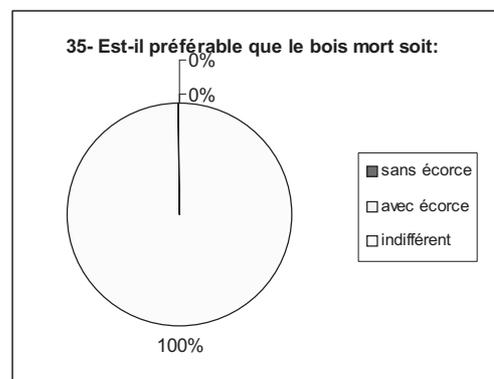
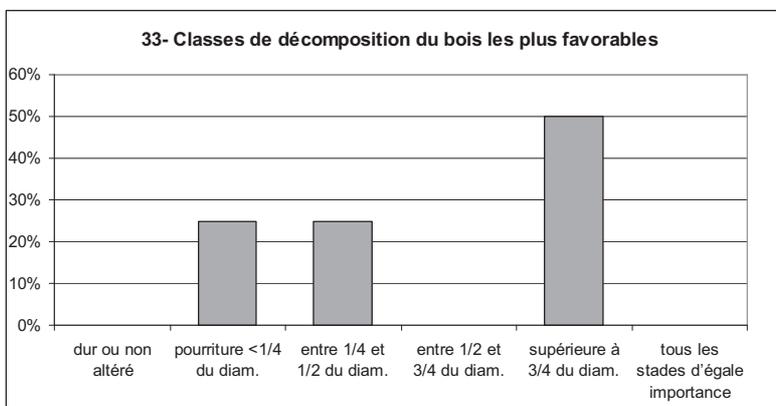
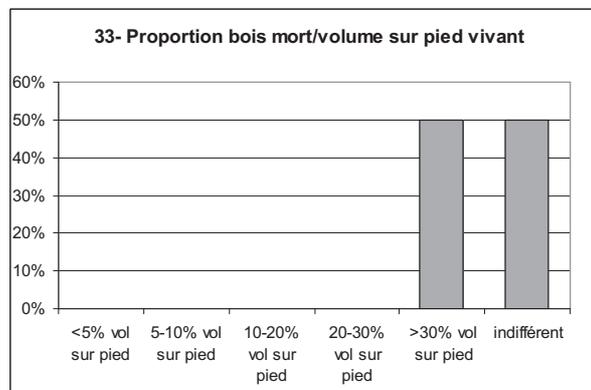
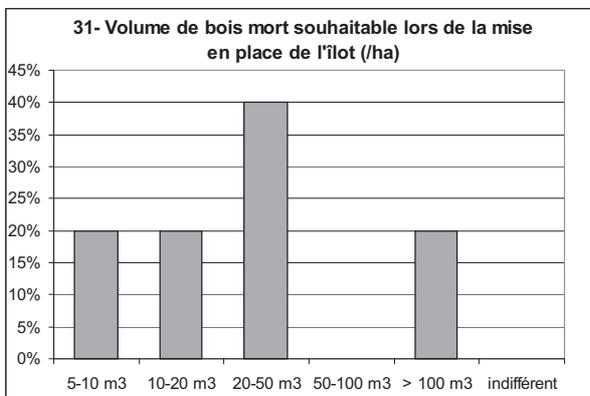
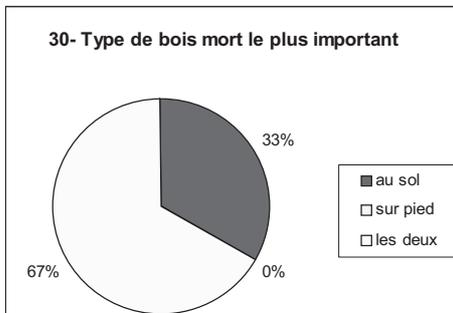
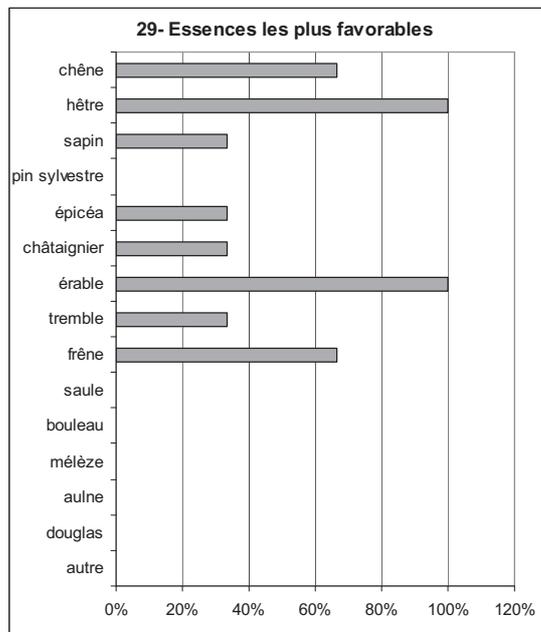
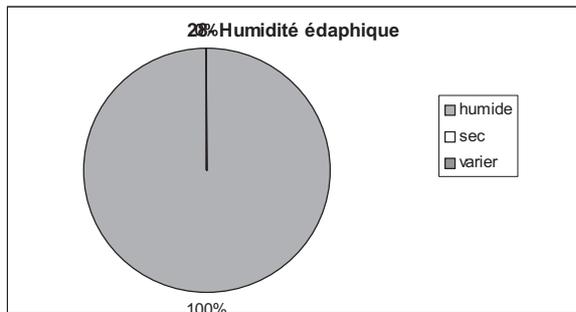


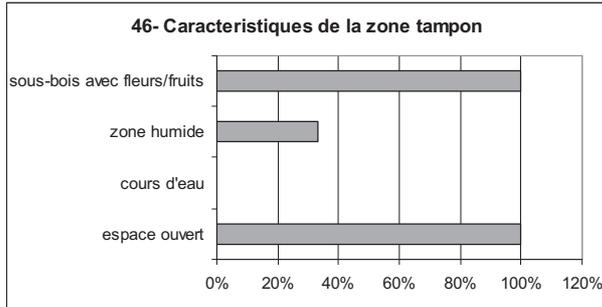
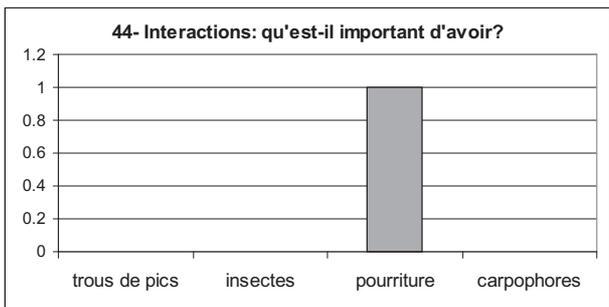
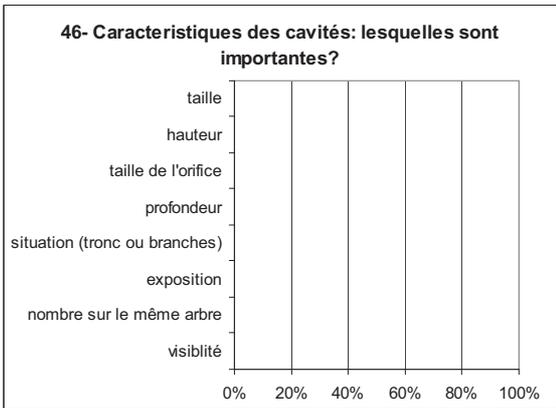
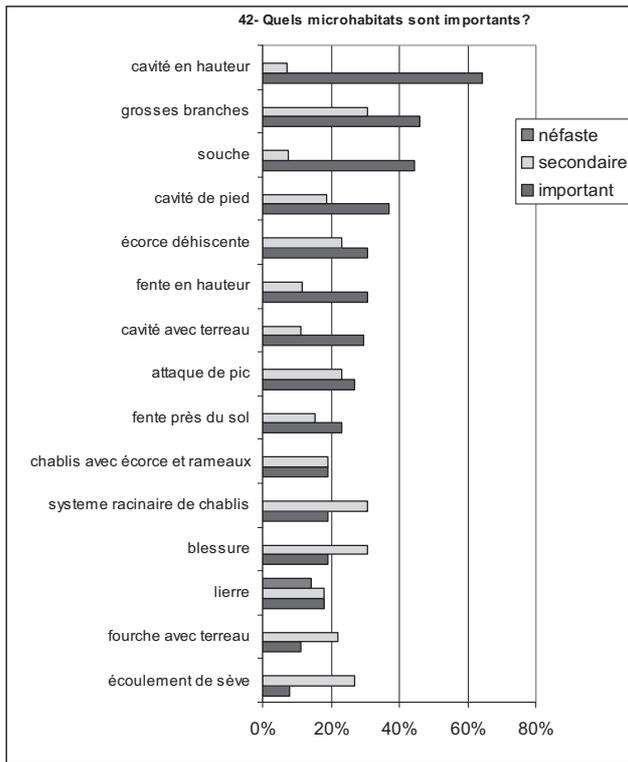
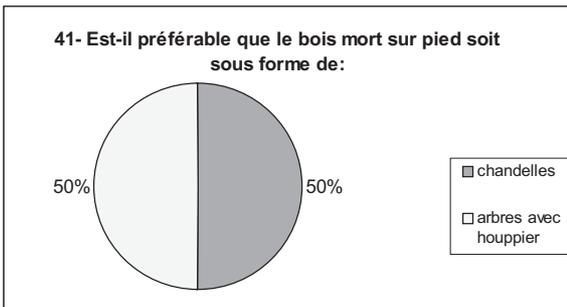
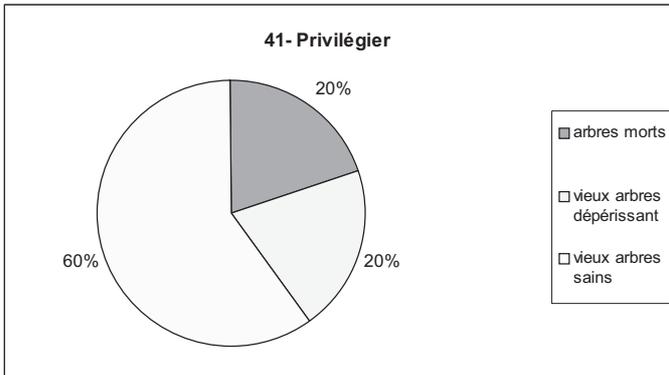
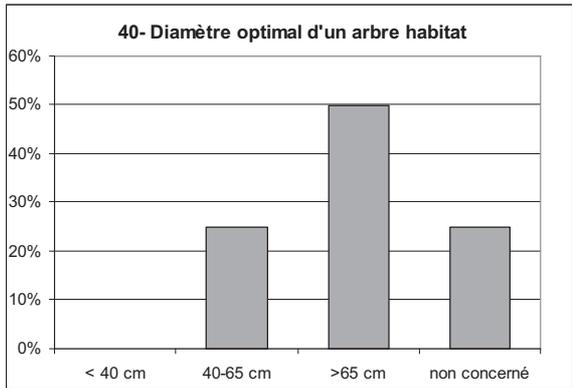
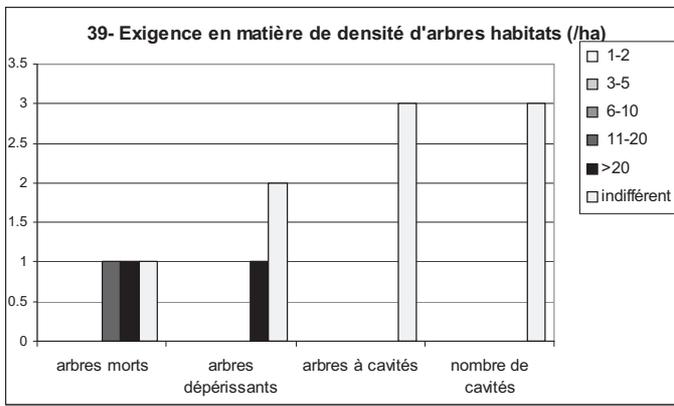
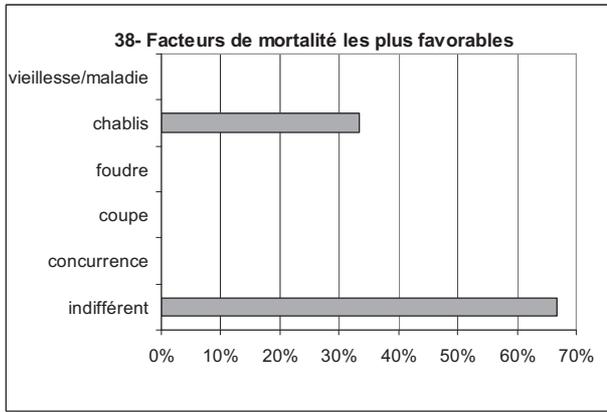
Annexe 4 : Résultats de l'enquête naturalistes : bryophytes

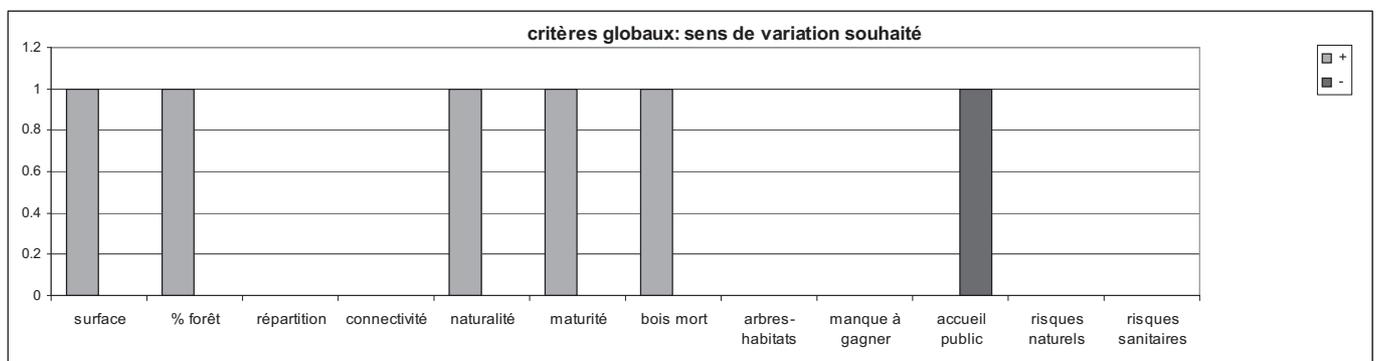
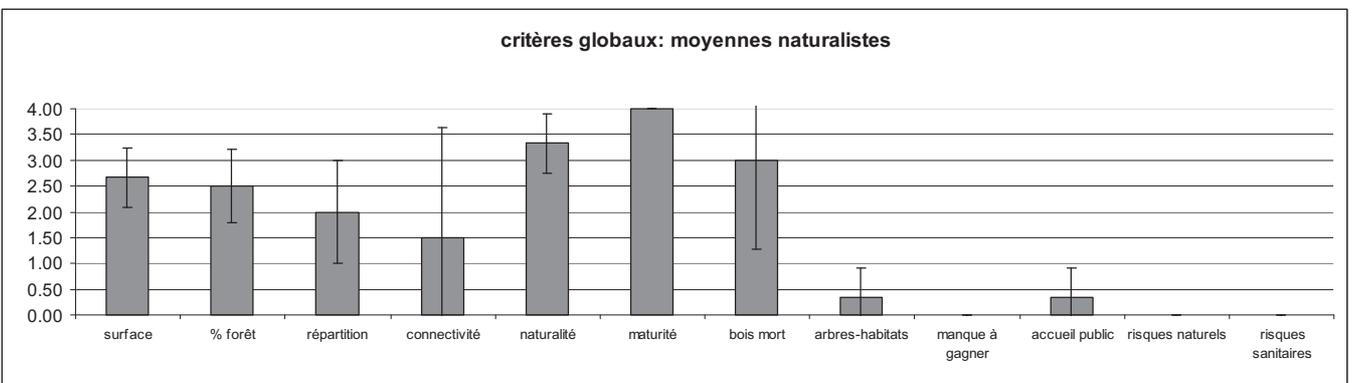
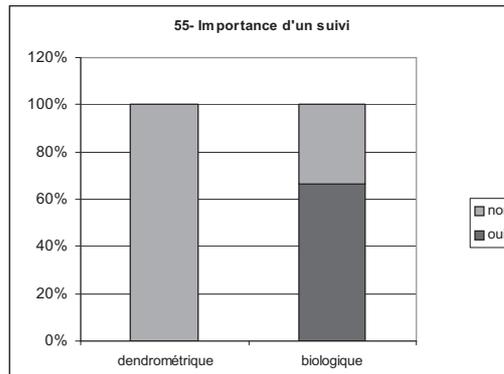
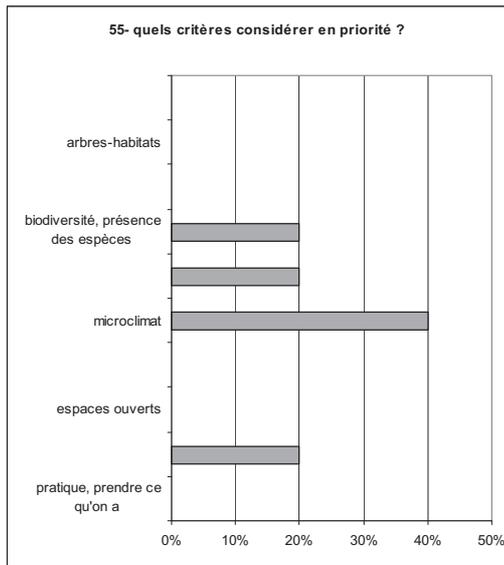
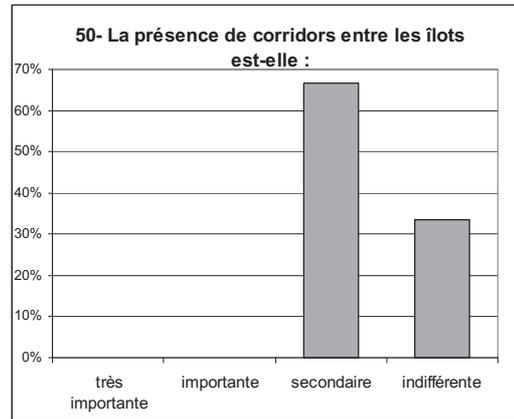
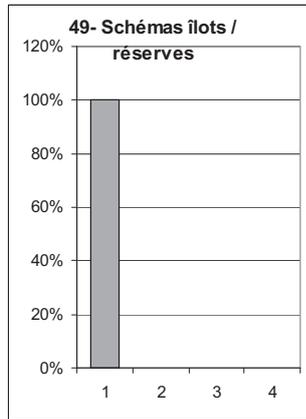
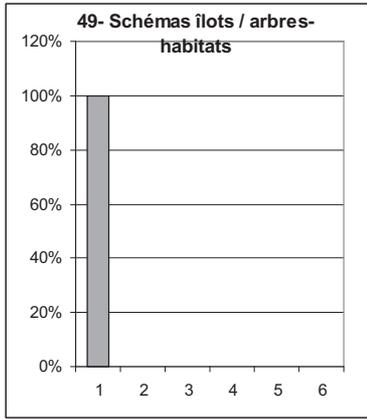




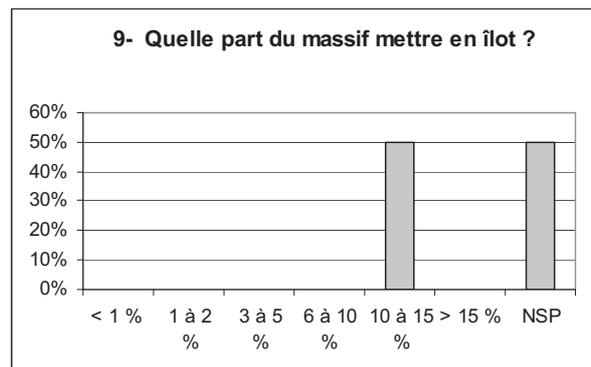
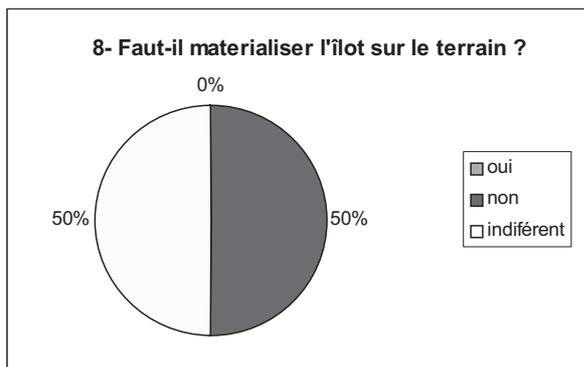
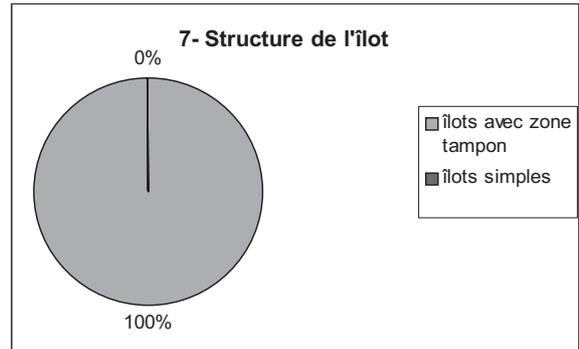
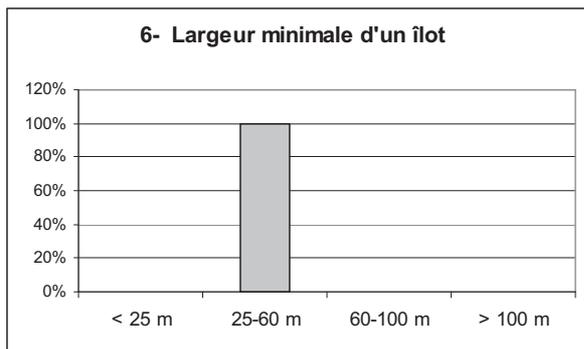
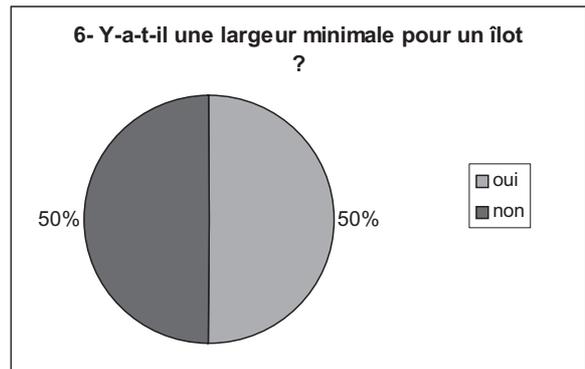
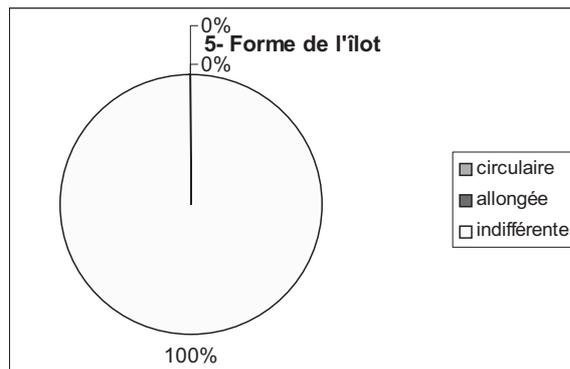
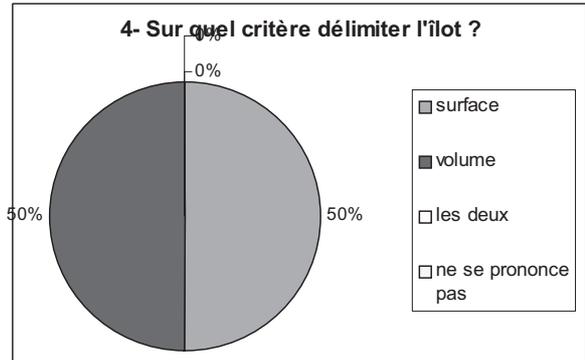
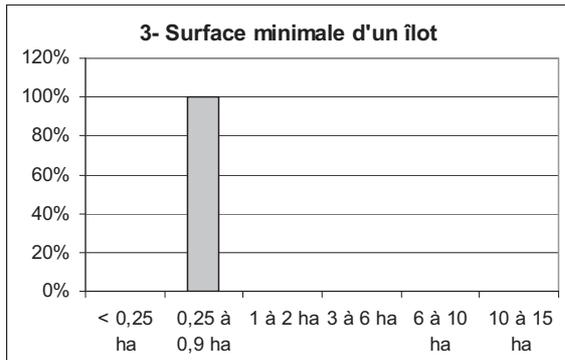


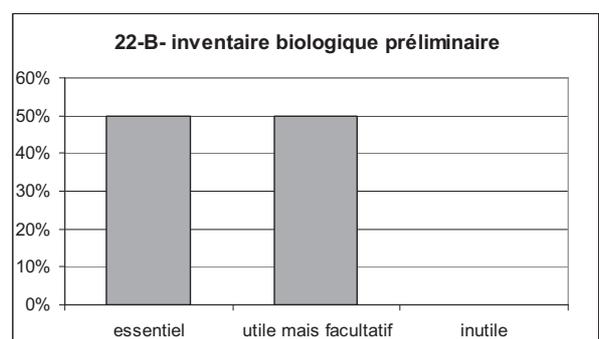
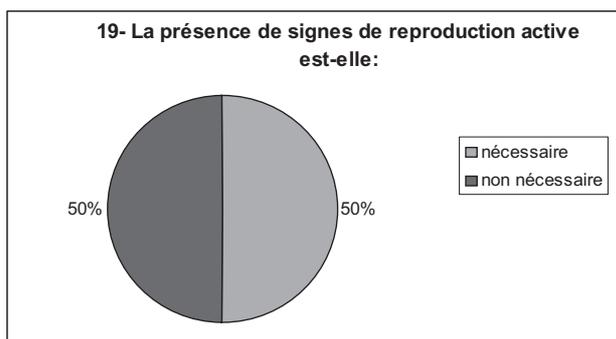
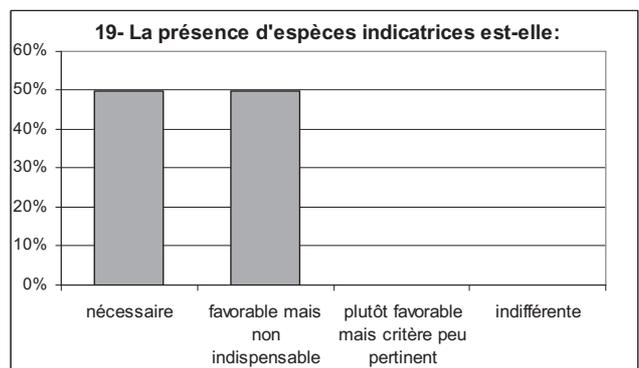
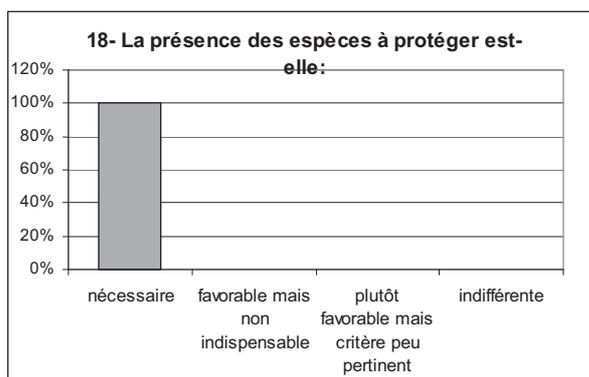
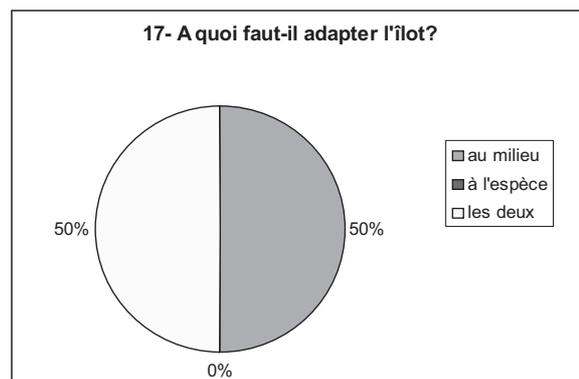
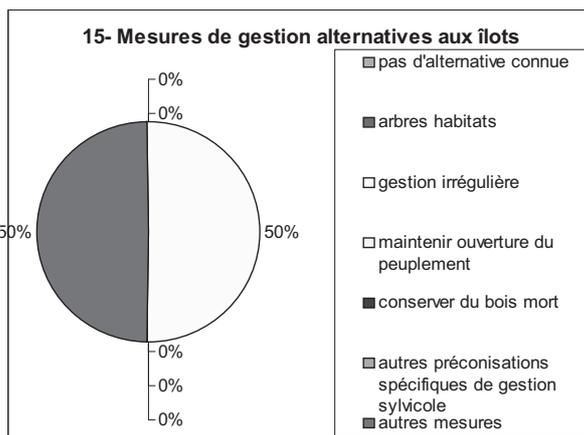
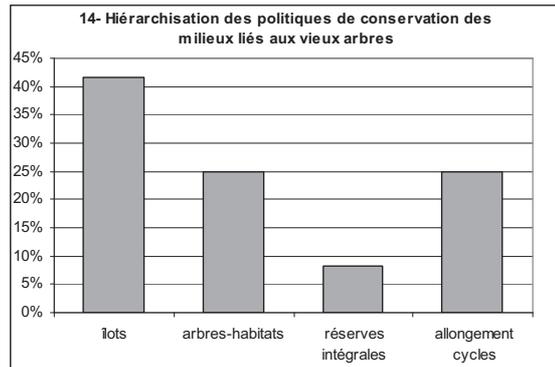
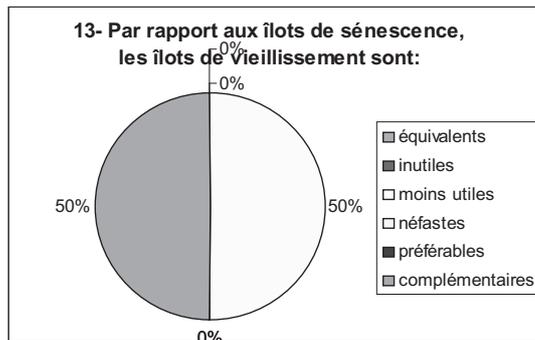
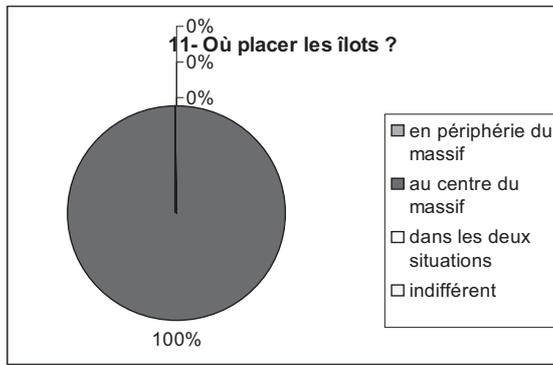


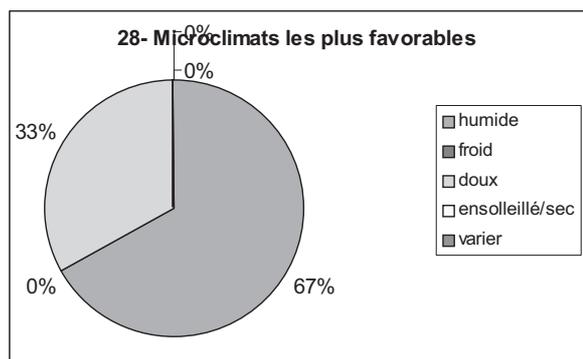
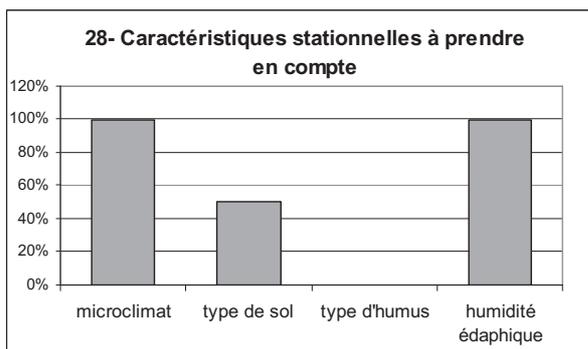
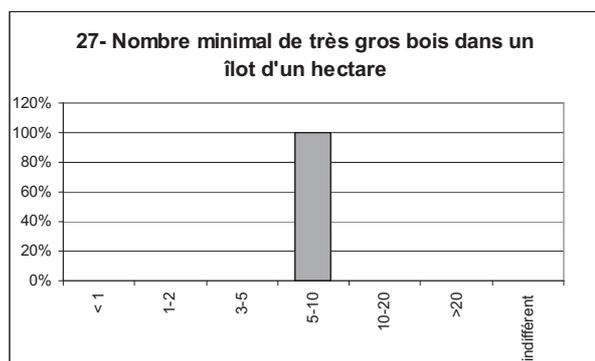
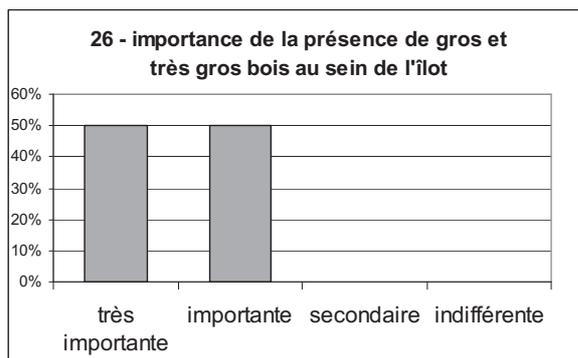
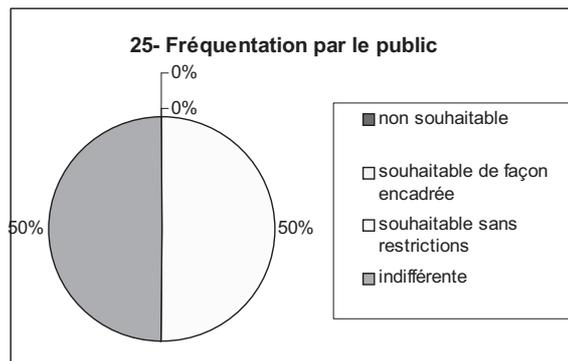
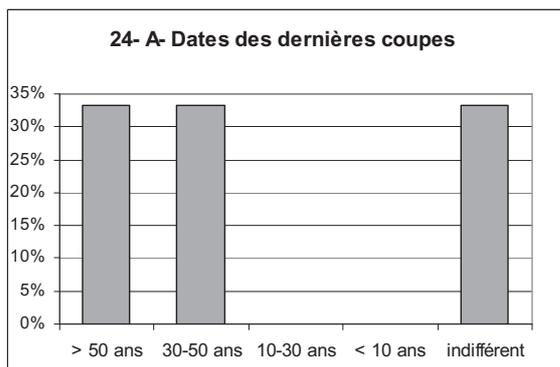
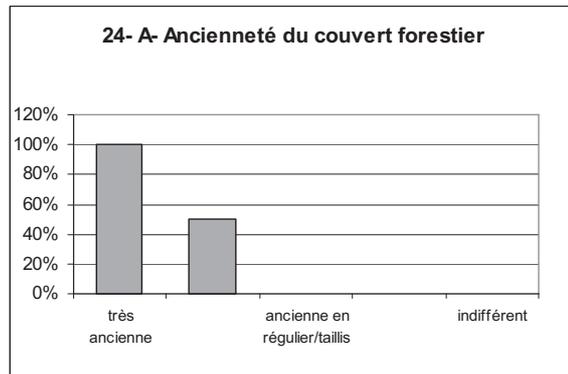
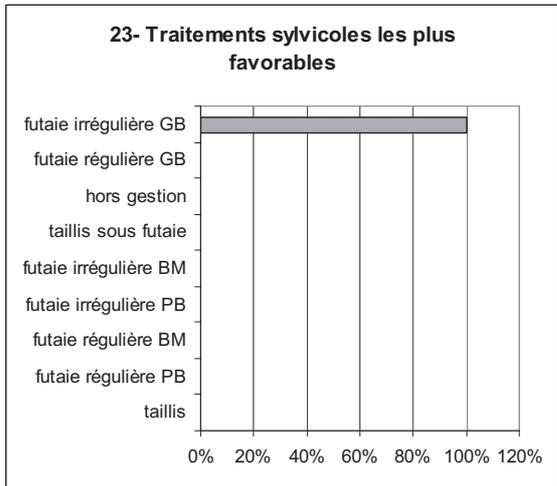
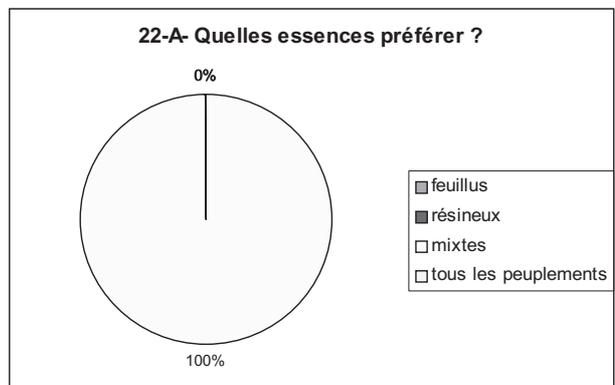
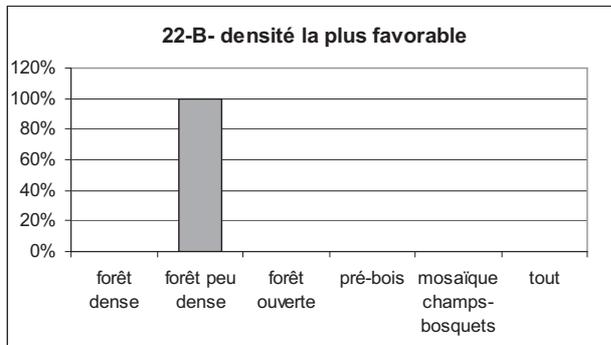


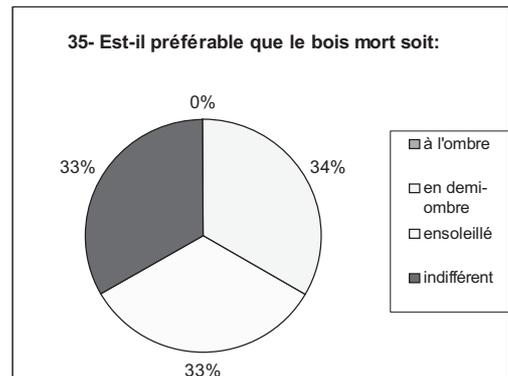
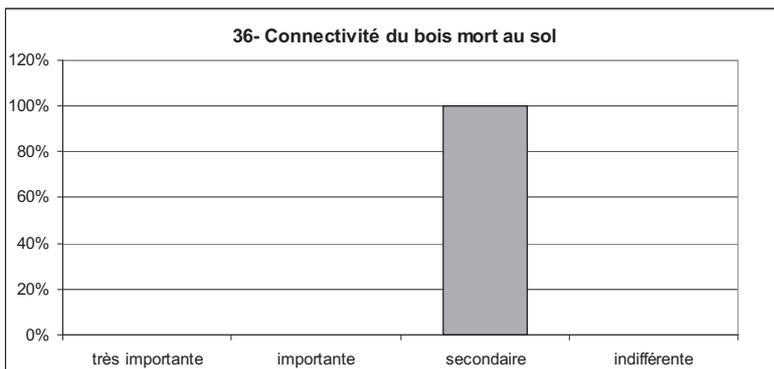
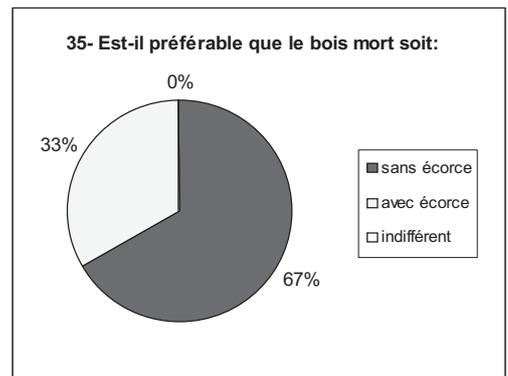
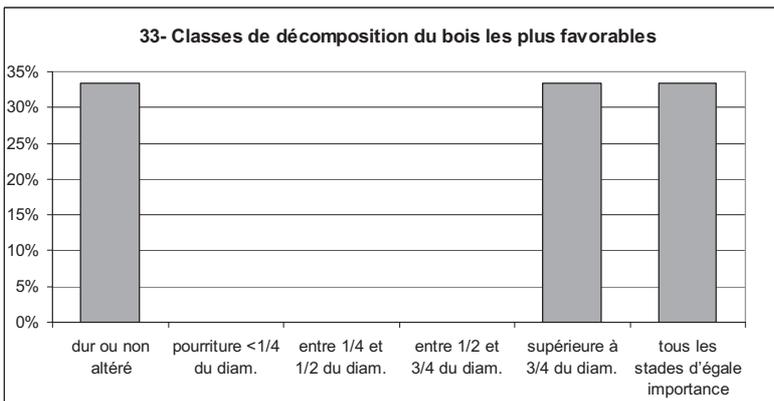
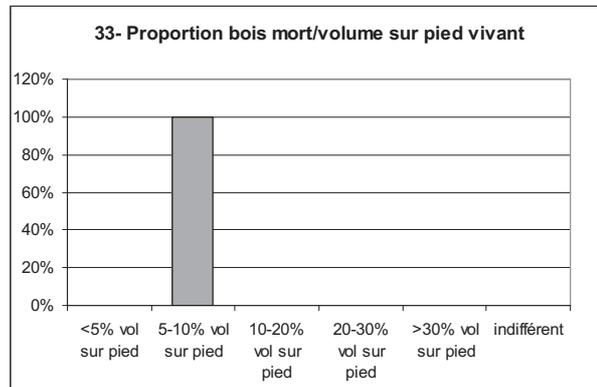
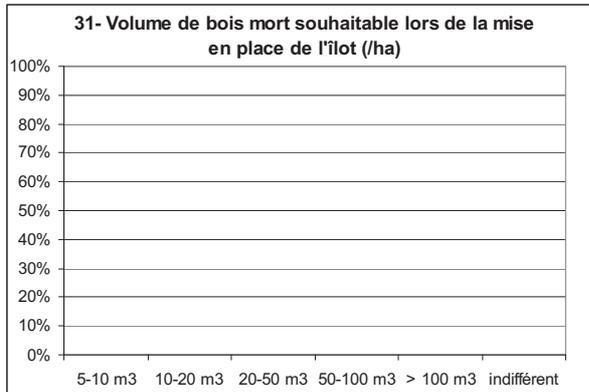
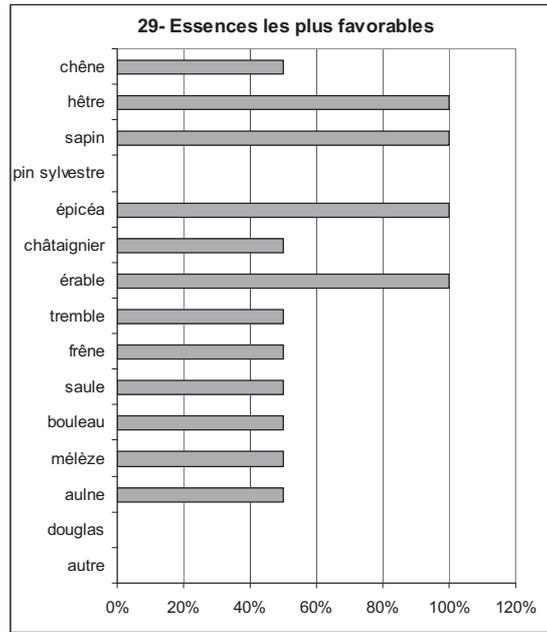
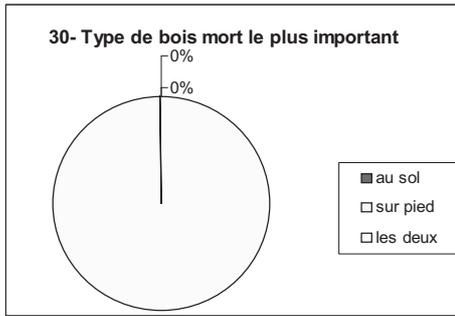
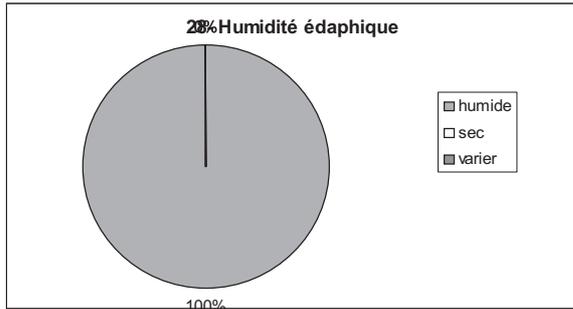


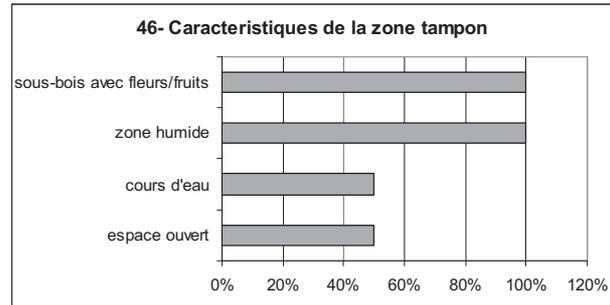
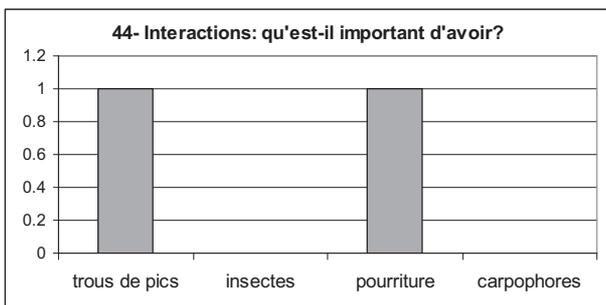
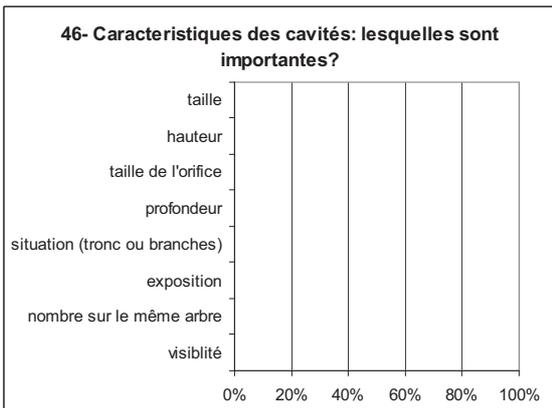
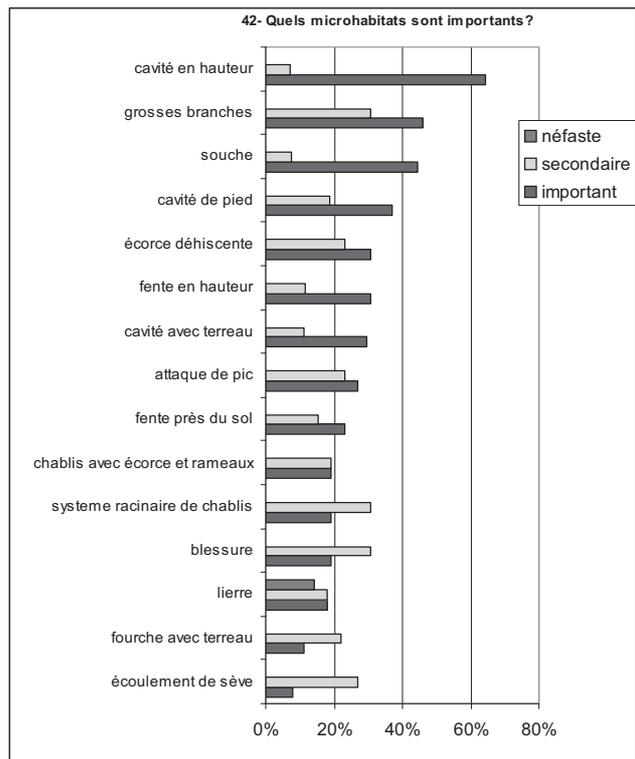
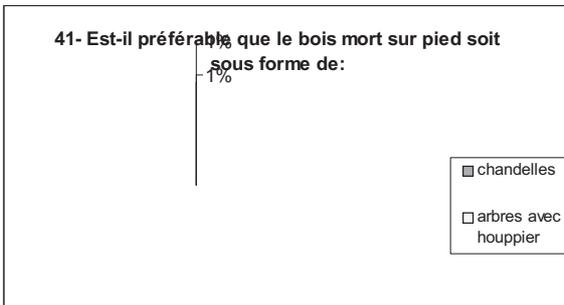
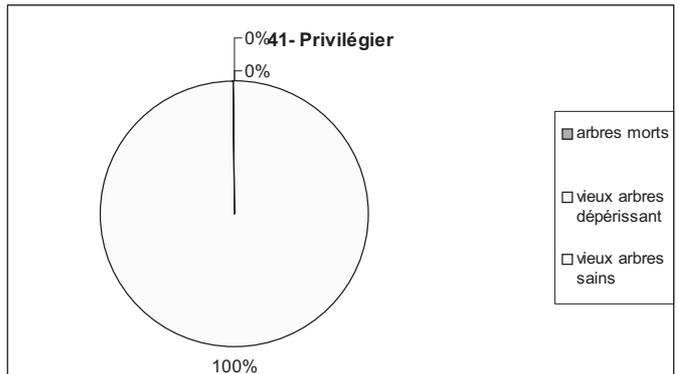
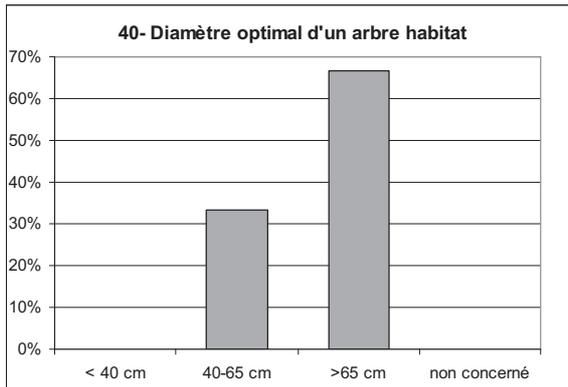
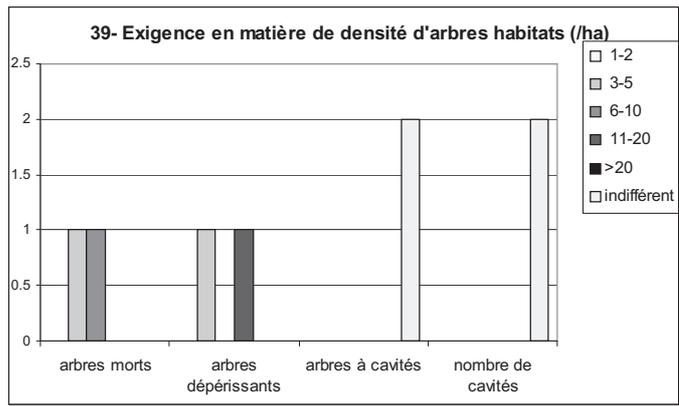
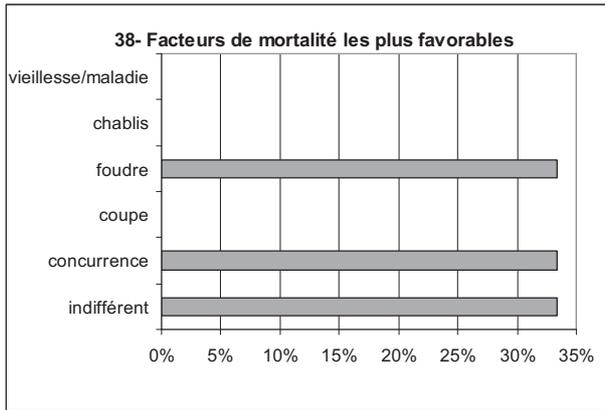
Annexe 5 : Résultats de l'enquête naturalistes : lichens

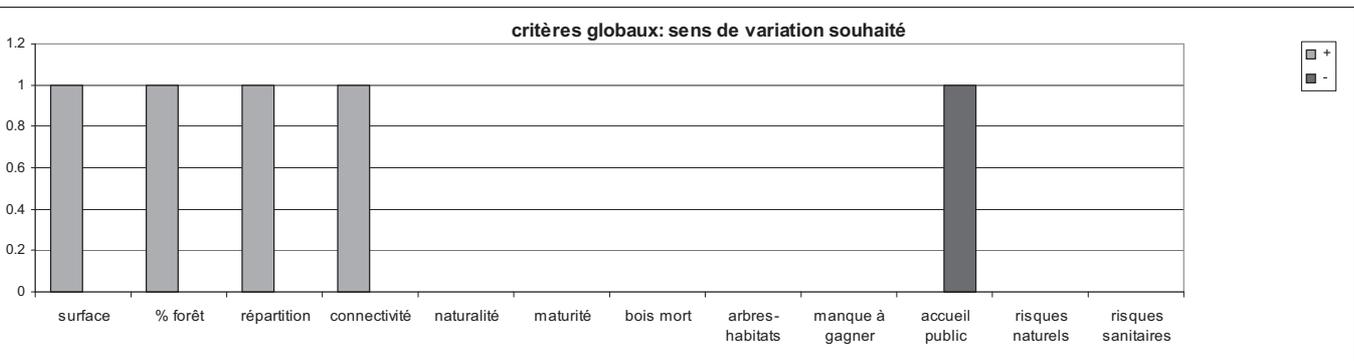
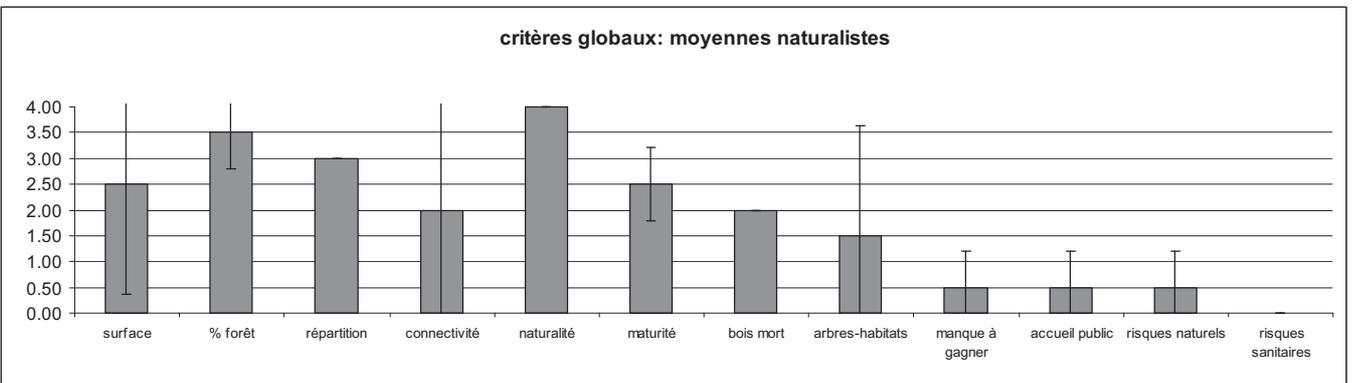
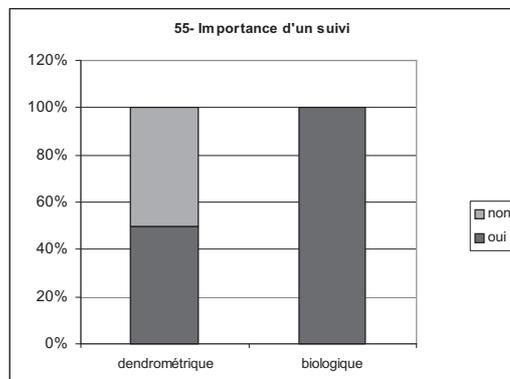
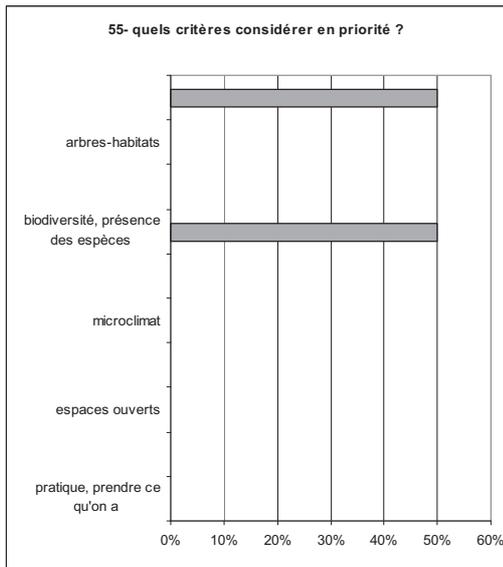
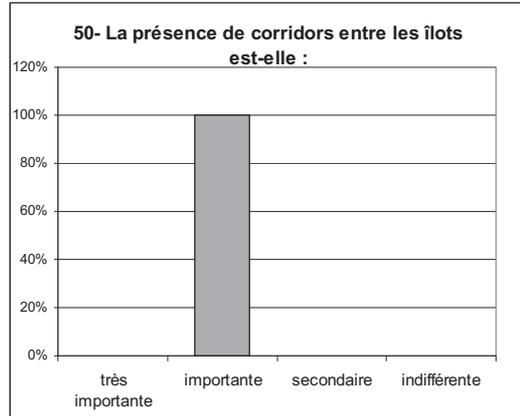
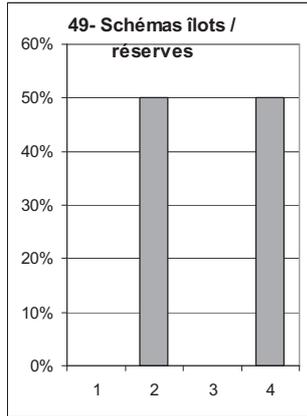
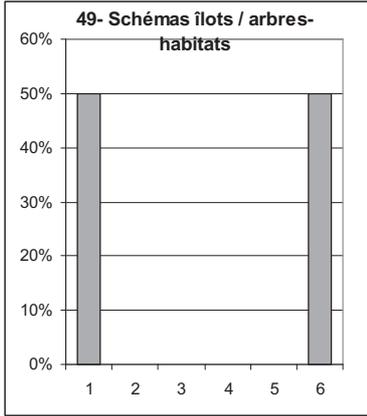




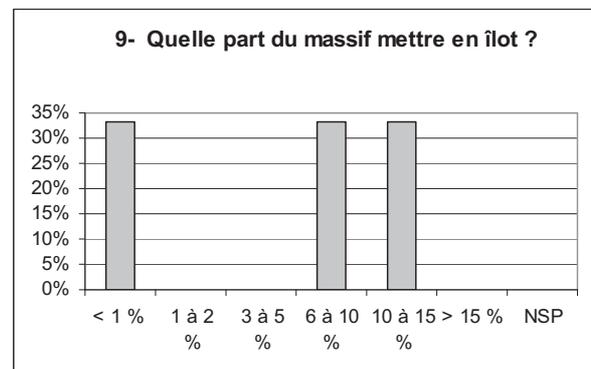
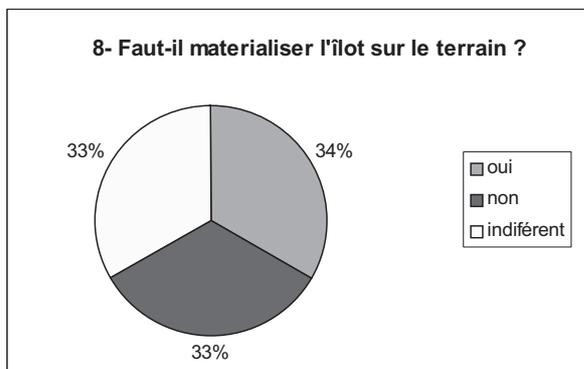
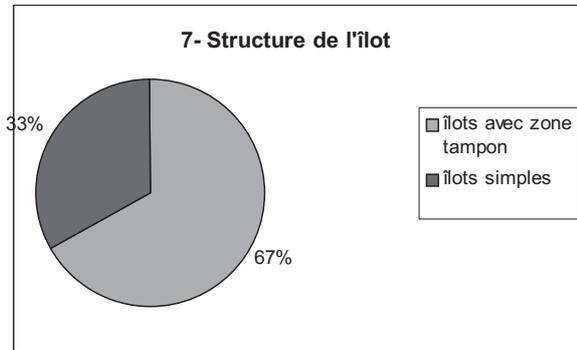
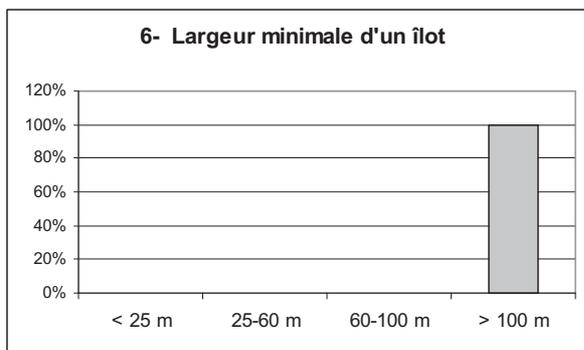
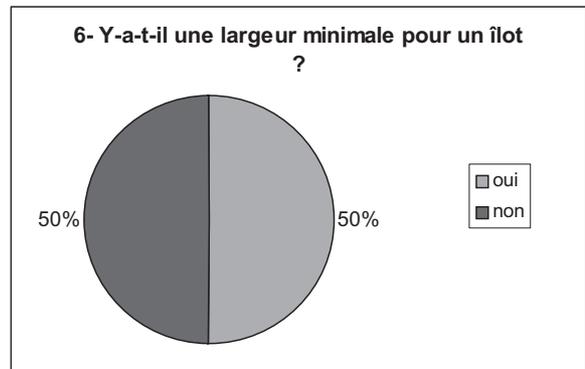
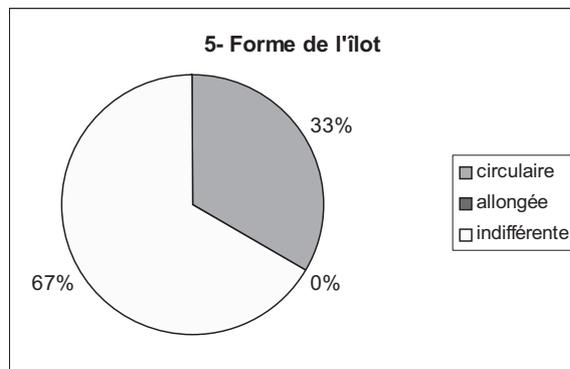
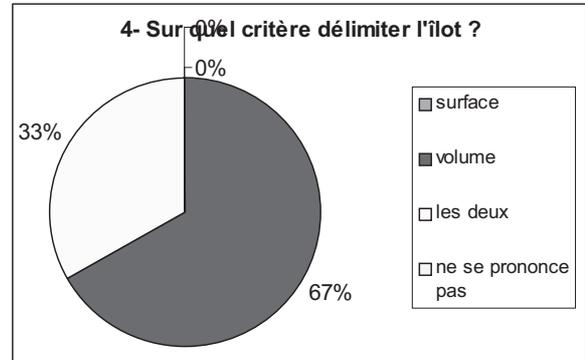
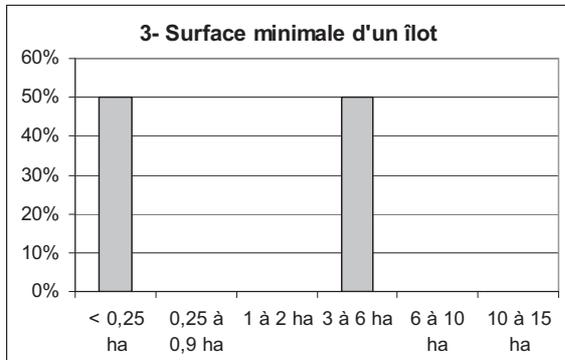


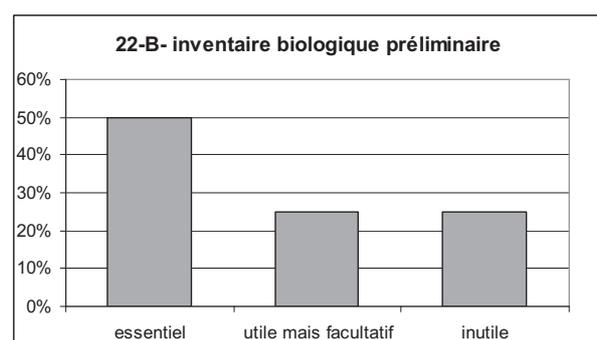
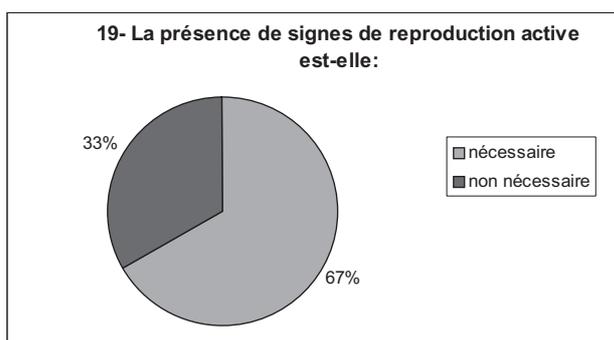
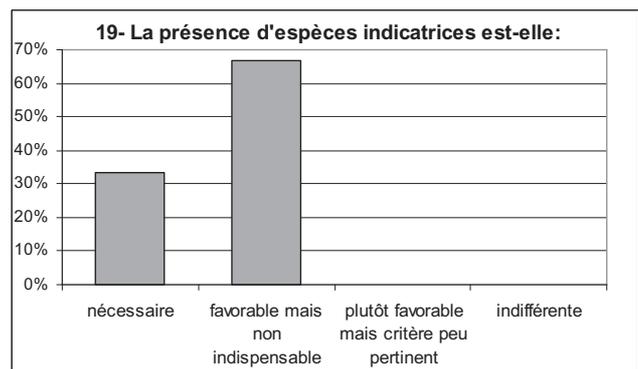
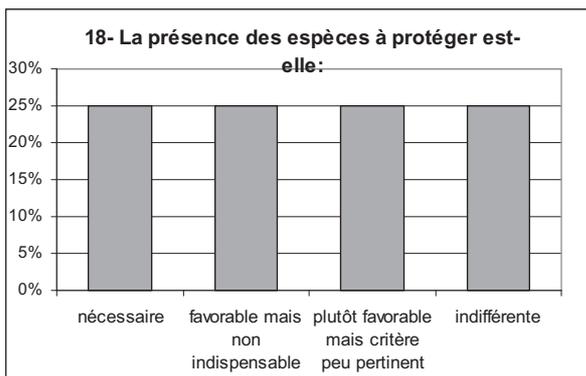
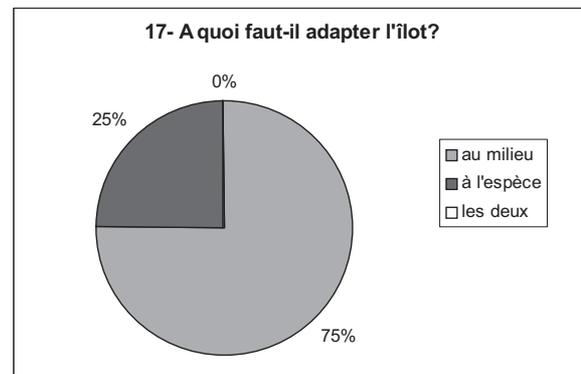
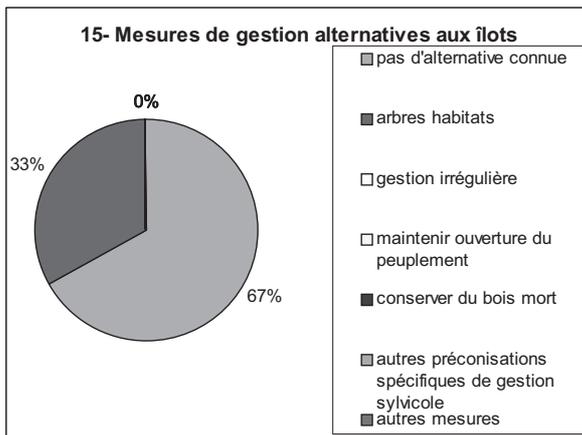
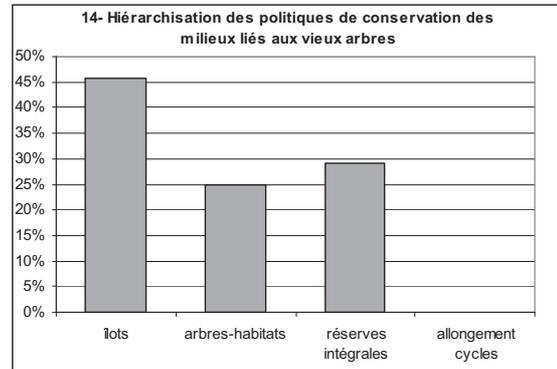
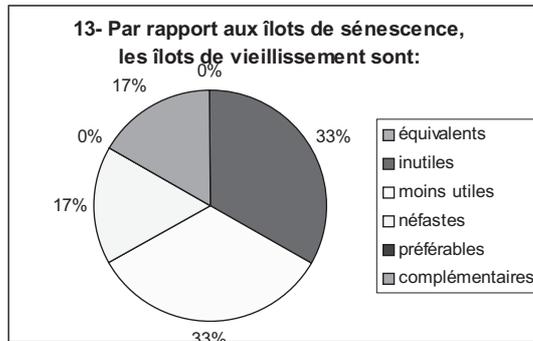
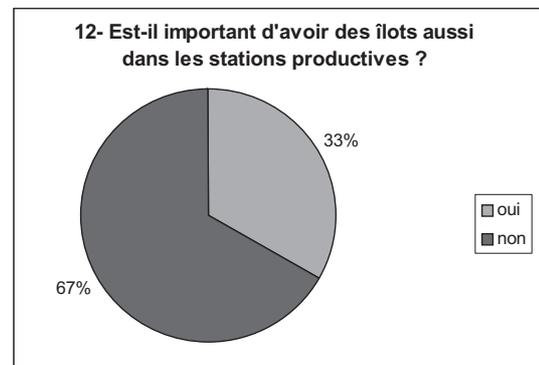
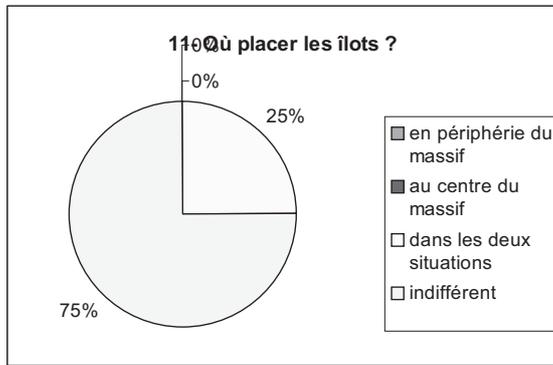


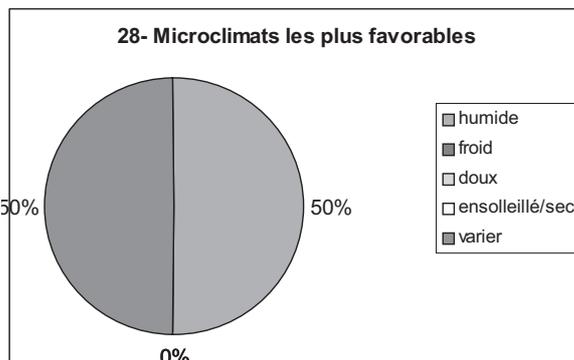
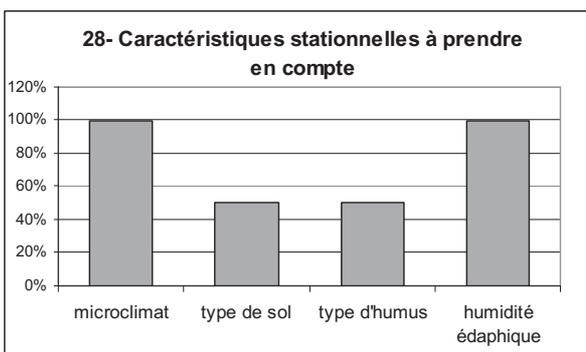
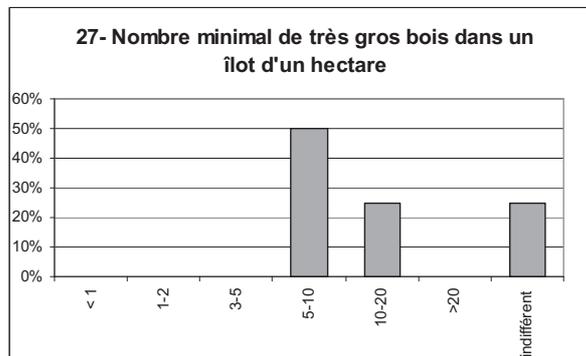
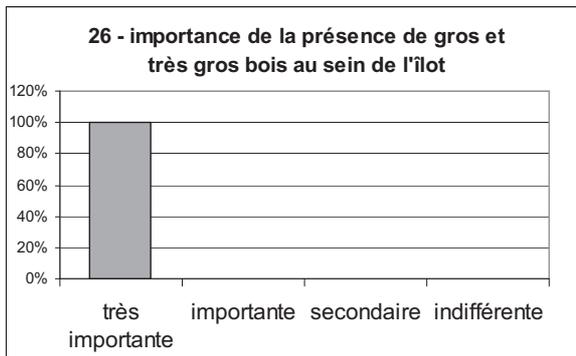
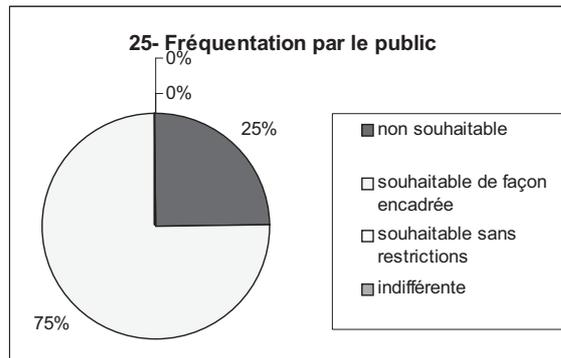
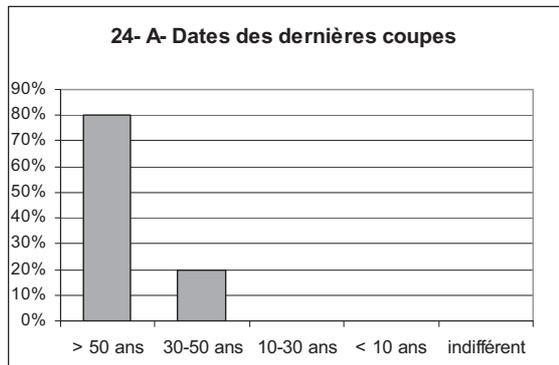
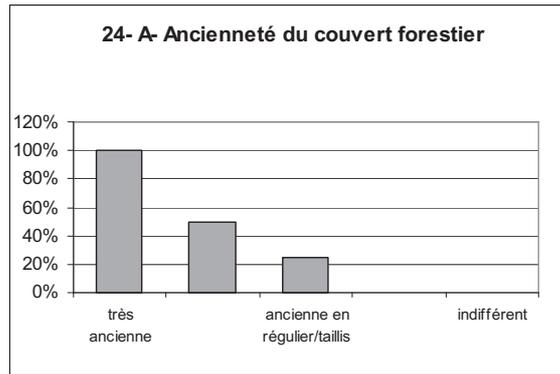
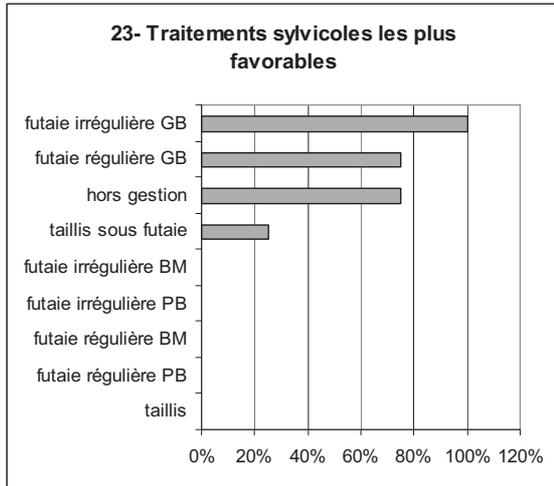
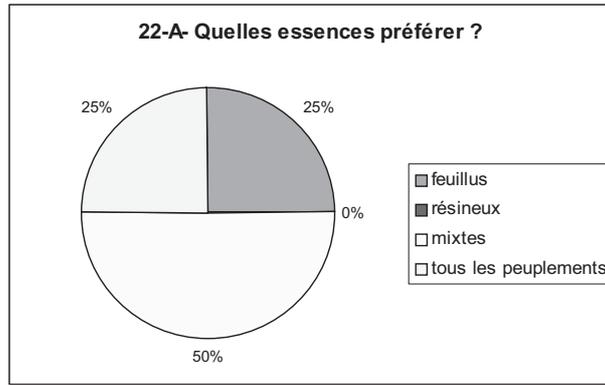
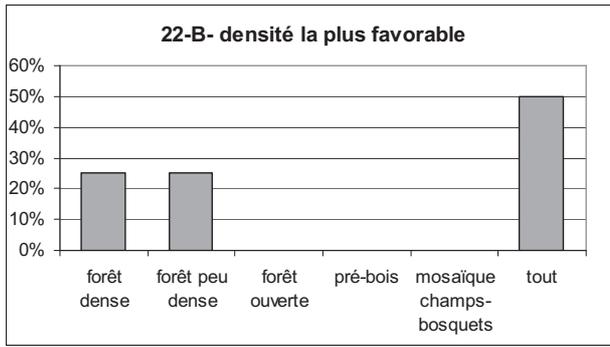


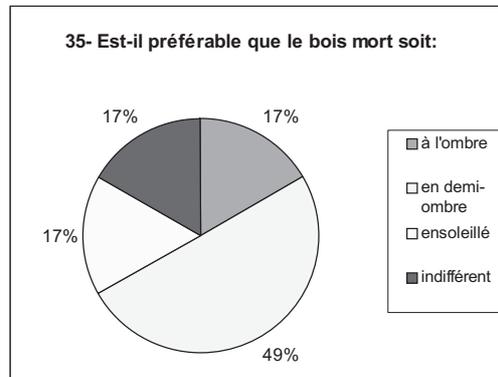
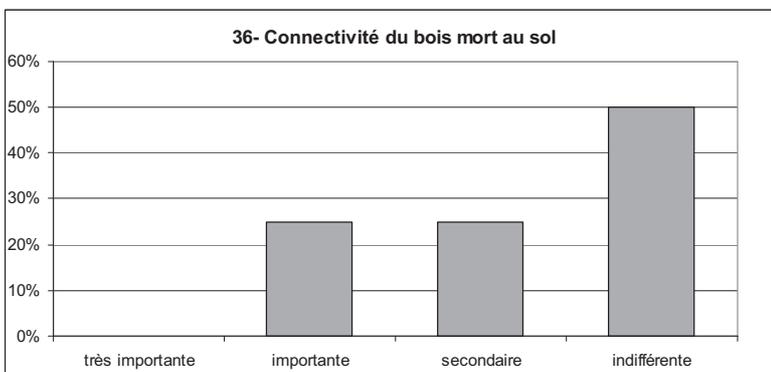
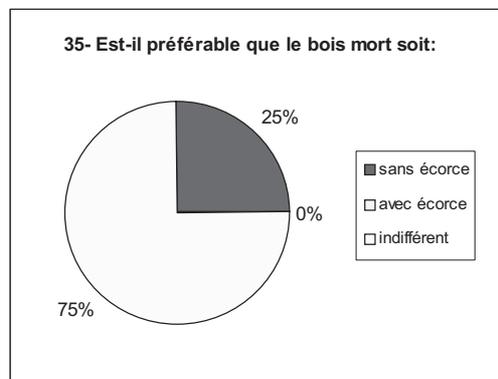
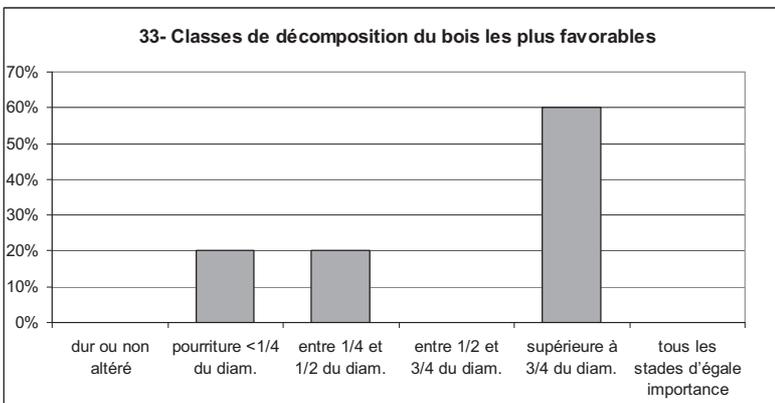
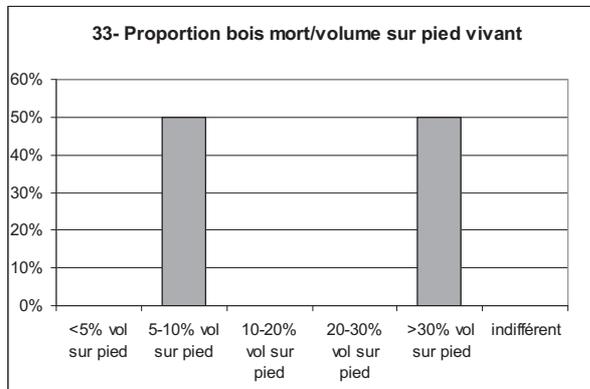
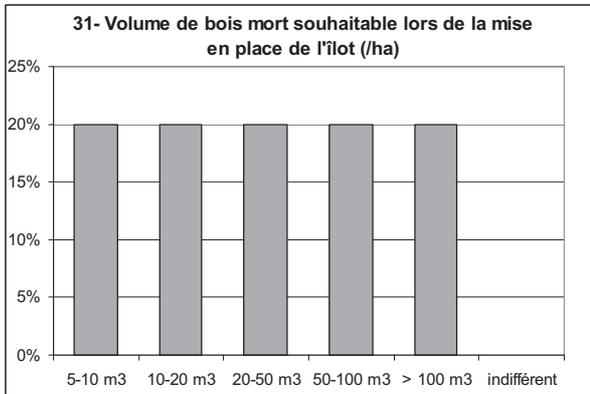
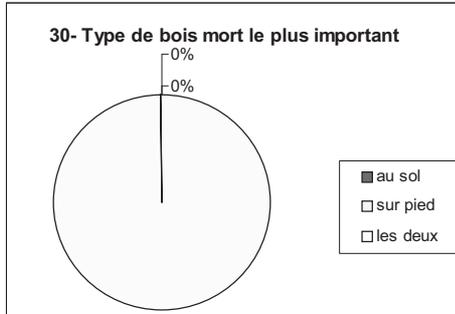
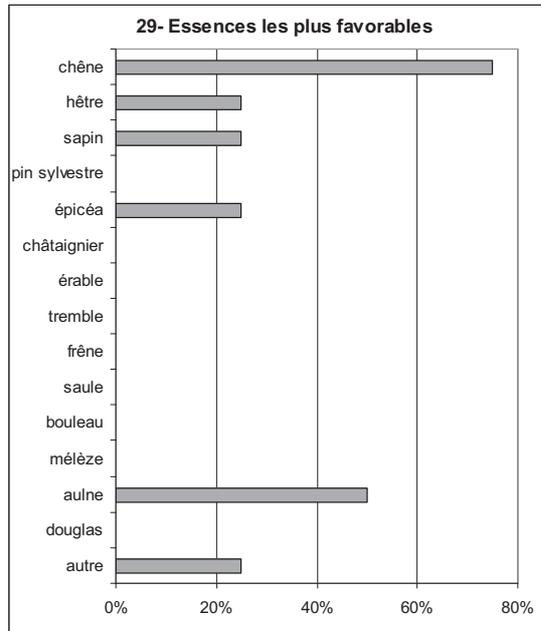
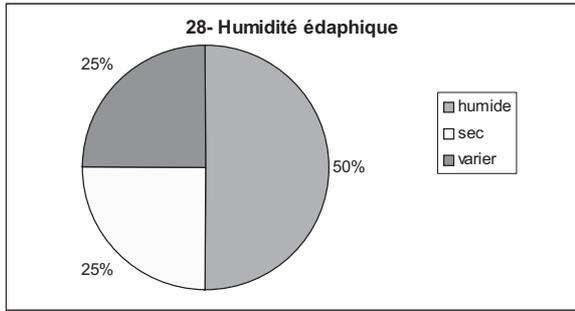


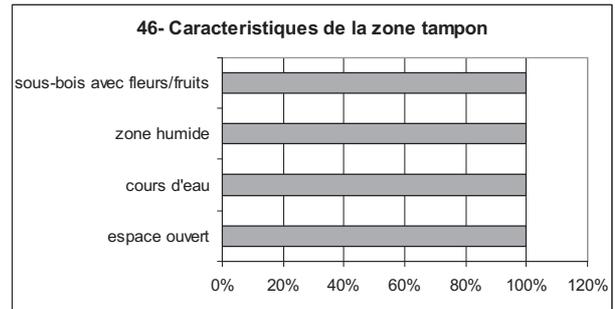
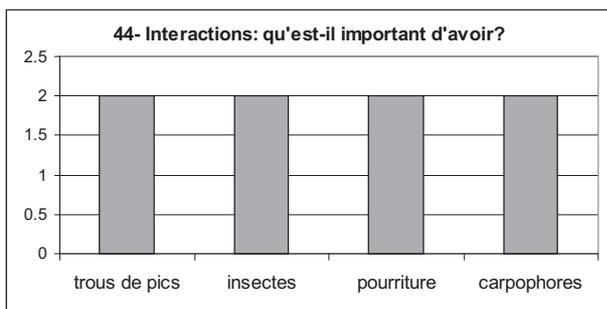
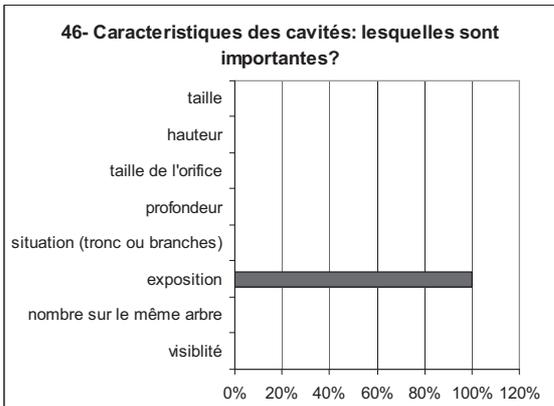
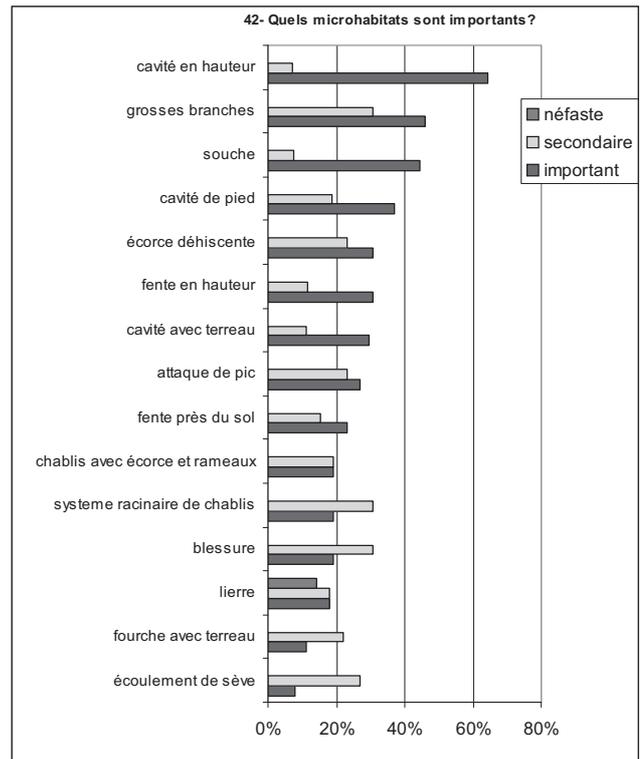
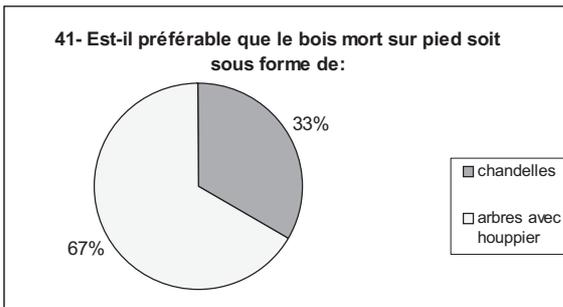
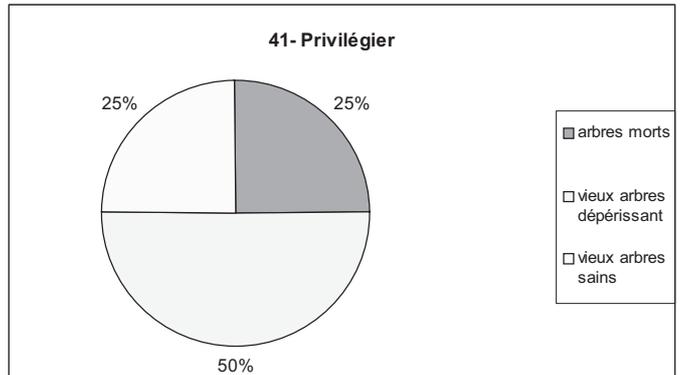
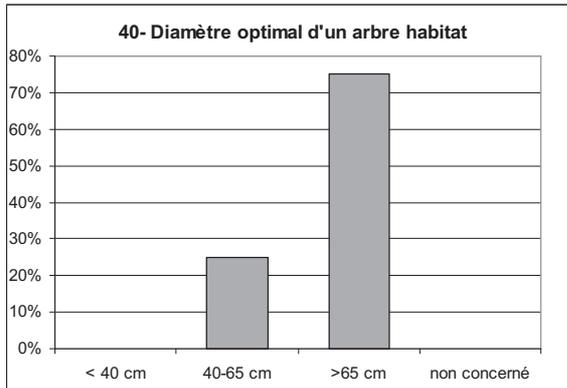
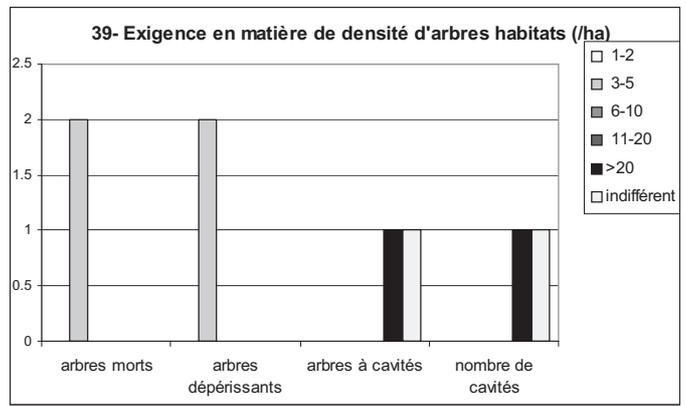
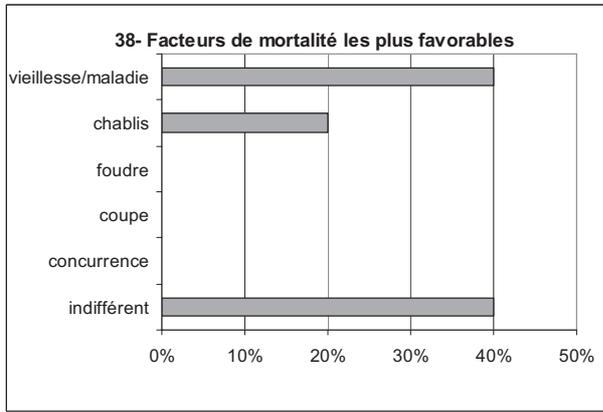
Annexe 6 : Résultats de l'enquête naturalistes : champignons

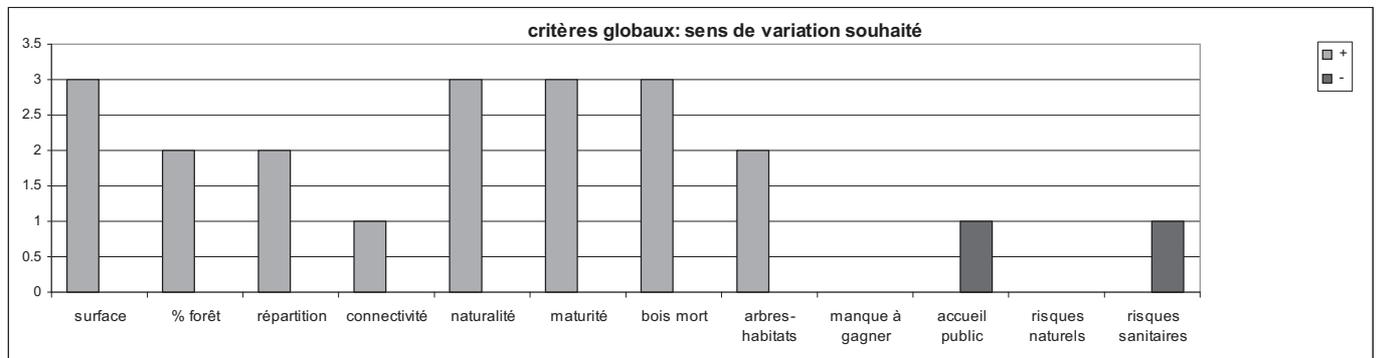
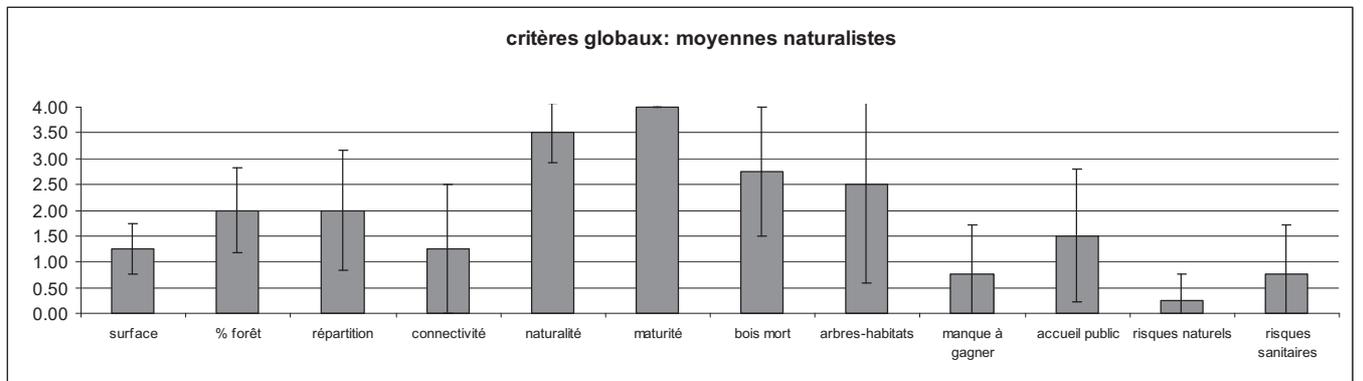
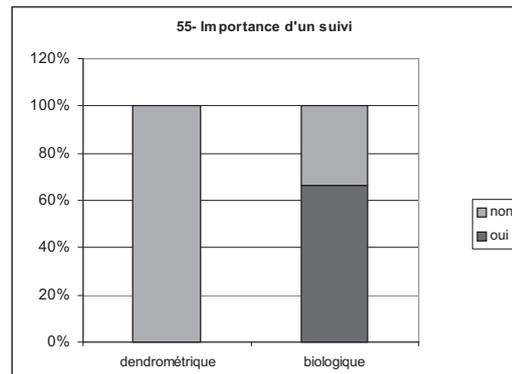
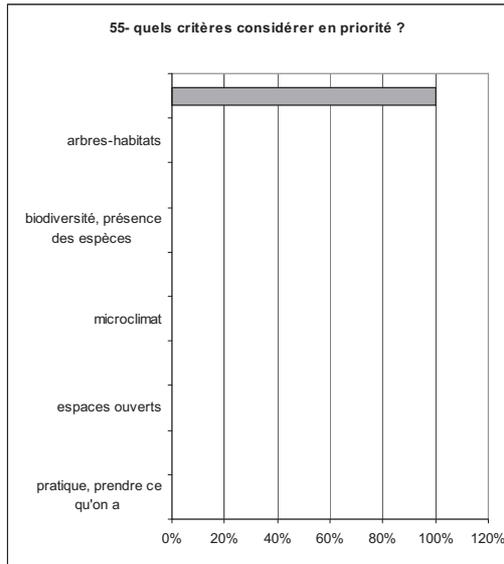
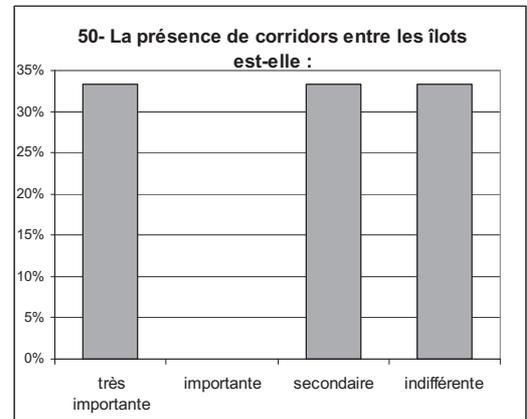
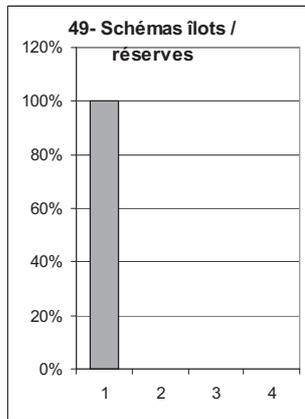
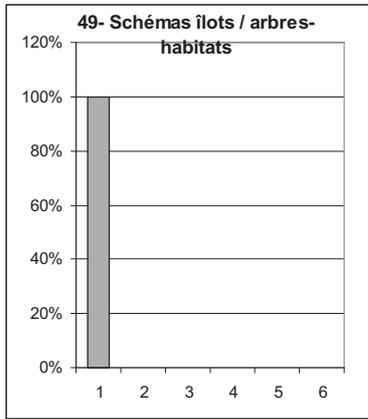




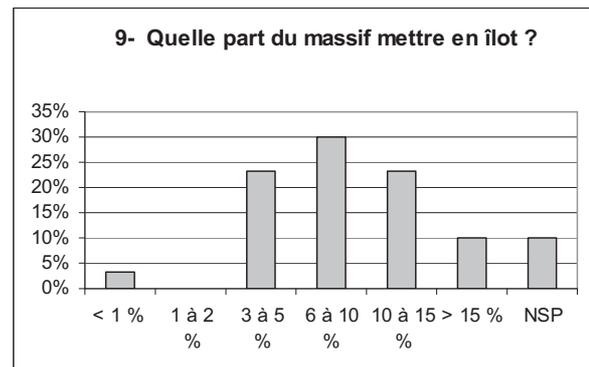
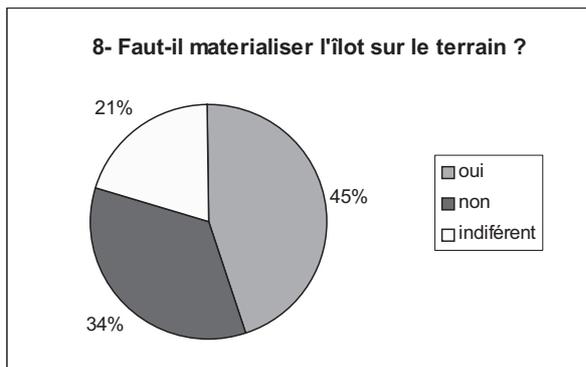
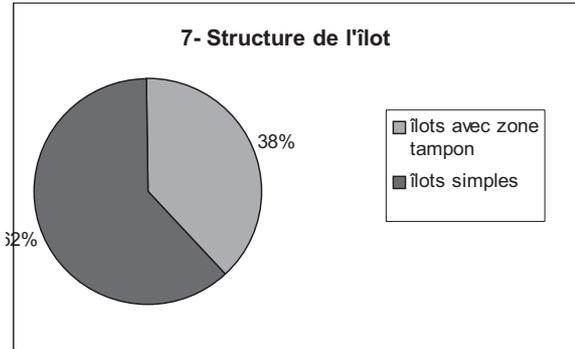
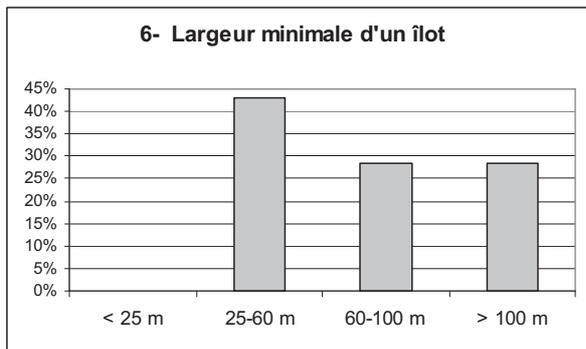
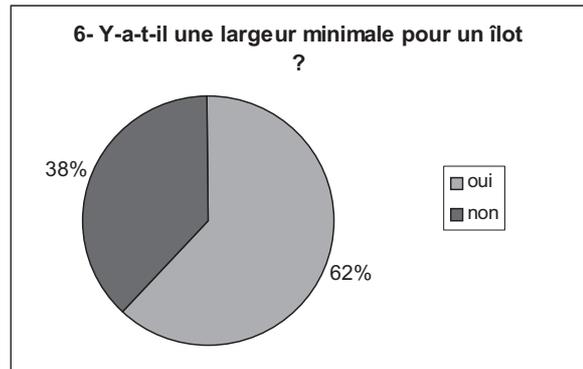
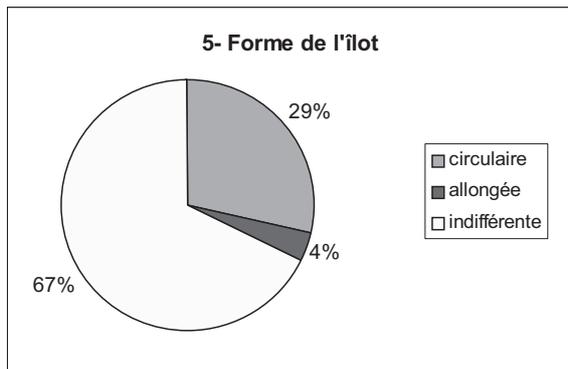
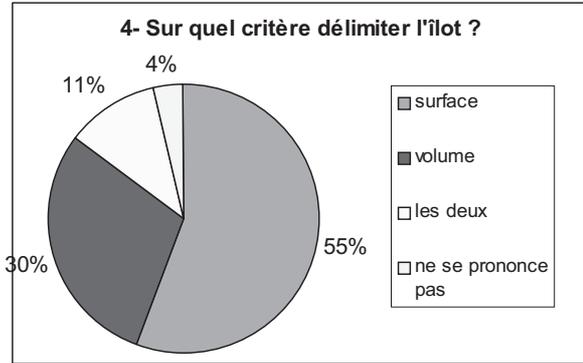
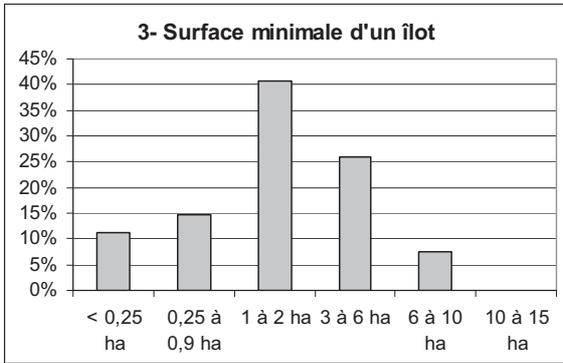


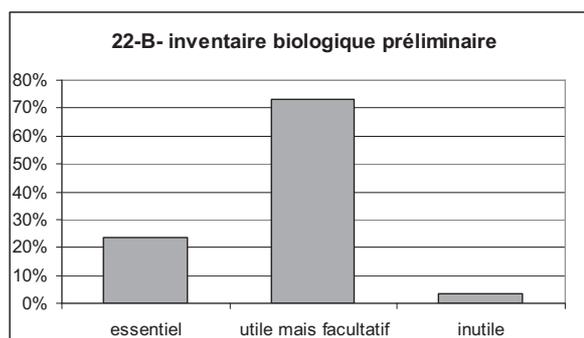
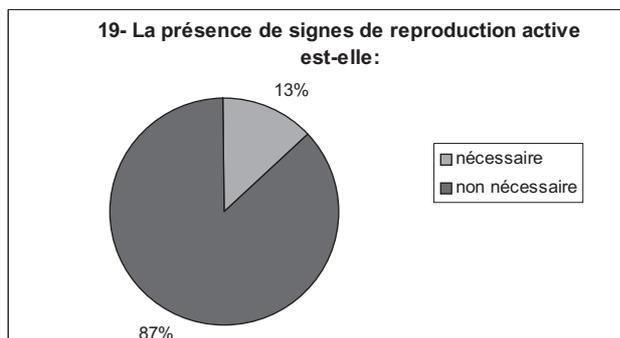
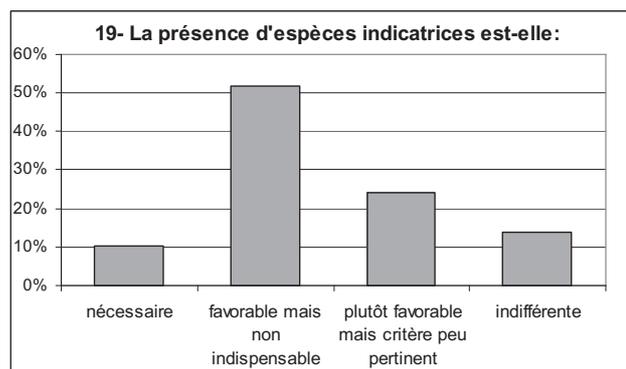
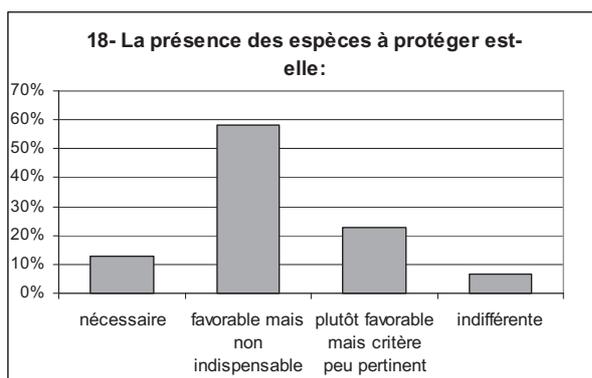
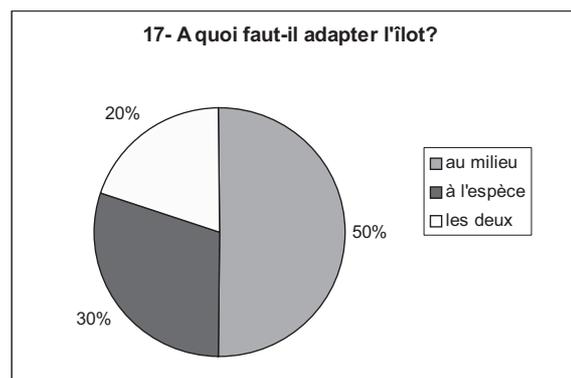
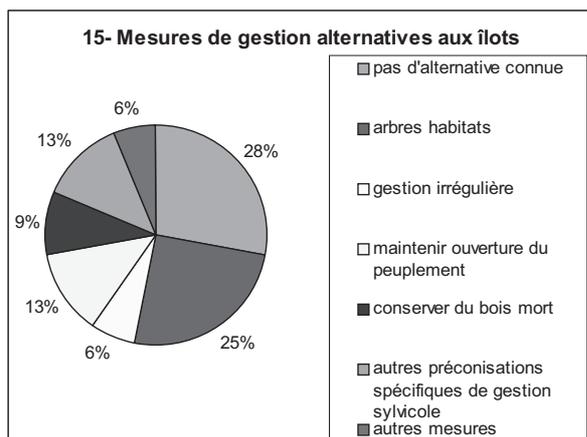
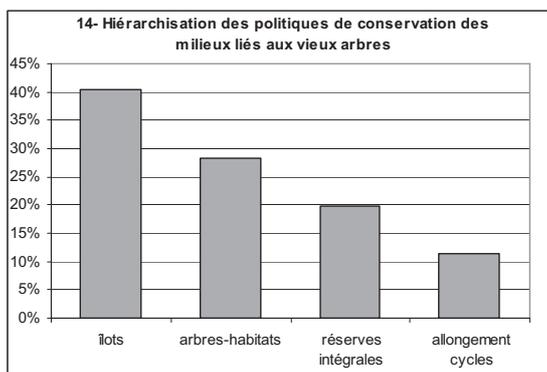
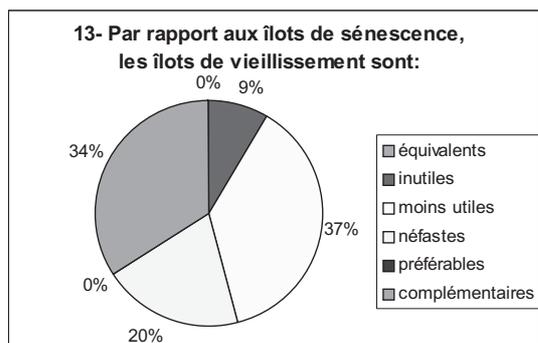
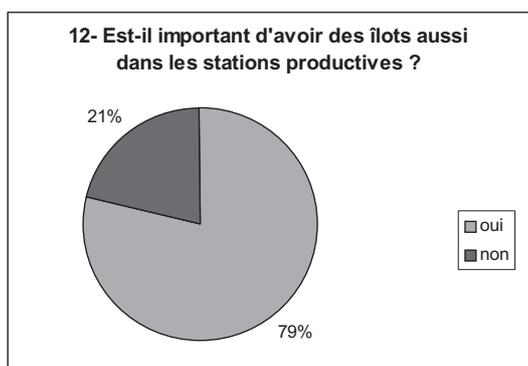
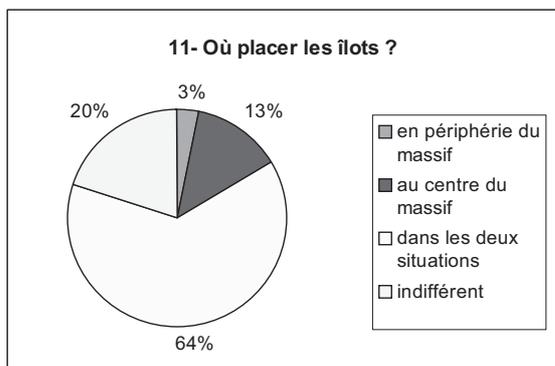


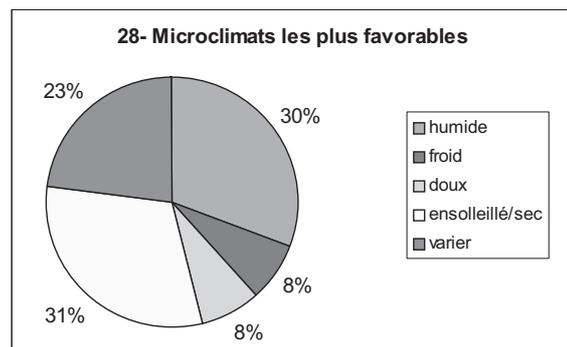
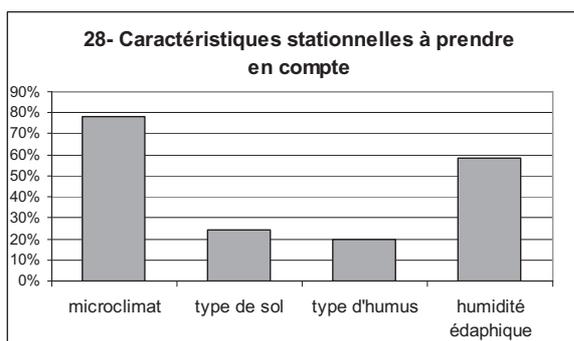
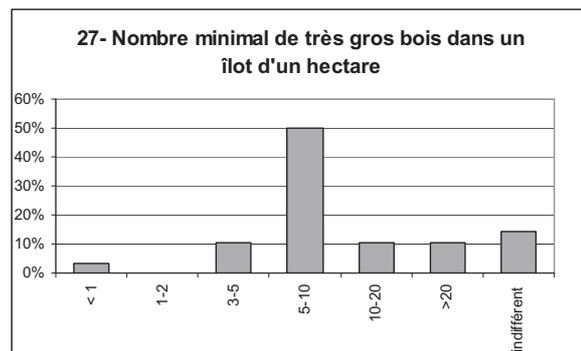
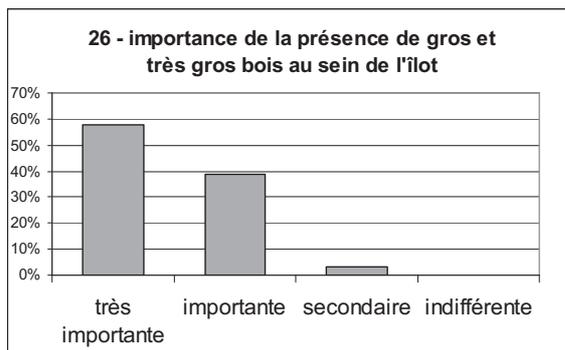
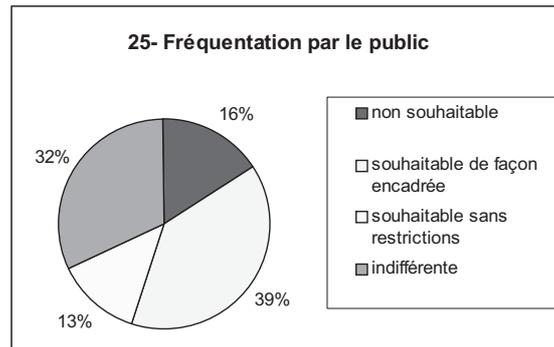
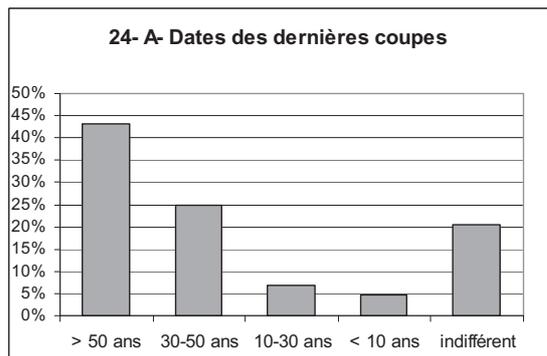
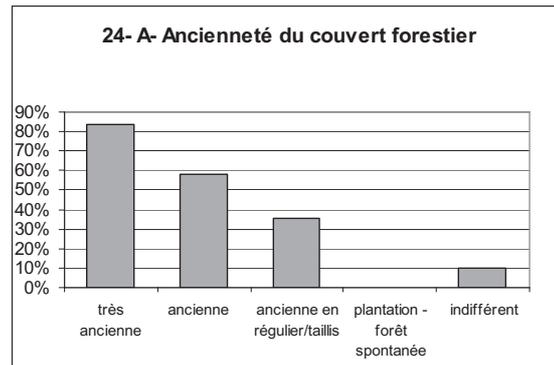
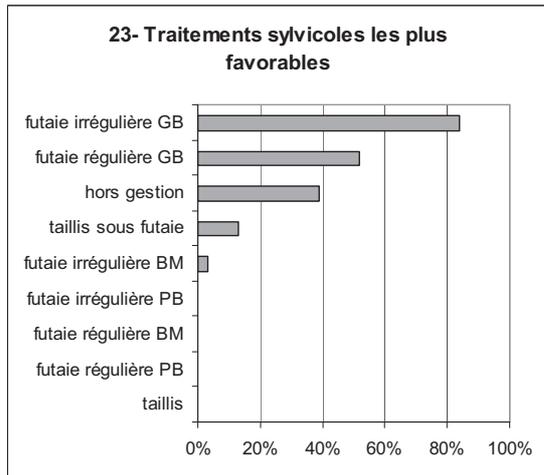
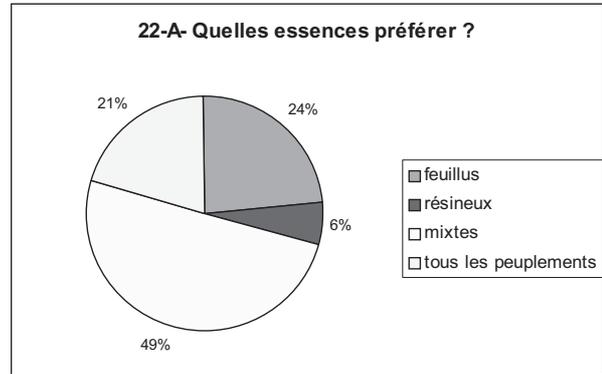
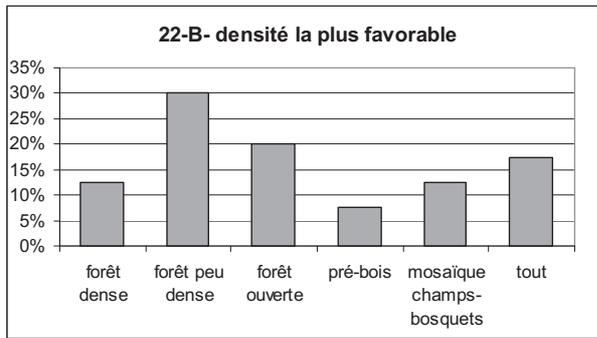


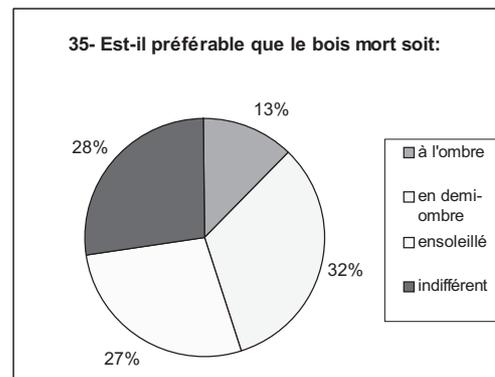
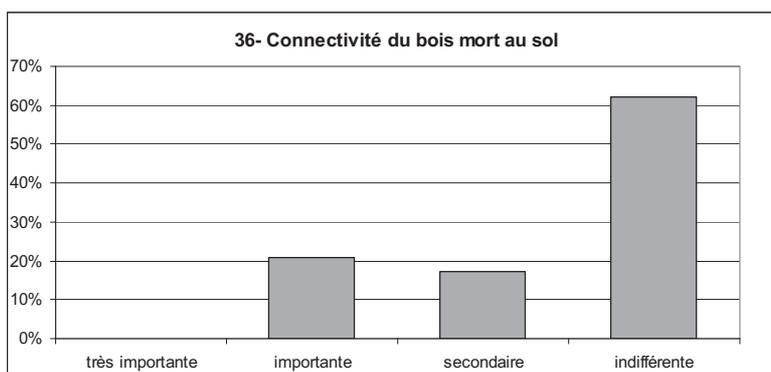
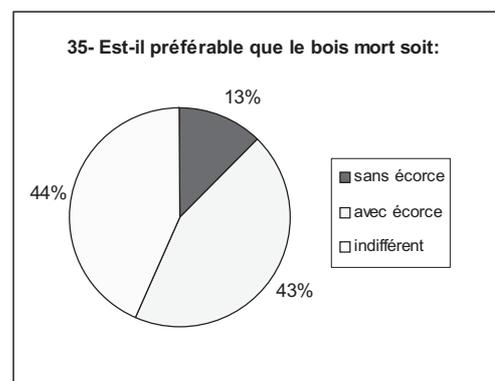
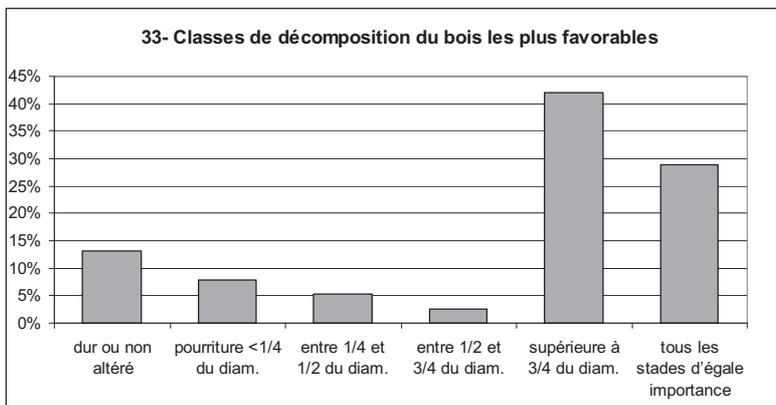
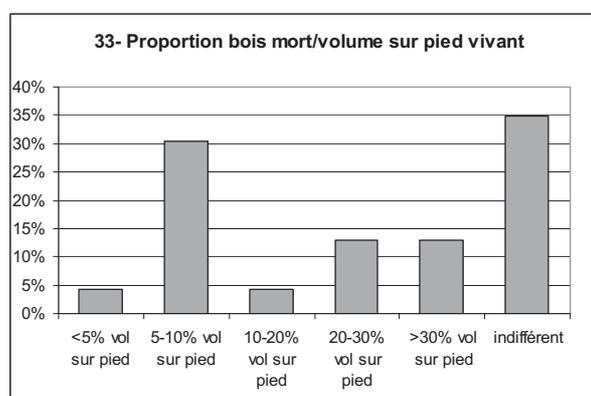
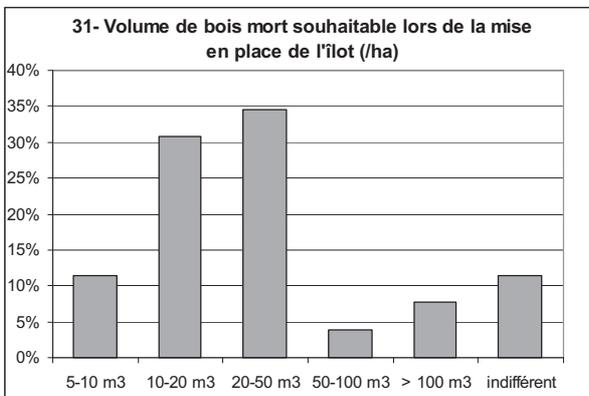
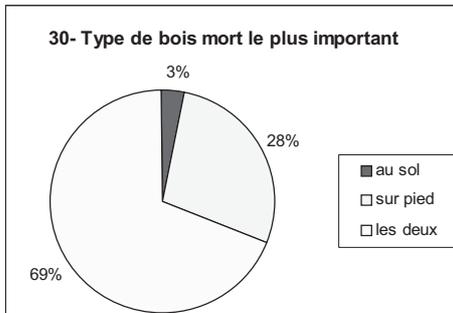
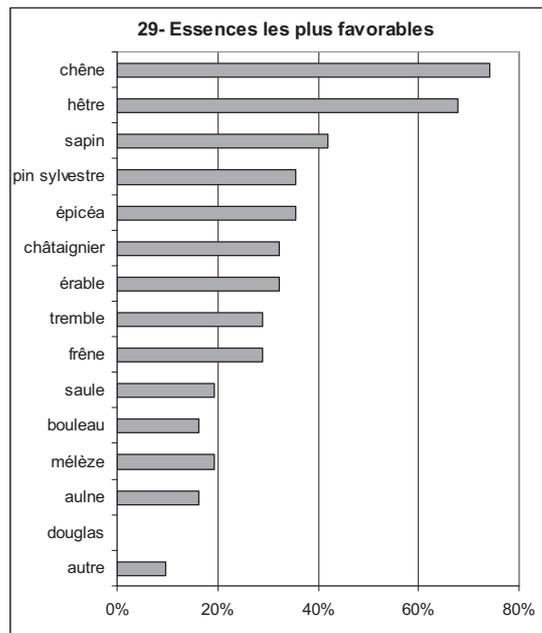
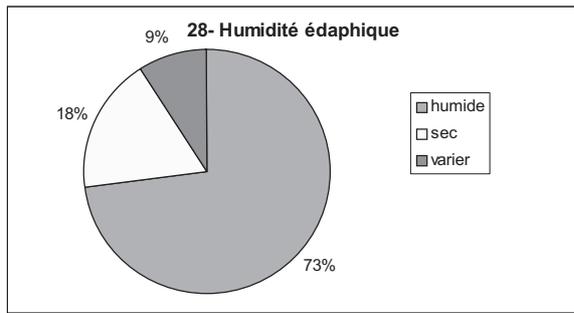


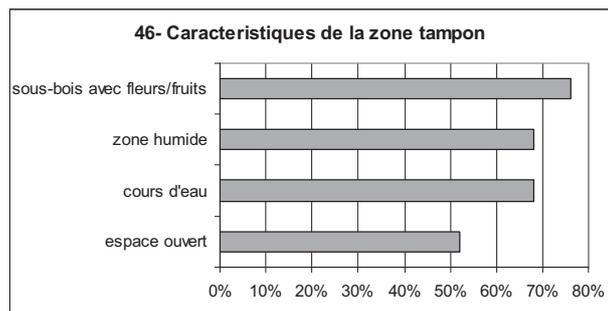
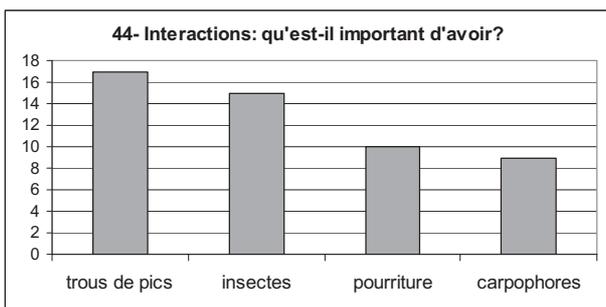
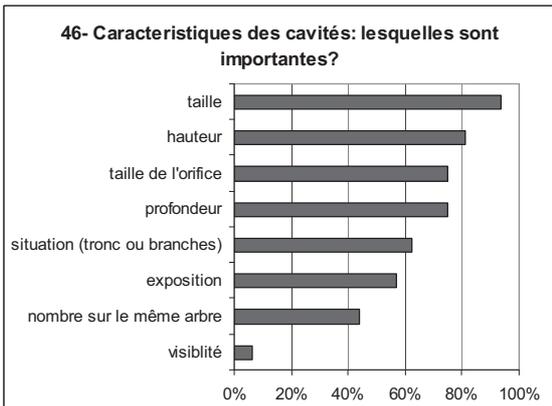
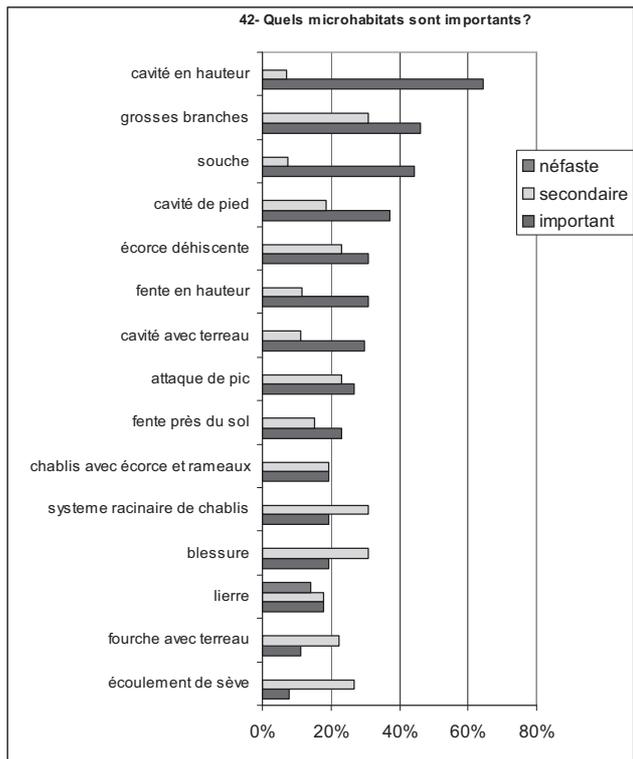
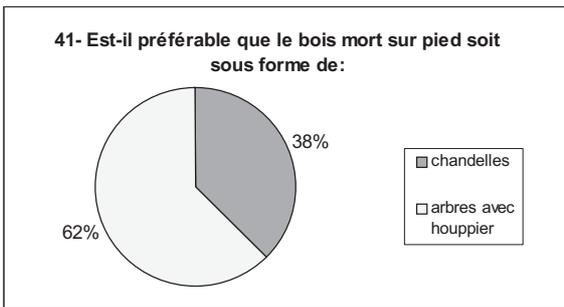
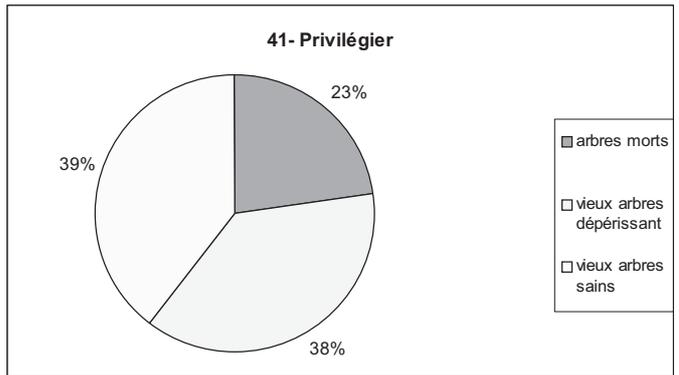
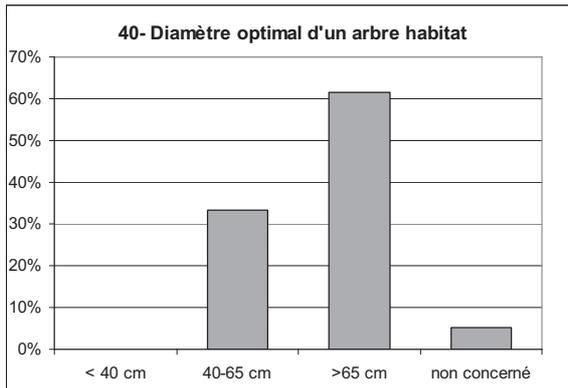
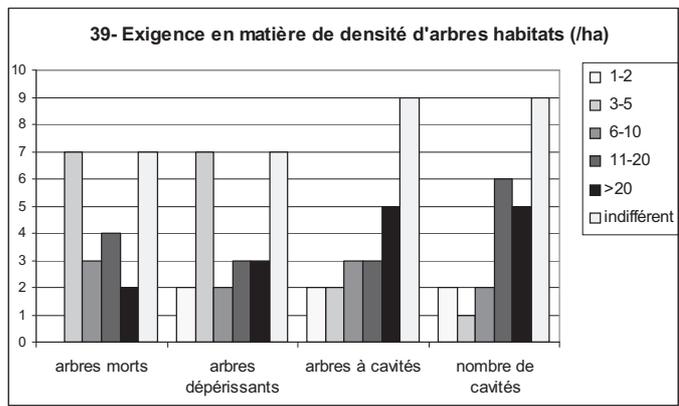
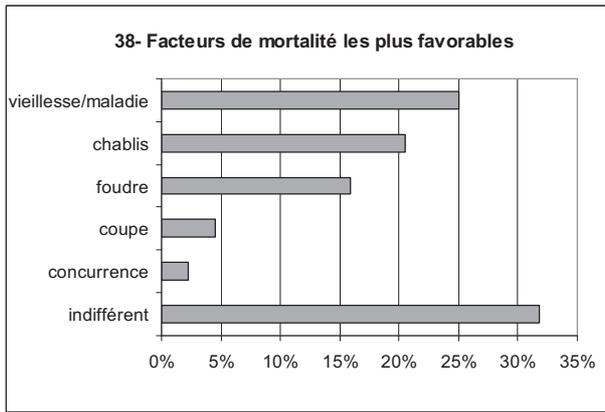
Annexe 7 : Résultats de l'enquête naturalistes : moyenne des six groupes

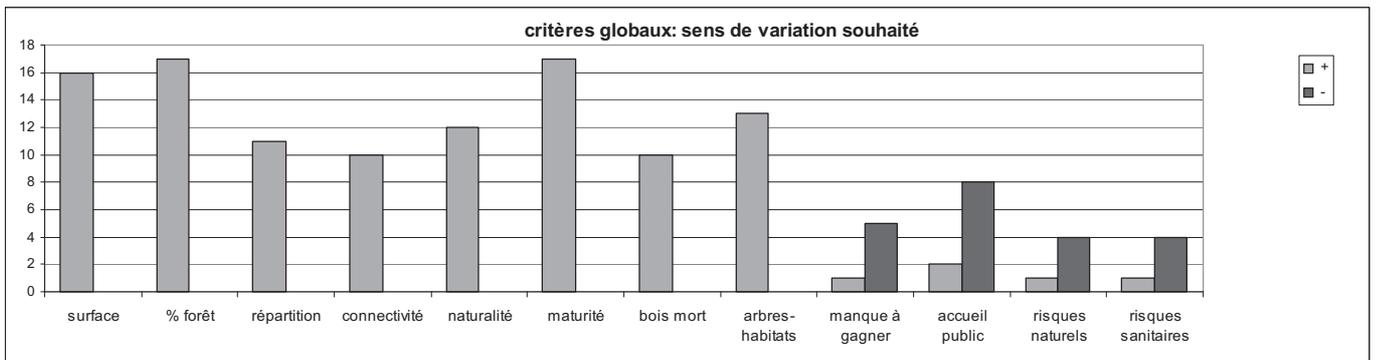
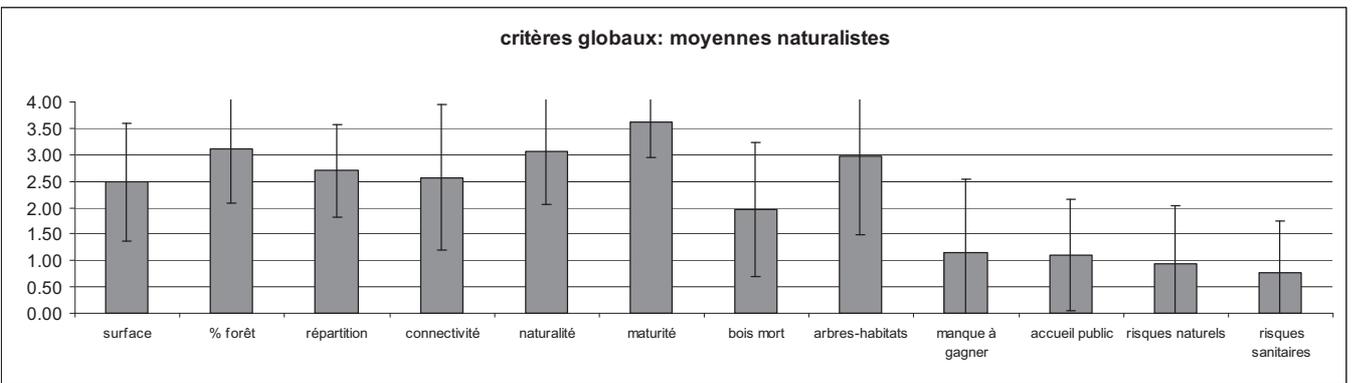
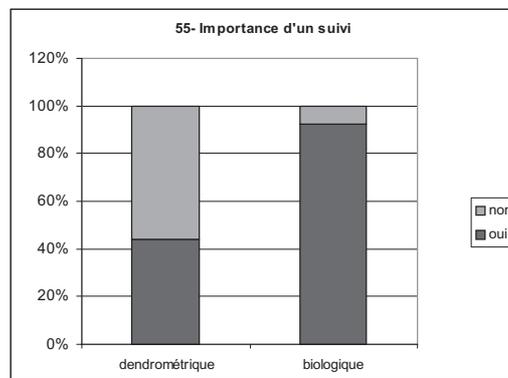
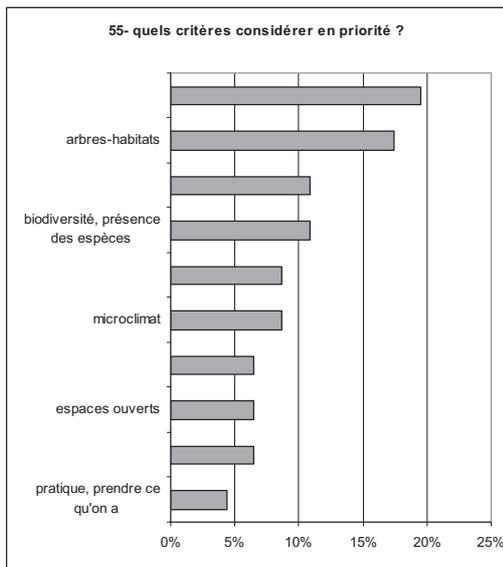
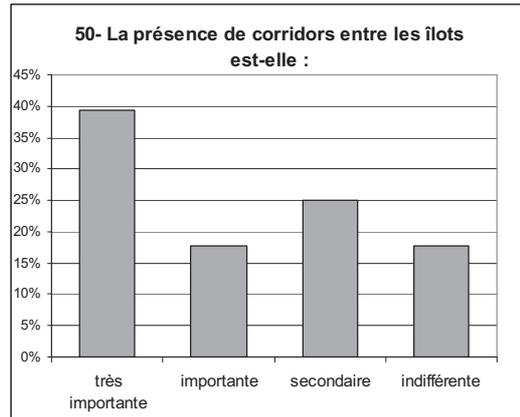
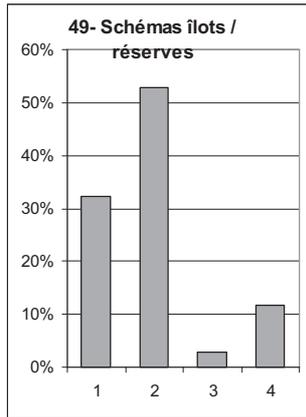
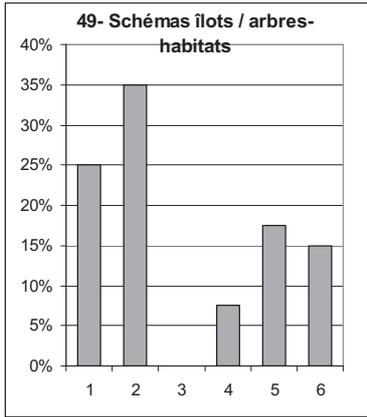




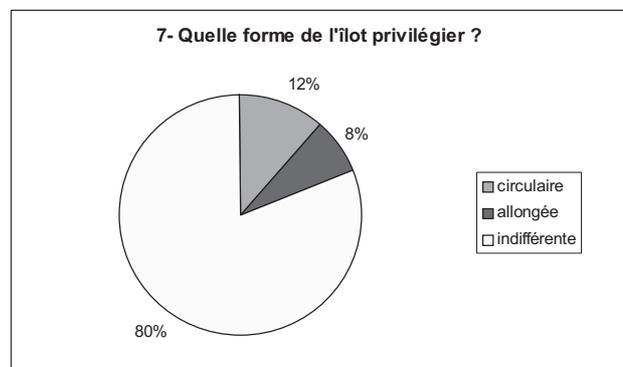
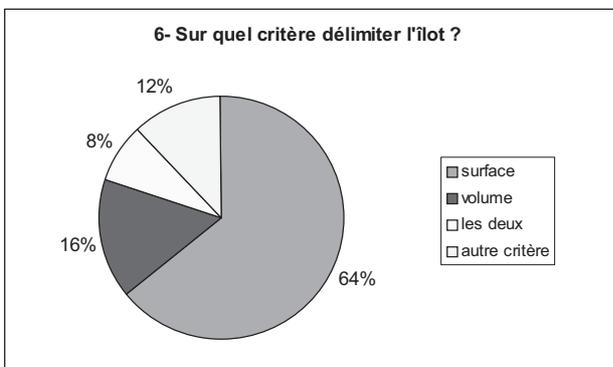
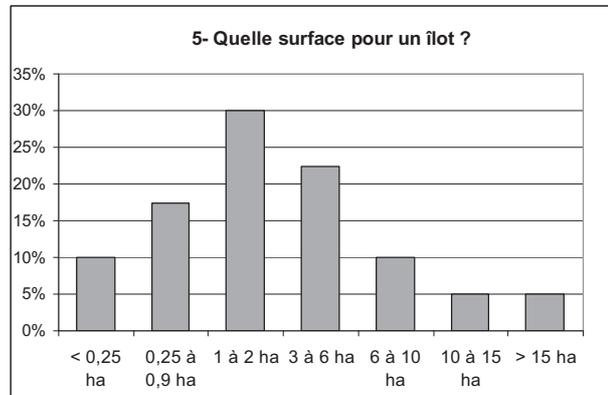
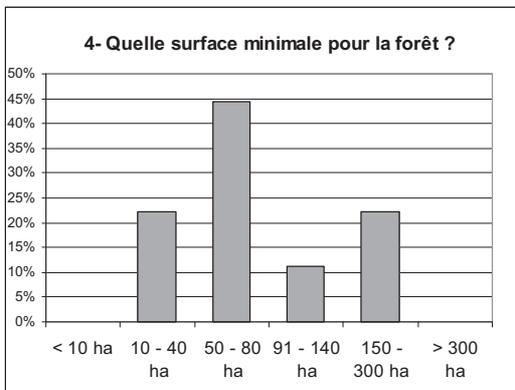
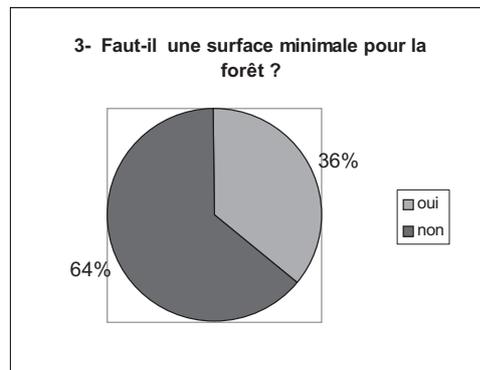
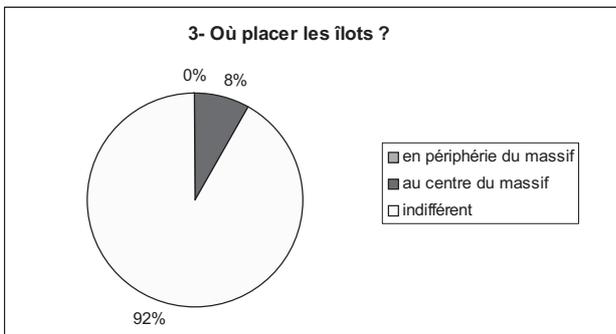
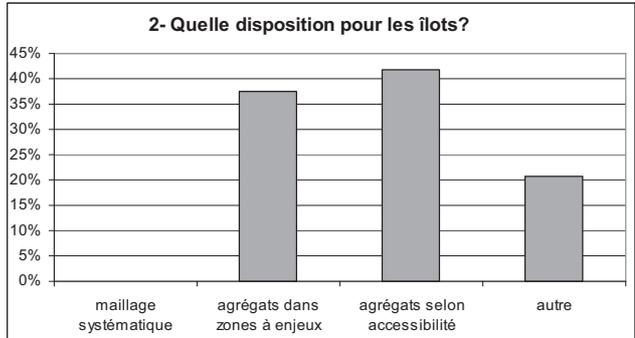
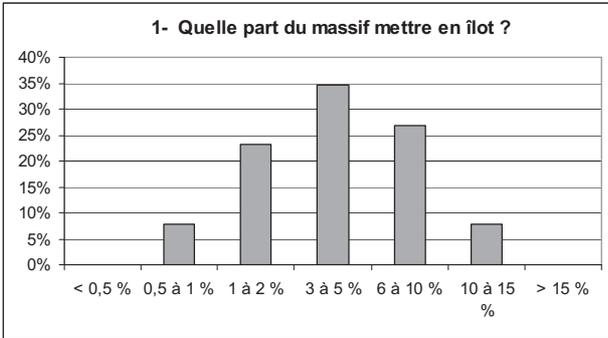


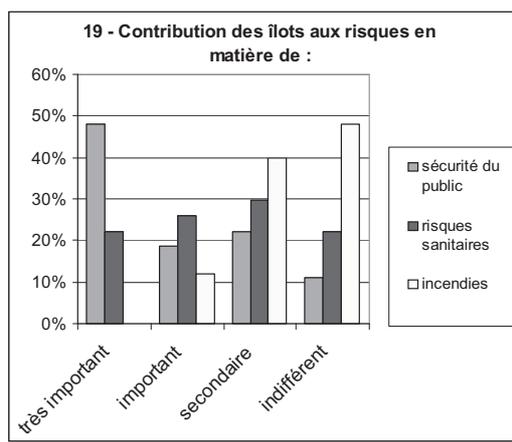
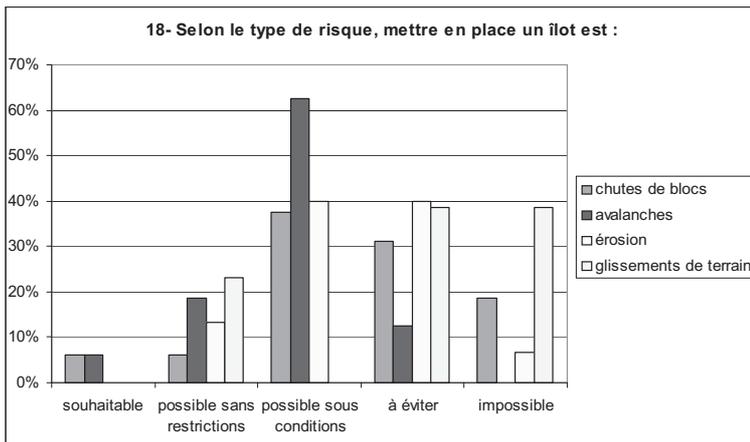
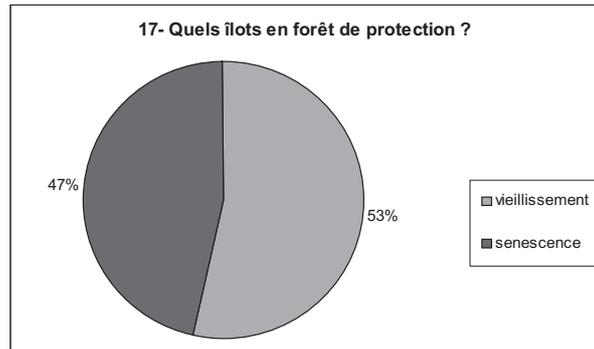
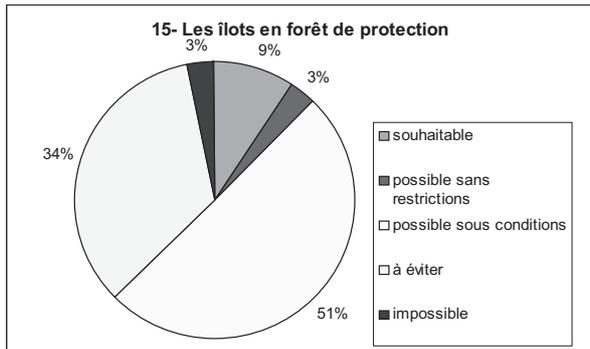
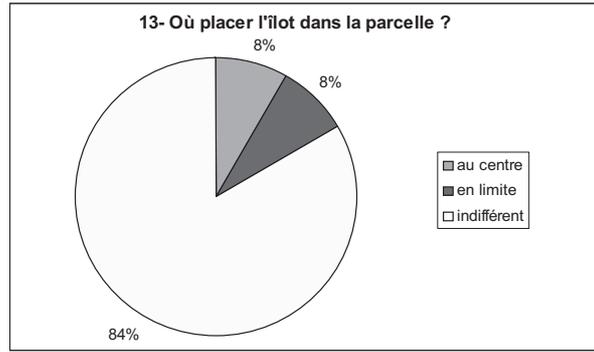
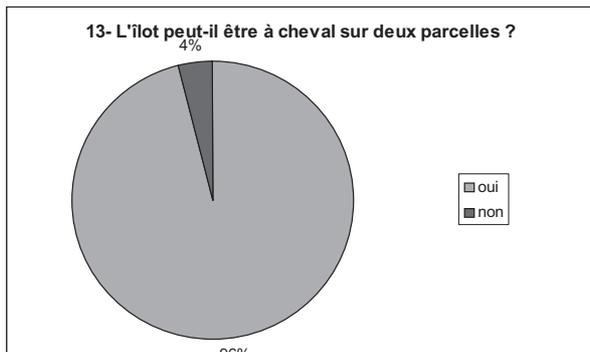
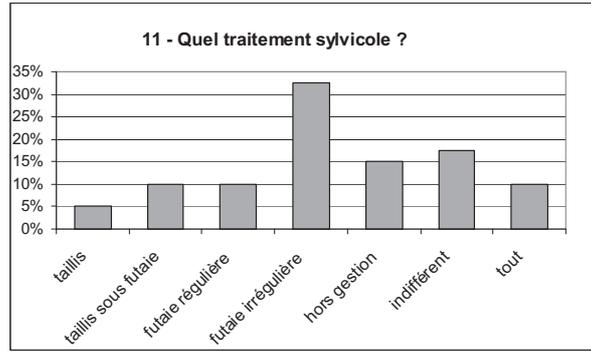
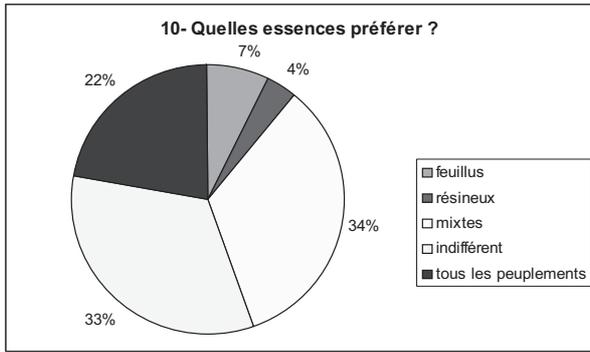
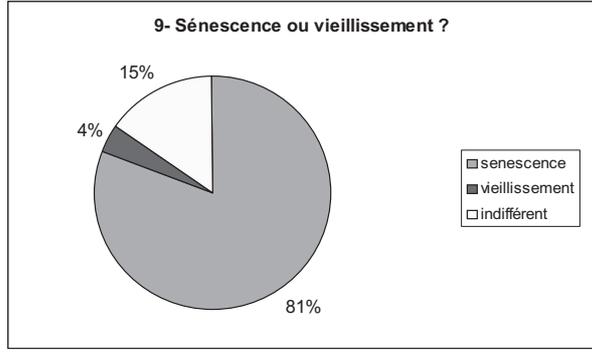
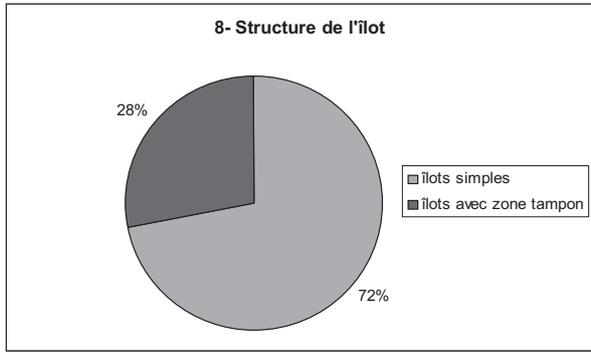


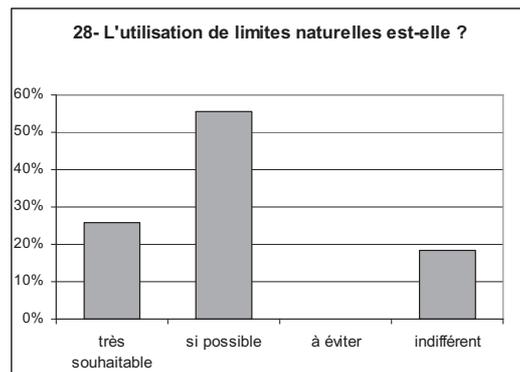
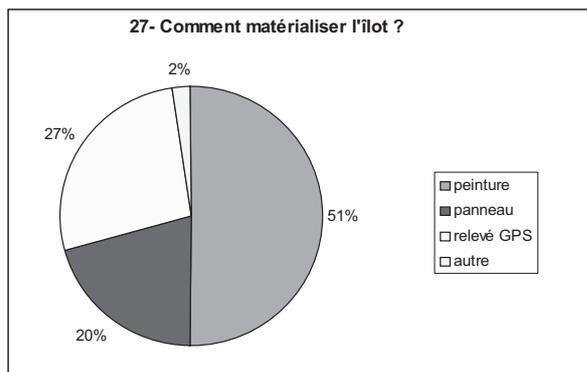
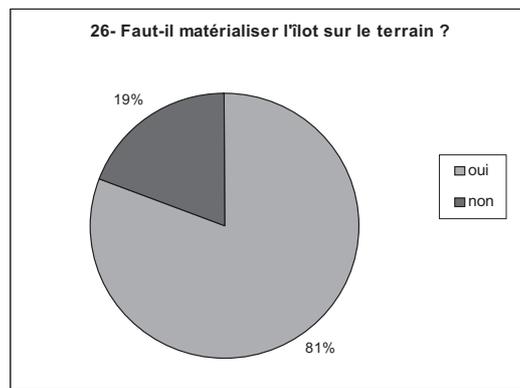
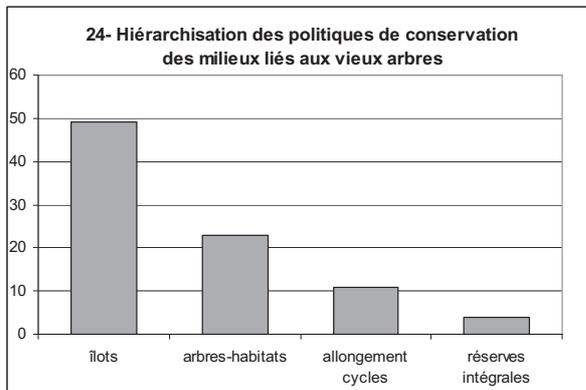
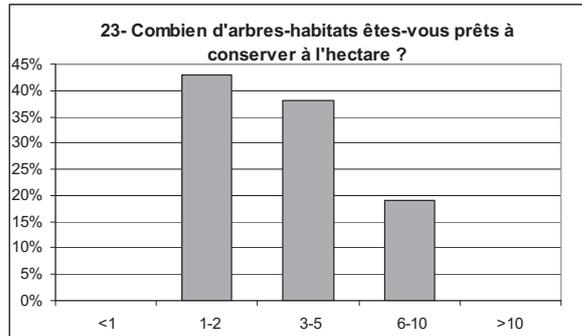
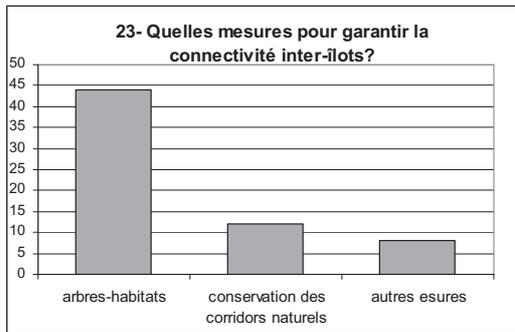
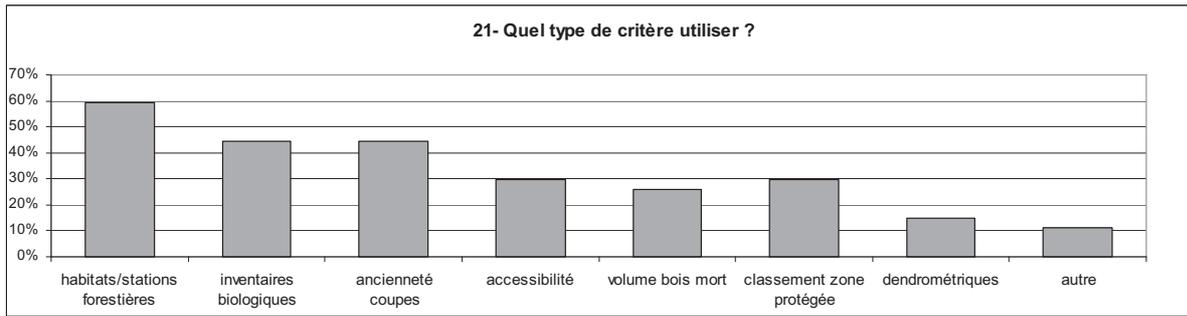
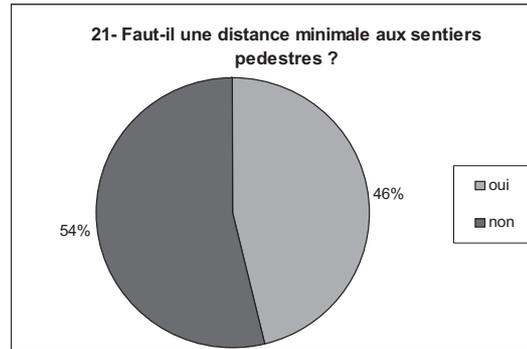
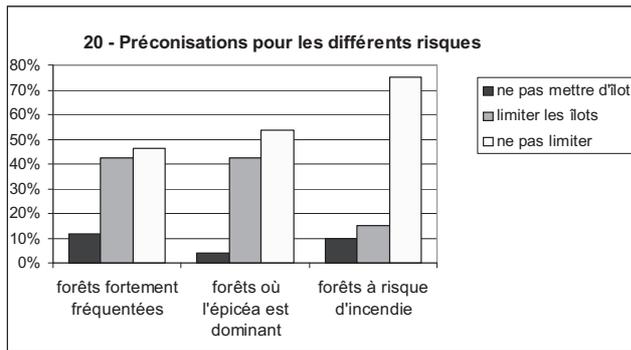


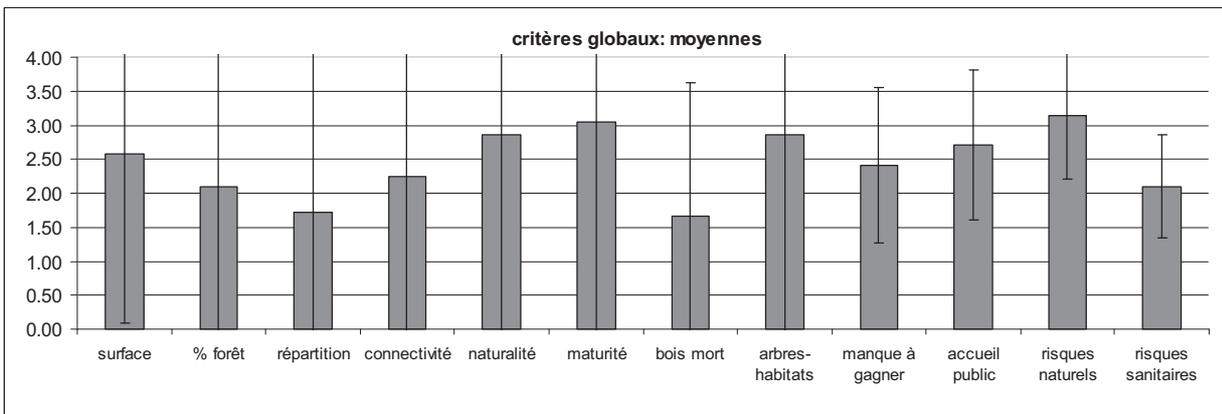
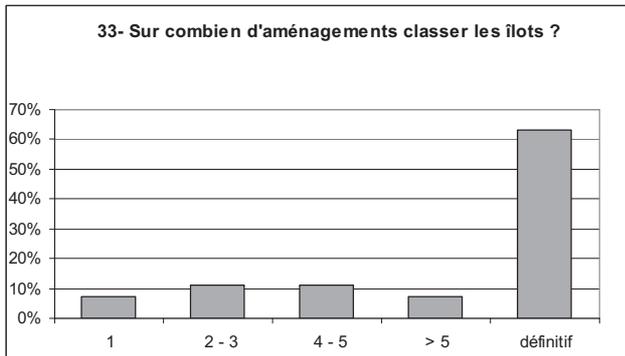
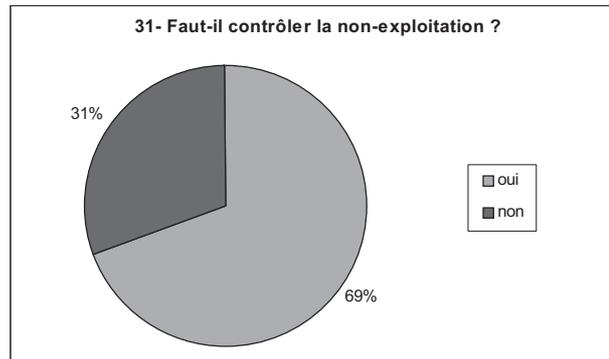
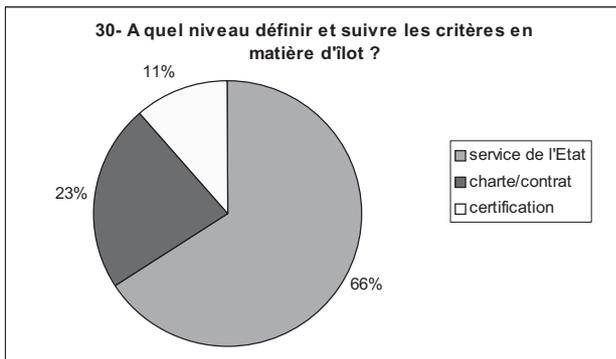
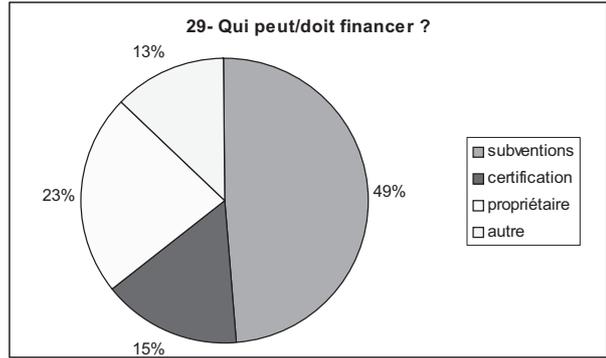
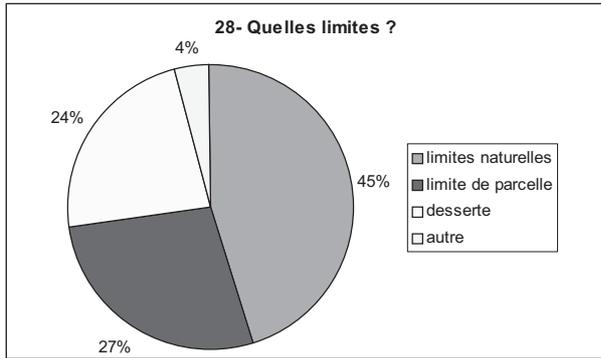


Annexe 8 : Résultats de l'enquête gestionnaires









Annexe 9 : valeurs seuils utilisées pour l'analyse Electre

critère	Connectivité	Naturalité	maturité	Bois mort	Arbres habitats	manque à gagner	Fréquentation par le public	Risques naturels	Risques sanitaires
valeur minimale	1	0	0	0	0	0	0	0	0
valeur maximale	10	10	40	330	52	28496	1	1	3
seuil de préférence	3	3	10	60	10	5000	0	0	0
seuil d'indifférence	1	1	5	30	4	2000	0	0	1
seuil de veto	10	7	25	150	20	15000	1	1	3
sens (à maximiser + ou à minimiser -)	+	+	+	+	+	-	-	-	-

Minimum, maximum et seuils fixés pour chaque critère

Le **seuil de préférence stricte** exprime la différence de notes à partir de laquelle une placette est nettement préférée à l'autre pour le critère considéré. Le **seuil d'indifférence** qui représente la différence de notes en dessous de laquelle deux placettes sont considérées comme indifférentes. Le **seuil de veto** représente la différence à partir de laquelle on peut dire qu'une placette *b* est meilleure que *a* sur le critère considéré, à tel point qu'en aucun cas *a* ne pourra être considérée meilleure que *b* quelles que soient ses notes pour tous les autres critères.

Les valeurs de ces seuils n'ont pas été fixées au cours de la phase d'enquête pour ne pas rallonger encore les entretiens mais ont été fixés a posteriori, ce qui constitue une des limites de la démarche. Les poids utilisés sont eux issus directement des questionnaires. Les valeurs obtenues sont rappelées dans le tableau ci-dessous.

critères	connectivité	naturalité	maturité	bois mort	arbres-habitats	manque à gagner	accueil public	risques naturels	risques sanitaires
moyenne naturalistes	2,3	3,2	3,5	2,1	2,5	0,9	1,0	0,7	0,6
bryophytes	1,5	3,3	4,0	3,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
lichens	2,0	4,0	2,5	2,0	1,5	0,5	0,5	0,5	0,0
champignons	1,3	3,5	4,0	2,8	2,5	0,8	1,5	0,3	0,8
insectes	3,0	3,3	3,9	2,4	3,6	1,9	1,4	1,4	1,0
oiseaux	2,6	2,5	3,5	1,4	3,4	1,1	0,8	1,1	0,8
chiroptères	3,6	2,8	3,3	1,0	3,8	0,9	1,6	1,2	1,2
gestionnaires	2,2	2,9	3,0	1,7	2,9	2,4	2,7	3,1	2,1

Valeurs des poids utilisés dans l'analyse Electre

Annexe 10 : description des îlots sélectionnés

Ilot A (parcelles 6, 1 et 2) – 11,7 ha

Le plus étendu des îlots sélectionnés est aussi celui qui réunit le plus de critères favorables : on est, dans la limite de ce qu'il était possible de faire sur cette forêt, manifestement proches de l'îlot « idéal ». L'essentiel de l'îlot est localisé dans une forte pente située en aval de falaises rocheuses, faiblement accessible. Le peuplement est constitué d'une hêtraie sapinière assez équilibrée en essence avec une forte présence de gros et très gros bois. On notera un nombre important de sapins « chandeliers » atteignant des diamètres très élevés ainsi que, dans la partie nord, de quelques uns des plus gros hêtres que l'on peut trouver sur l'ensemble de la forêt. La zone correspond aussi au secteur le plus riche en trous de pics qui a pu être repéré, à mettre en relation avec la présence de gros bois feuillus.

Malgré la forte pente, le rôle de protection est peu présent en raison essentiellement de l'absence d'enjeu. Les sapins chandeliers comme les gros hêtres n'ont qu'une très faible valeur économique en raison pour les premiers de leur conformation, pour les seconds de la trop forte nervosité du bois due aux conditions de croissance. De plus l'exploitation est très difficile dans la pente.

Il a été décidé de prolonger l'îlot au nord sur le plateau, d'une part pour varier les conditions microclimatiques, d'autre part pour y inclure une station d'érablaie à hautes herbes qui paraissait intéressante du point de vue écologique. Cette zone correspond également à une surface située de façon à ne pas gêner l'exploitation qui, sur le plateau, se fait par ailleurs dans de bonnes conditions

L'îlot est traversé dans sa partie sud par un sentier aménagé et signalisé qui mène à une table d'orientation. Cet aspect a été pleinement assumé et correspond à une volonté de concilier accueil du public et protection de la biodiversité. Un panneau explicatif, au côté de celui déjà existant au bas du sentier, soit à l'entrée du futur îlot, serait très souhaitable.

Enfin on notera que cet îlot abrite la seule station de *Lobaria pulmonaria* repérée sur la forêt, ce qui conforte un peu plus encore sa pertinence.

Ilots B et C (parcelle 4) – 0,8 et 0,8 ha

Ces deux îlots comportent quelques gros hêtres contrastant avec le taillis qui recouvre l'essentiel de la parcelle. Ils se situent en outre dans une des zones où les coupes sont les plus anciennes. Leur intérêt écologique reste cependant modéré mais ils jouent un rôle important de zone relais pour la partie nord de la forêt qui est très pauvre en gros bois.

La parcelle 4 est considérée comme présentant un enjeu de protection contre les risques naturels. On a donc veillé à situer ces deux îlots dans une zone de pente relativement faible, avec un sol plus stable que dans le reste du secteur. Enfin l'îlot initialement prévu a été divisé en deux parties, alignées sur les lignes de niveau, pour en limiter les surfaces individuelles.

Ilot D (parcelle 17) – 3 ha

Cet îlot est placé dans une zone bien desservie et comporte des bois d'assez forte valeur économique mais il est idéalement placé pour assurer la connectivité du réseau et surtout présente un degré de maturité très intéressant, avec une forte présence de gros bois et un bon

équilibre feuillus/résineux. La strate arborée est nettement dominée par le sapin et le hêtre et on trouve quelques arbres morts sur pied de bonnes dimensions. Un sentier balmisé traverse l'îlot, ce qui peut être à prendre en compte.

Ilot E (parcelle 19) – 4,9 ha

L'îlot E peut être divisé en deux parties : au nord, il s'agit d'une sapinière sur lapiaz, avec une forte part de gros et très gros bois. Gros diamètres et ouverture du peuplement rendent l'emplacement intéressant mais les feuillus, quoique présents en sous-étage dans la partie centrale, sont manifestement trop peu nombreux. On peut compenser ce déficit en étendant l'îlot au sud de la parcelle, très nettement dominée par la hêtraie. Les forts diamètres y sont nettement plus rares mais plusieurs cavités ont été repérées (voir notamment l'inventaire réalisé par C. Merzeau et O. Martin en 2005). Dans la partie nord la valeur économique du peuplement est non négligeable et l'accessibilité bonne, malgré la nature du terrain qui peut compliquer l'exploitation. Il s'agit d'un îlot où le sacrifice économique est donc à prendre en compte.

Ilot F (parcelle 26) – 1,8 ha

Cet îlot correspond au marteloscope mis en place en 2004. Il n'avait pas été très nettement mis en évidence par l'analyse Electre, même s'il restait bien classé. Cependant comme on y a de fait renoncé à toute exploitation, il semblait logique de l'intégrer au réseau. Si les gros et très gros bois sont bien représentés, le déficit en feuillus est assez marqué, même s'ils ne sont pas totalement absents. Un certain nombre d'arbres morts sur pied est déjà présent. Comme pour l'îlot A un dispositif de signalisation, complétant celui déjà existant pour le marteloscope, serait intéressant étant donné qu'un parking avec table de pique-nique se situe à proximité.

Ilot G (parcelle 27) – 1,3 ha

Cet îlot est très proche du marteloscope mais il en est séparé par une piste, assez fréquentée de surcroît, de sorte qu'on a préféré faire deux îlots distincts. On y trouve également une densité élevée de gros bois, essentiellement résineux mais la répartition feuillus/résineux est plus équilibrée, ce qui constitue un point positif. Le couvert est dense à moyennement dense, avec une trouée de faibles dimensions qui peut aussi avoir un intérêt pour les espèces.

Le problème peut venir de la proximité de la piste : on veillera à respecter une distance de 30 m, ce qui exclut des peuplements intéressants. On peut cependant plus considérer cette bande de terrain comme une zone tampon, où on se limitera à des interventions sanitaires sur les arbres pouvant représenter un risque, que comme une forêt gérée de façon classique.

Ilot H (parcelle 28) – 1 ha

Cet îlot est situé dans une forte pente caillouteuse avec un enjeu de protection modérément important. Il est uniquement constitué de feuillus : hêtres en mélange avec des tilleuls et des érables. La valeur du bois est manifestement faible et l'exploitation très difficile de sorte que le sacrifice économique est nul mais, comme pour les îlots B et C, il convient de prendre en compte le rôle de protection joué par le peuplement. Pour cela on a choisi une zone de léger replat en évitant les sols les plus instables et la surface a été limitée à un hectare.

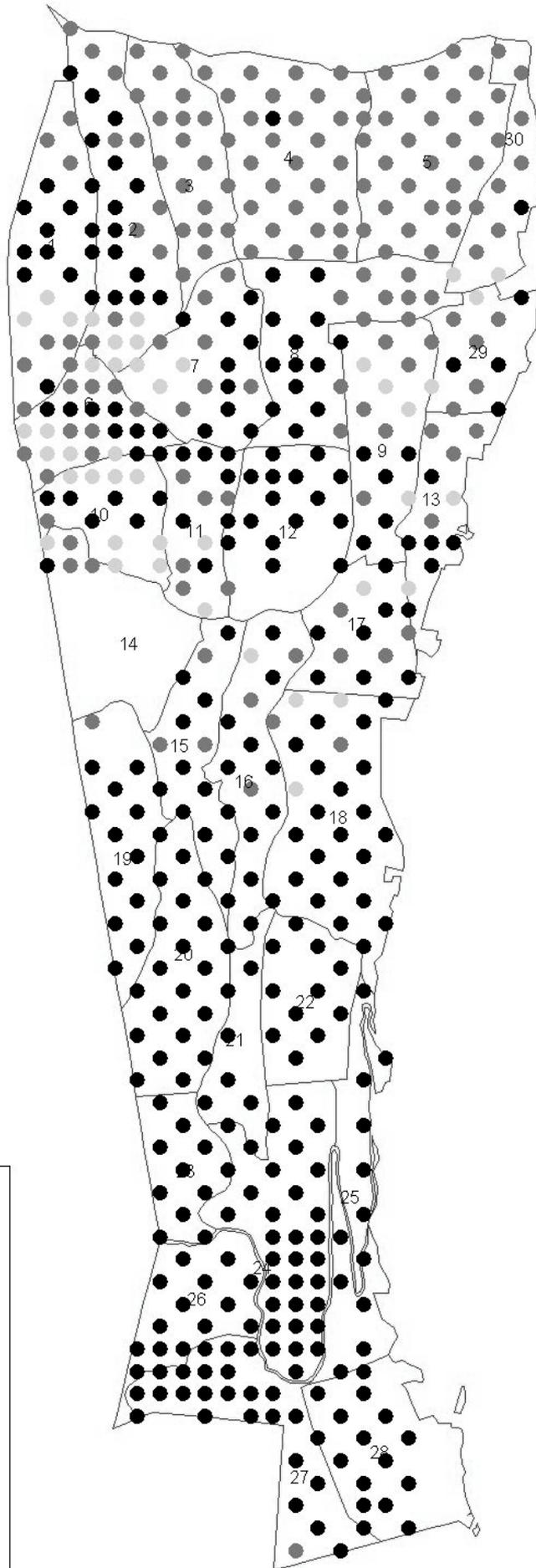
Annexe 11 : tableau récapitulatif des projets d'îlots

nom	surface (ha)	parcelle	hauteur dominante	essences dominantes	surface terrière (m²/ha)	maturité	val eco (€/ha)	val eco totale (€)	indice bois mort	indice arbres habitats	connectivité	naturalité	Risques sanitaires	accessibilité	station	Topographie
A	11,7	1-2-6	22	Hêtre-sapin-érable	18	6	3717	43365	65	4	7	7	0,1	faible	hêtraie sapinière mésoxérophile et mégaphorbiaie	bas de falaise et plateau
B	0,8	4	18	hêtre-tilleul	5	0	999	822	20	1	6	7	0,0	faible	hêtraie sapinière mésoxérophile	haut de versant
C	0,8	4	19	Hêtre	2	0	592	498	0	0	6	7	0,0	faible	hêtraie sapinière mésoxérophile	haut de versant
D	3,0	16-12	21	sapin-Hêtre-érable	20	20	9874	29776	25	1	9	9	0,0	très bonne	hêtraie sapinière mésoxérophile	replat
E	4,9	19	24	Sapin-Hêtre	25	14	17042	83870	22	0	7	5	0,0	bonne	hêtraie sapinière peu humide	replat
F	1,8	26	31	Sapin-hêtre	29	23	22795	41087	48	2	10	5	0,0	très bonne	hêtraie sapinière drainée	plateau
G	1,3	27	25,75	sapin-Hêtre-érable	22	23	11618	15436	30	1	9	6	0,3	très bonne	hêtraie sapinière drainée	plateau
H	1,1	28	19	Hêtre-érable-chêne	5,5	0,5	679,9	723	50	6	9,5	4,5	0,0	très faible	hêtraie sapinière sur sol peu évolué	haut de versant

Annexe 12 : valeurs moyennes de classement Electre pour les projets d'îlots

nom	classement naturalistes	classement chiroptères	classement bryophytes	classement champignons	classement insectes	classement insectes	classement oiseaux	classement gestionnaires gest
A	109	139	104	105	105	100	133	87
B	113	75	118	43	94	46	119	73
C	162	126	160	106	129	102	163	106
D	21	62	21	19	17	19	62	25
E	137	97	140	116	93	107	100	107
F	50	33	48	37	67	54	42	41
G	51	136	51	77	40	67	55	124
H	113	154	176	152	118	207	123	111
moyenne îlots	95	103	102	82	83	88	100	84
moyenne forêt	183	183	187	175	170	174	184	155

Rappel : les valeurs faibles correspondent aux placettes les mieux classées, c'est-à-dire les plus favorables à un îlot.



Forêt communale de la Motte-Servolex

connectivité du milieu

indice de facilité de déplacement des espèces

● 4 - 5

● 6 - 7

● 8 - 9

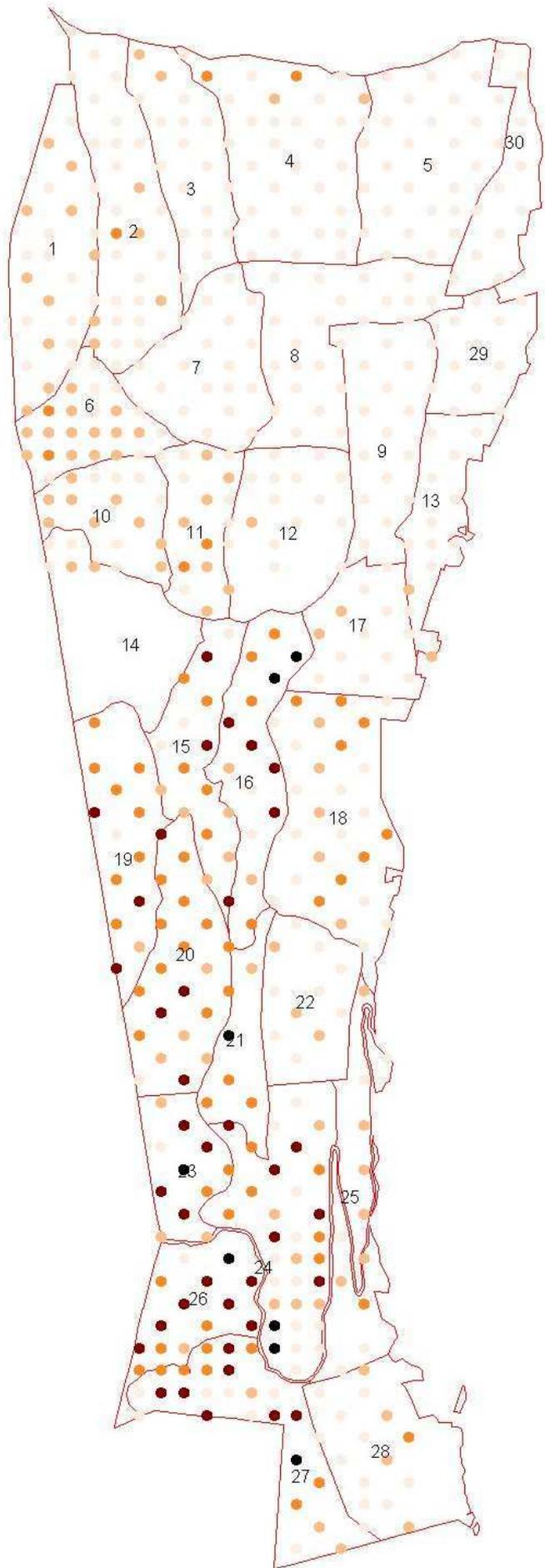
□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

indice de maturité des peuplements

indice de maturité

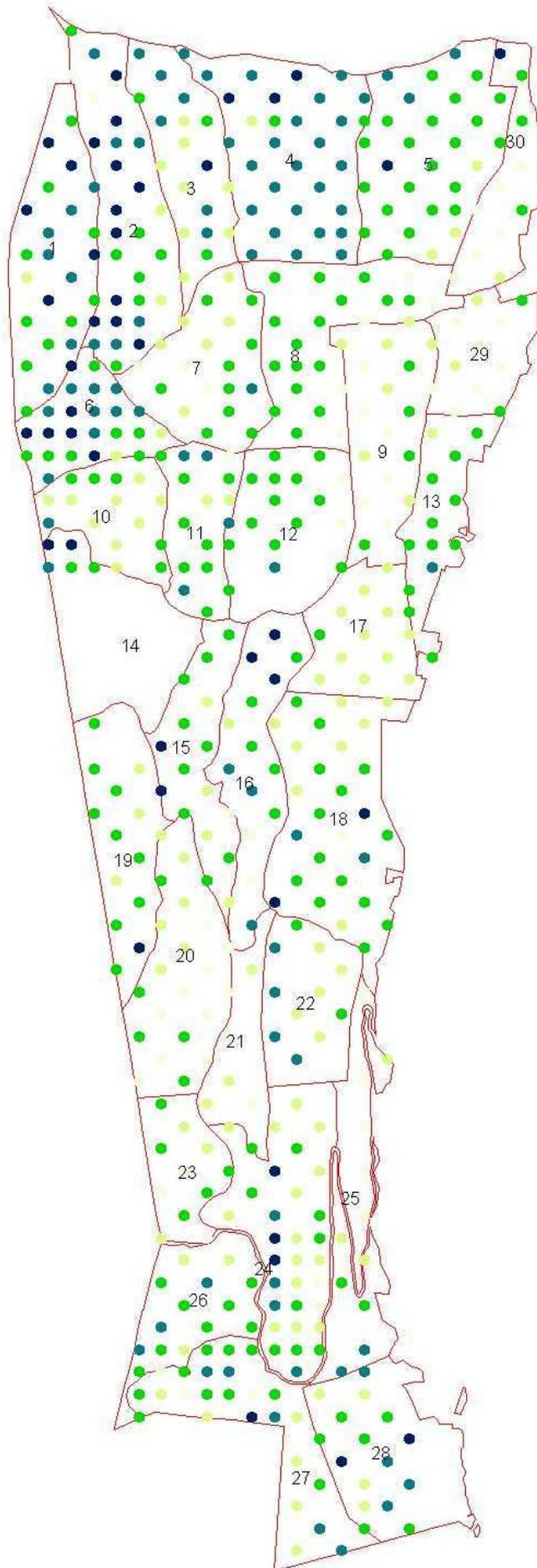
- 0 - 3
- 4 - 9
- 10 - 16
- 17 - 25
- 26 - 40

□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

indice de naturalité des peuplements

indice de naturalité

- 1 - 3
- 4
- 5 - 6
- 7
- 8 - 10

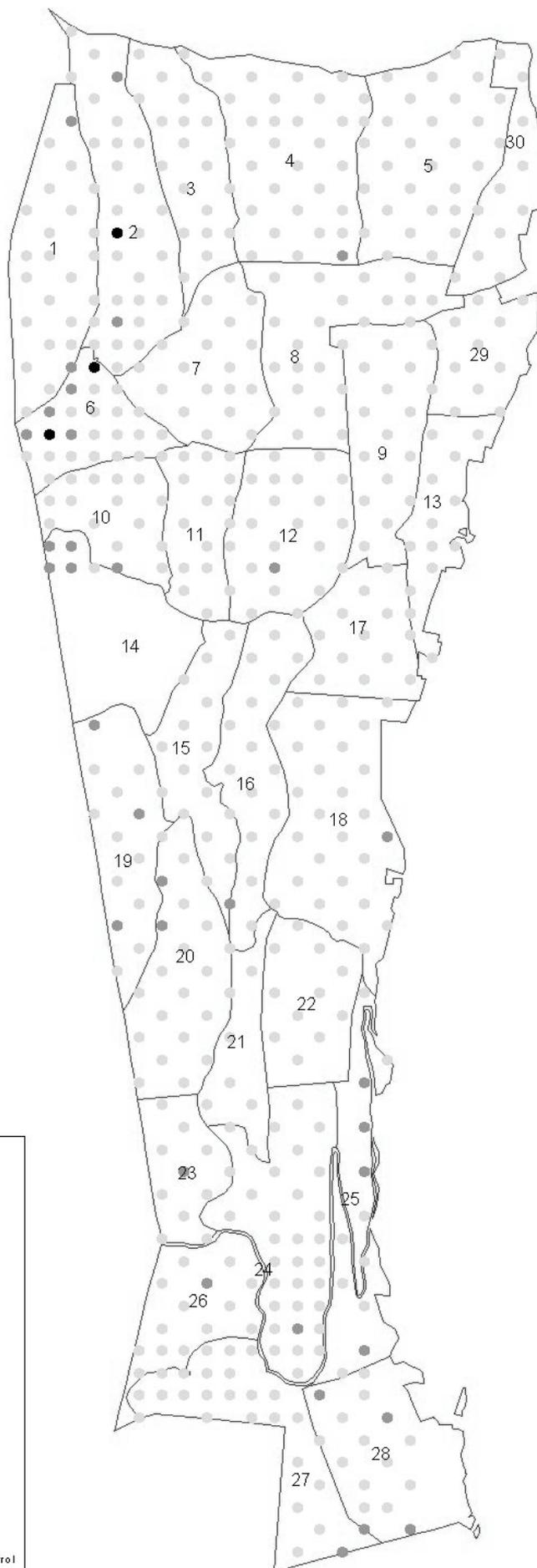
□ Périètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Office National des Forêts

Forêt communale de la Motte-Servolex

arbres-habitats

indice arbre habitat

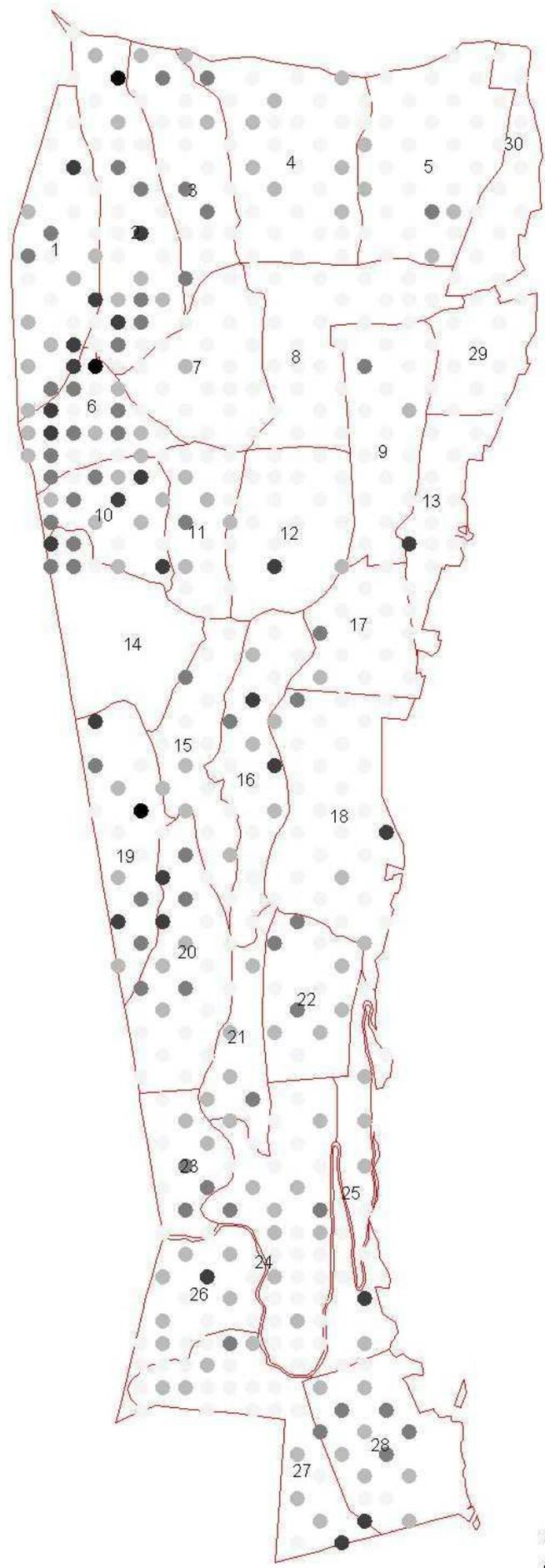
- 0 - 3
- 4 - 15
- 16 - 52

□ Périètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Présence de bois mort

indice de volume de bois mort

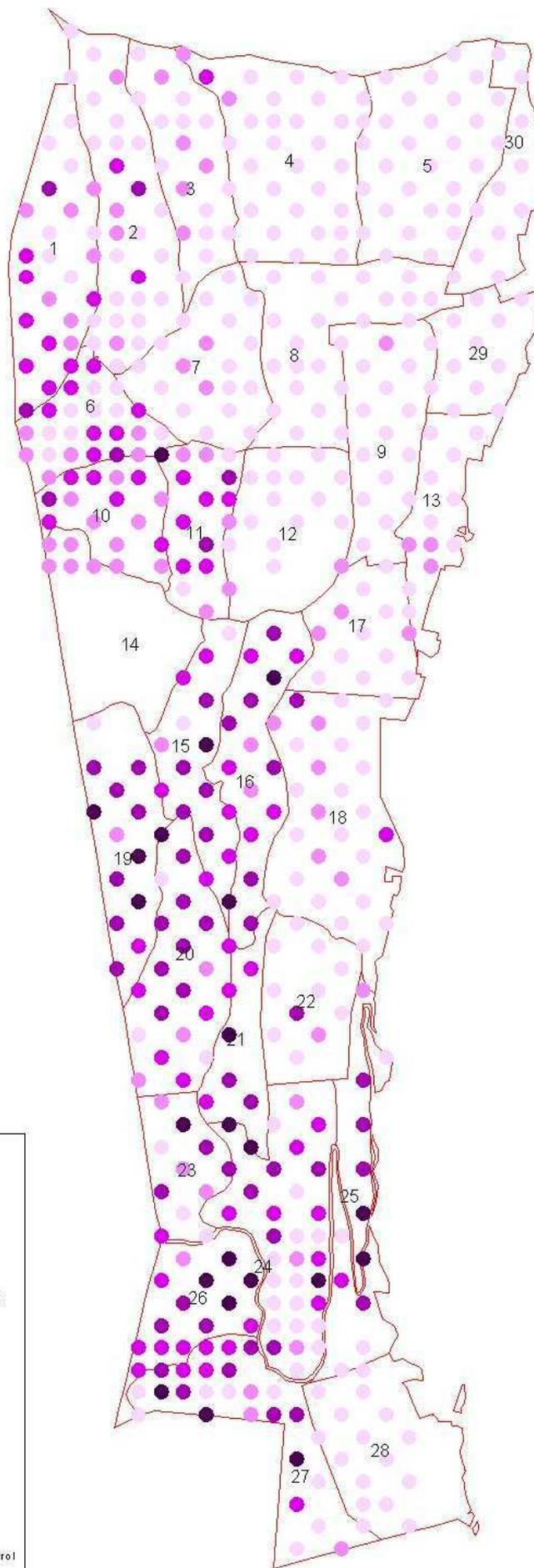
- 0
- 1 - 55
- 56 - 110
- 111 - 190
- 191 - 330

□ Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Estimation de la valeur économique des peuplements

valeur économique du bois en euros/ha

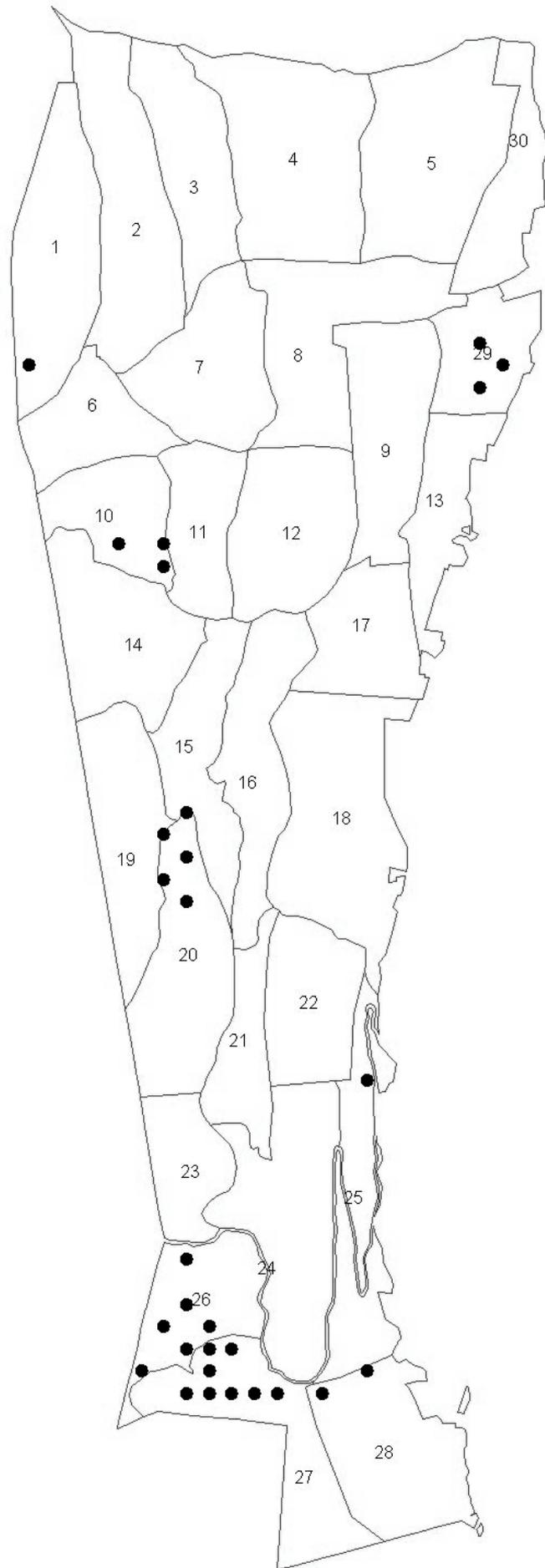
- 0 - 2455
- 2456 - 6742
- 6743 - 11843
- 11844 - 18628
- 18629 - 28496

□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

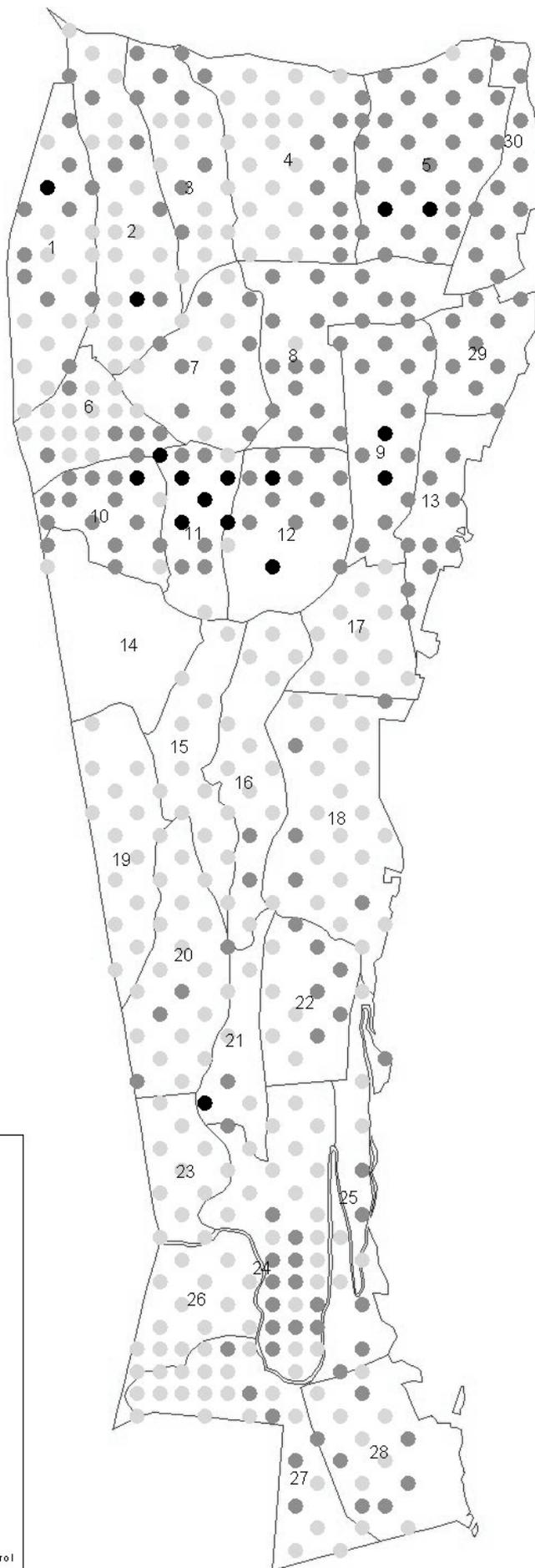
fréquentation par le public

- zones les plus fréquentées
- Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

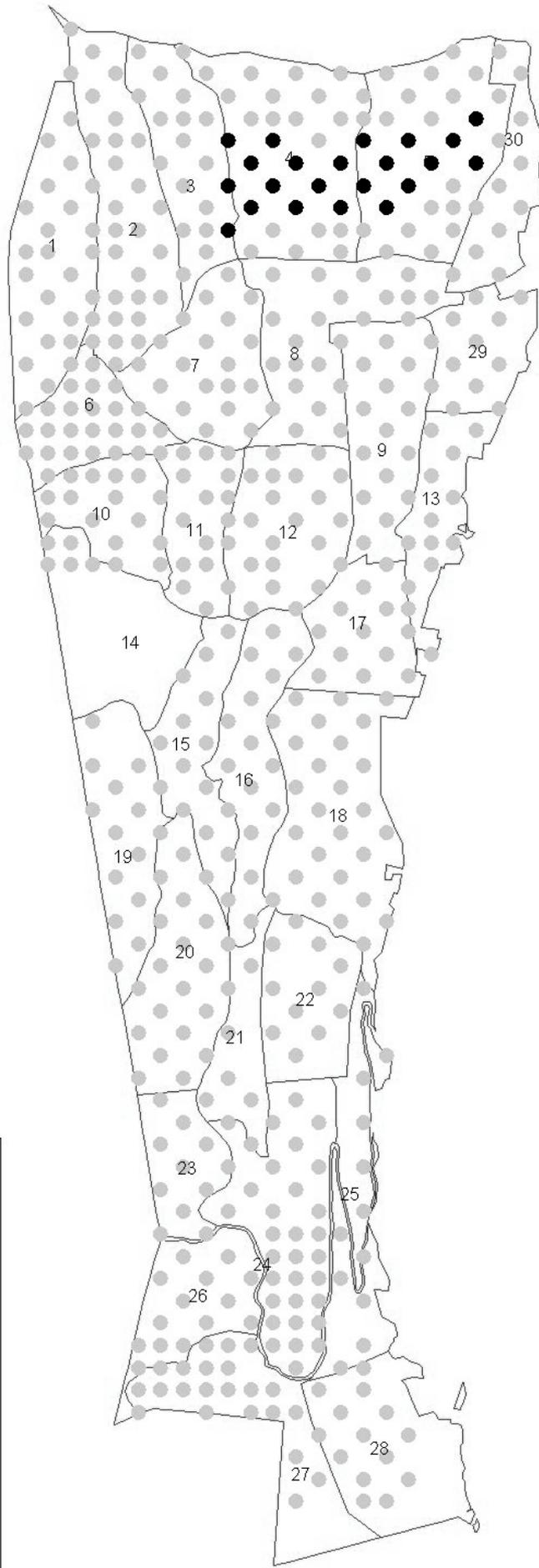
Risque de propagation des scolytes

- absence de risque
- risque modéré
- risque important
- Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

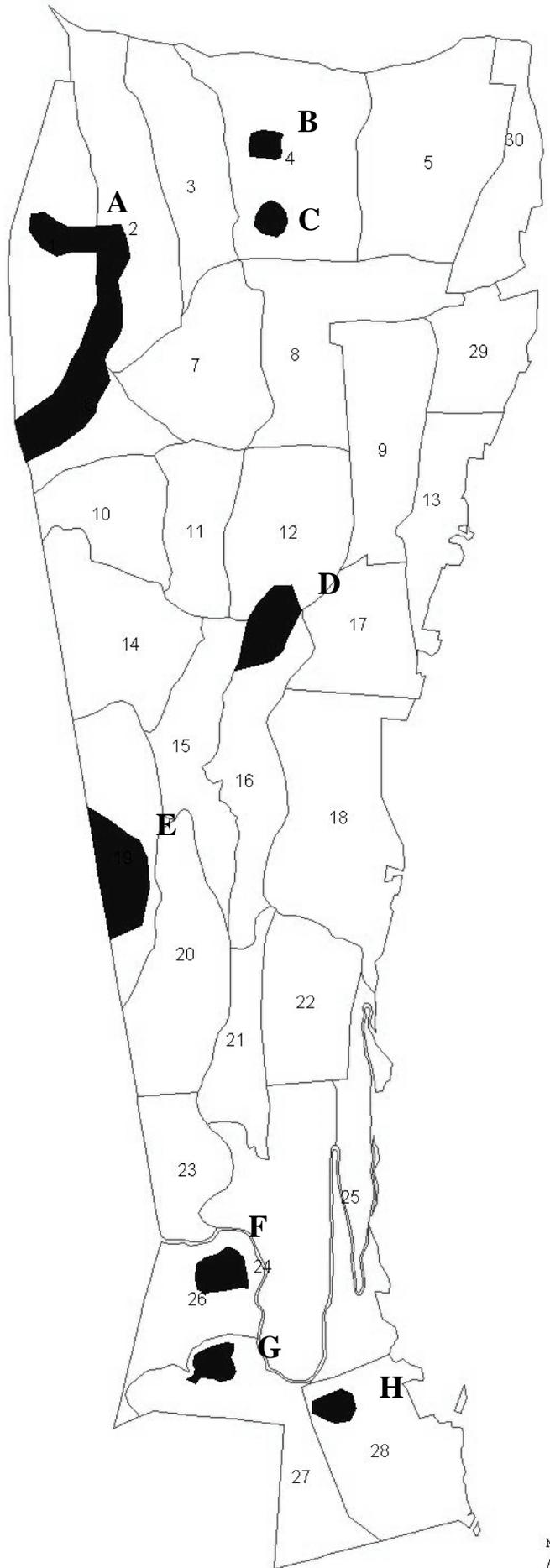
Risques d'aléa naturel

- absence de risques
- présence de risques
- Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Office National des Forêts

Forêt communale de la Motte-Servolex

Projet de réseau d'îlots de sénescence

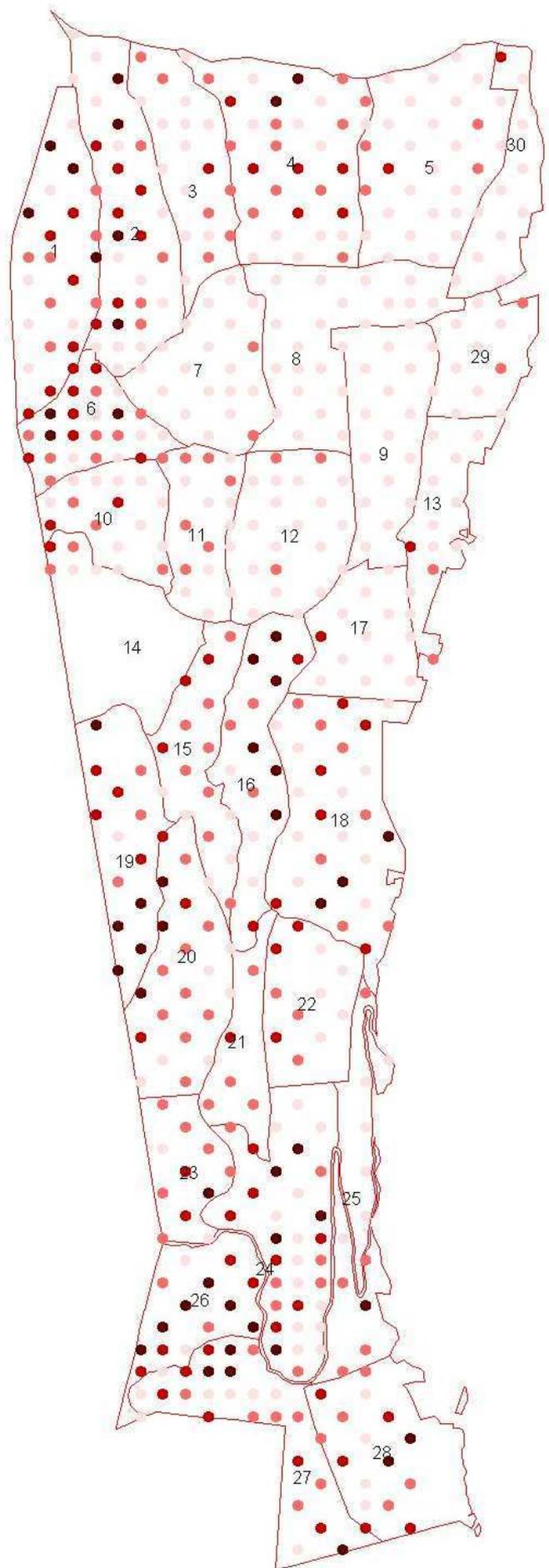
 projet d'îlot
 Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères naturalistes

classement de la placette

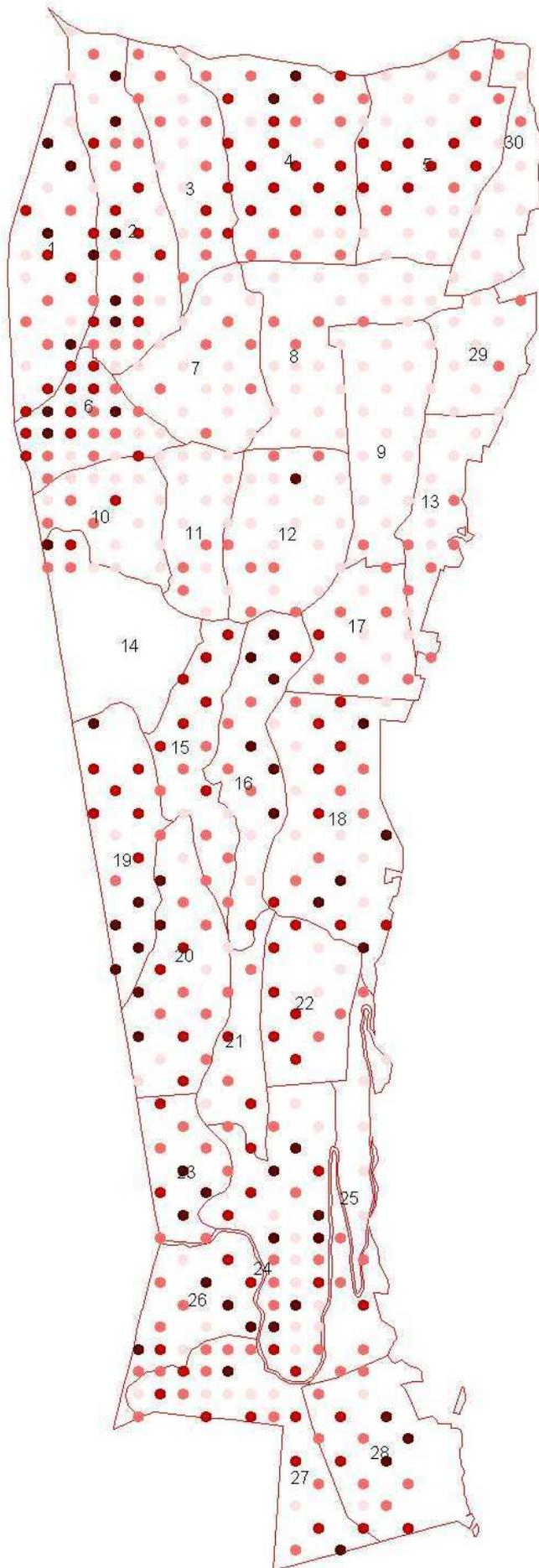
- 1 - 50
- 51 - 120
- 121 - 200
- 201 - 322

□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères gestionnaires

classement de la placette

- 1 - 50
- 51 - 120
- 121 - 200
- 200 - 300

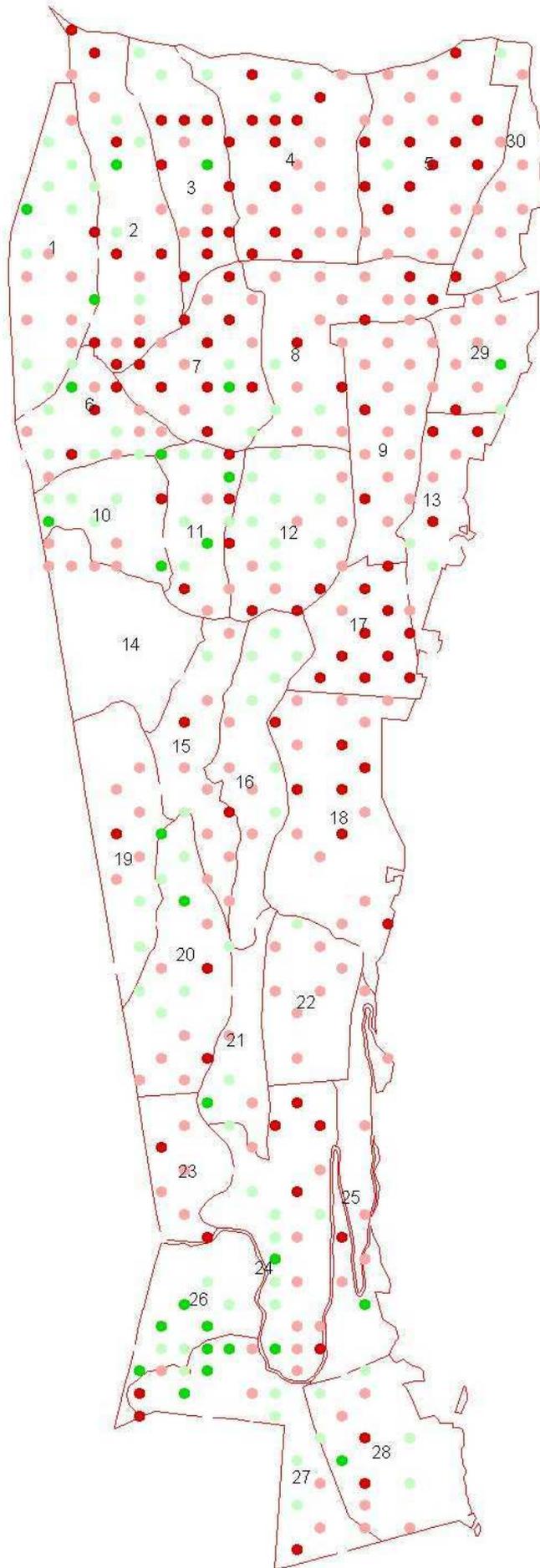
□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Comparaison des classements îlots naturalistes-gestionnaires

différence de classement

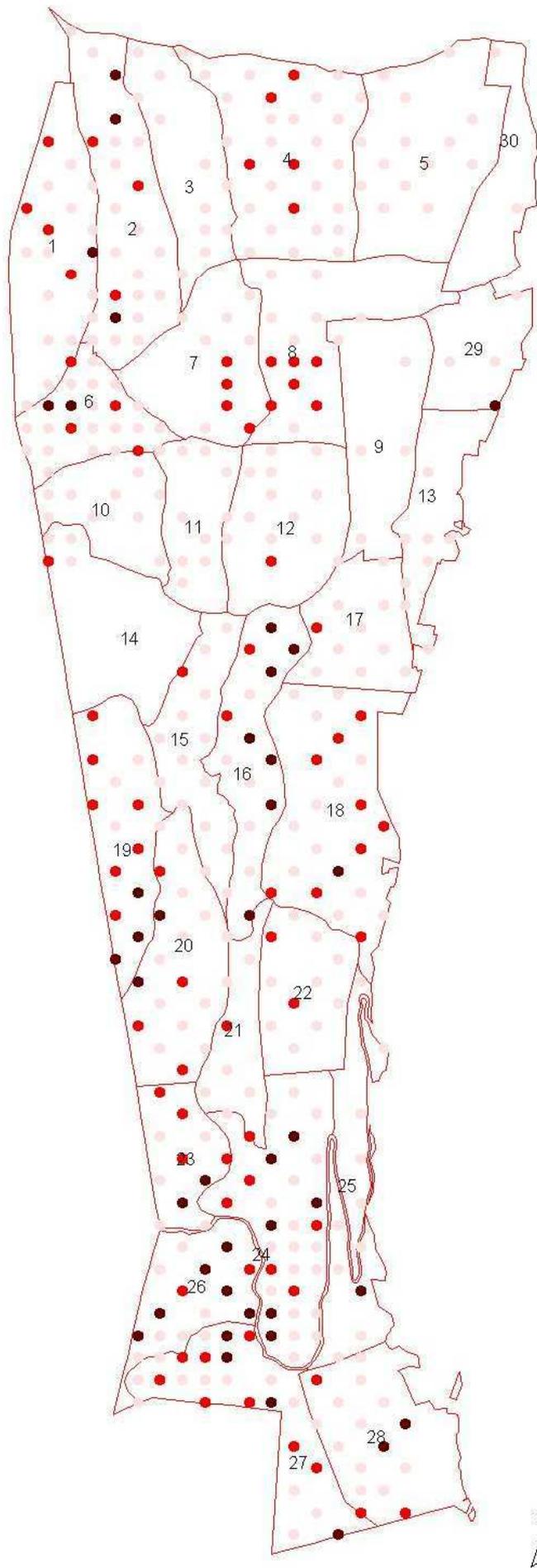
- -118 - -39
- -38 - 2
- 3 - 29
- 30 - 58
- 59 - 120

□ Périimètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères "oiseaux"
 classement de la placette

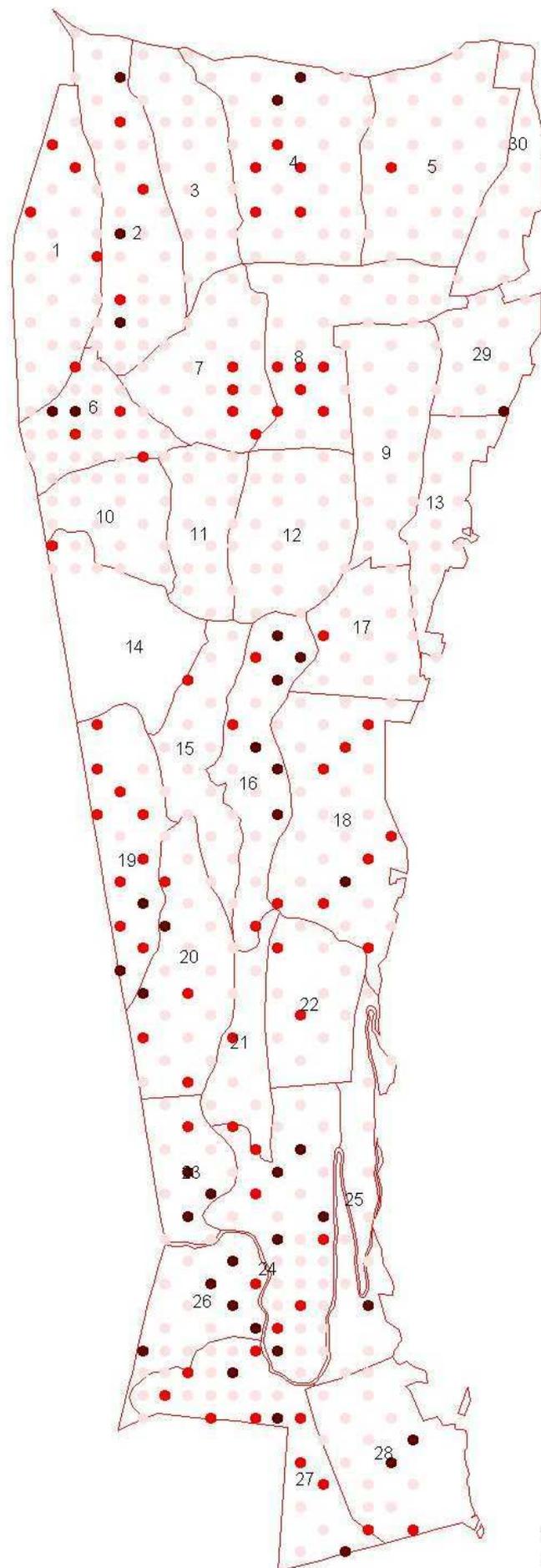
- 2 - 40
- 41 - 100
- 100 - 400

□ Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères "chiroptères"

classement de la placette

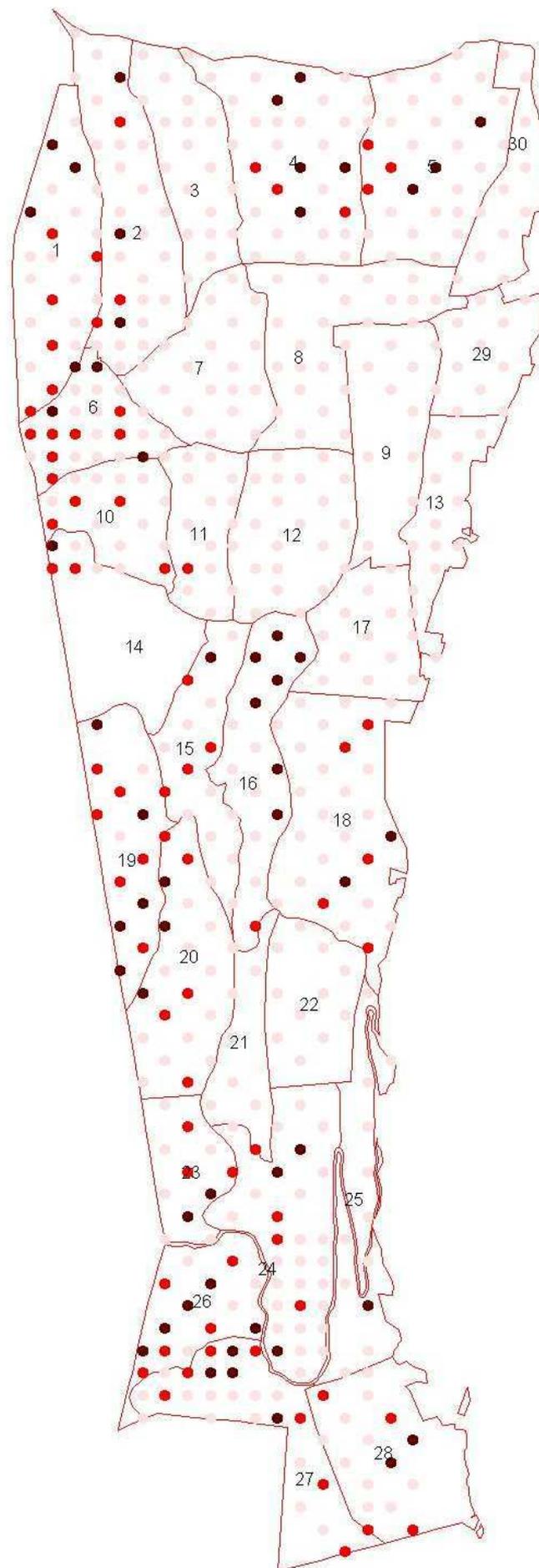
- 1 - 40
- 41 - 100
- 101 - 329

□ Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères "insectes"

classement de la placette

- 3 - 40
- 41 - 100
- 101 - 303

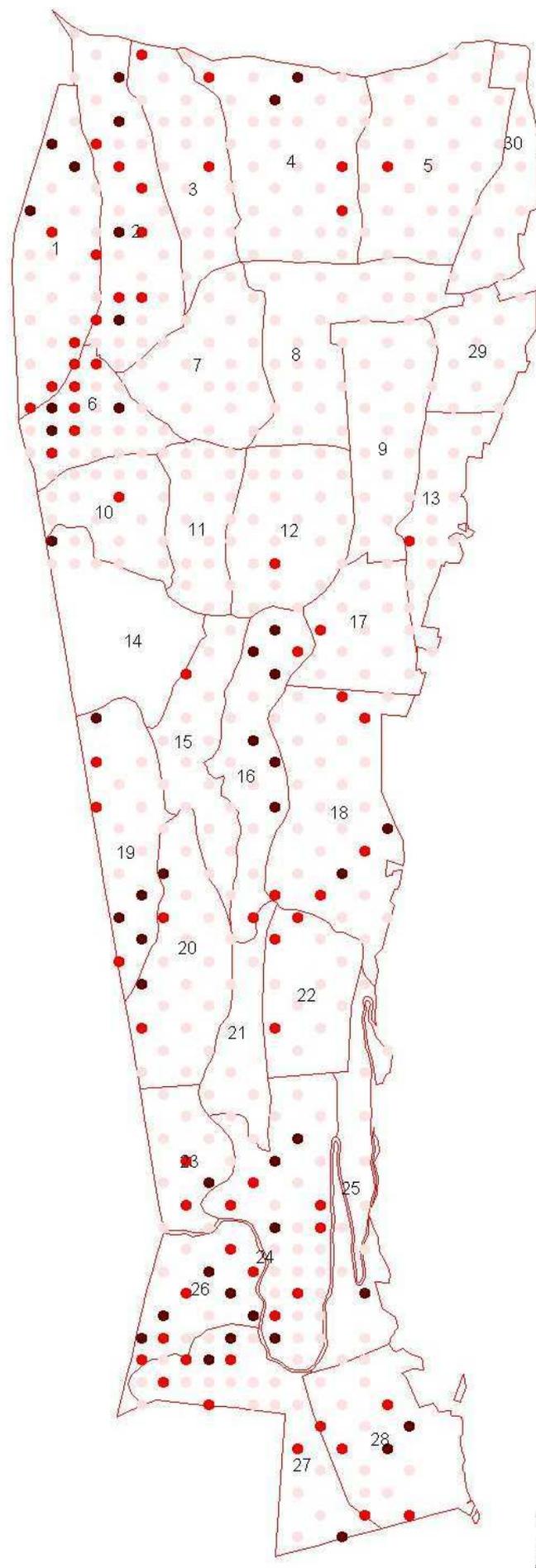
□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères "bryophytes"

classement de la placette

- 3 - 40
- 41 - 100
- 100 - 330

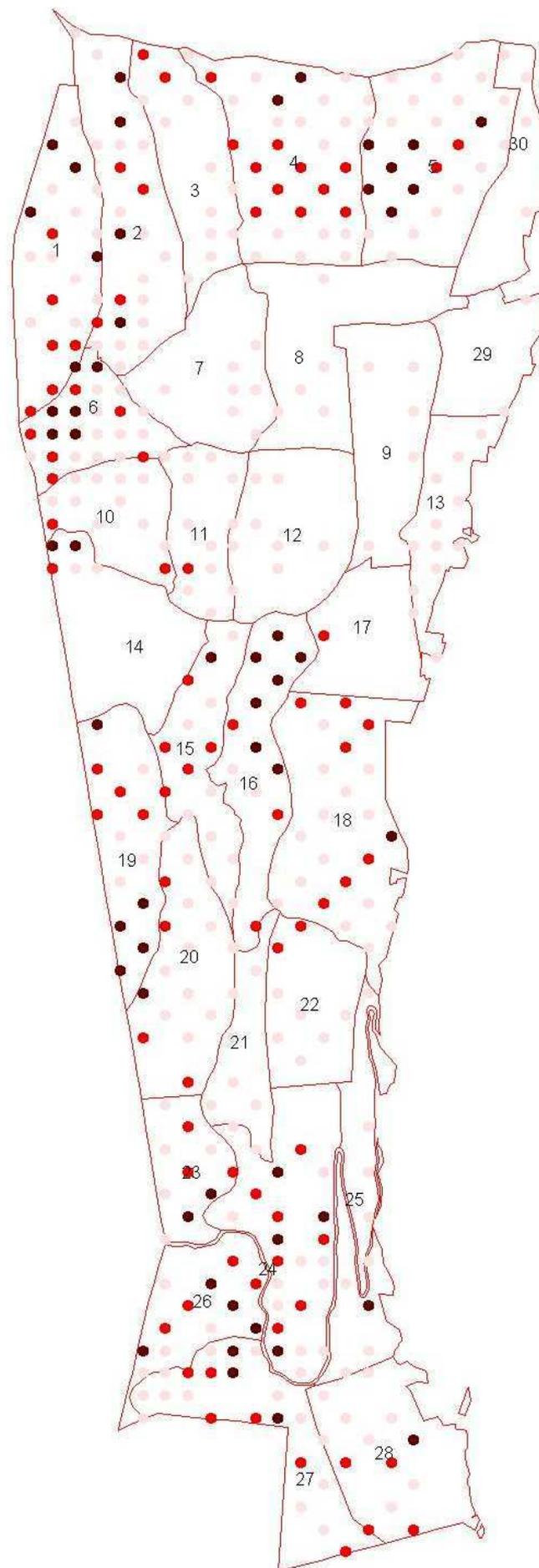
□ Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

**Classement des îlots potentiels
selon les critères "lichens"**

classement de la placette

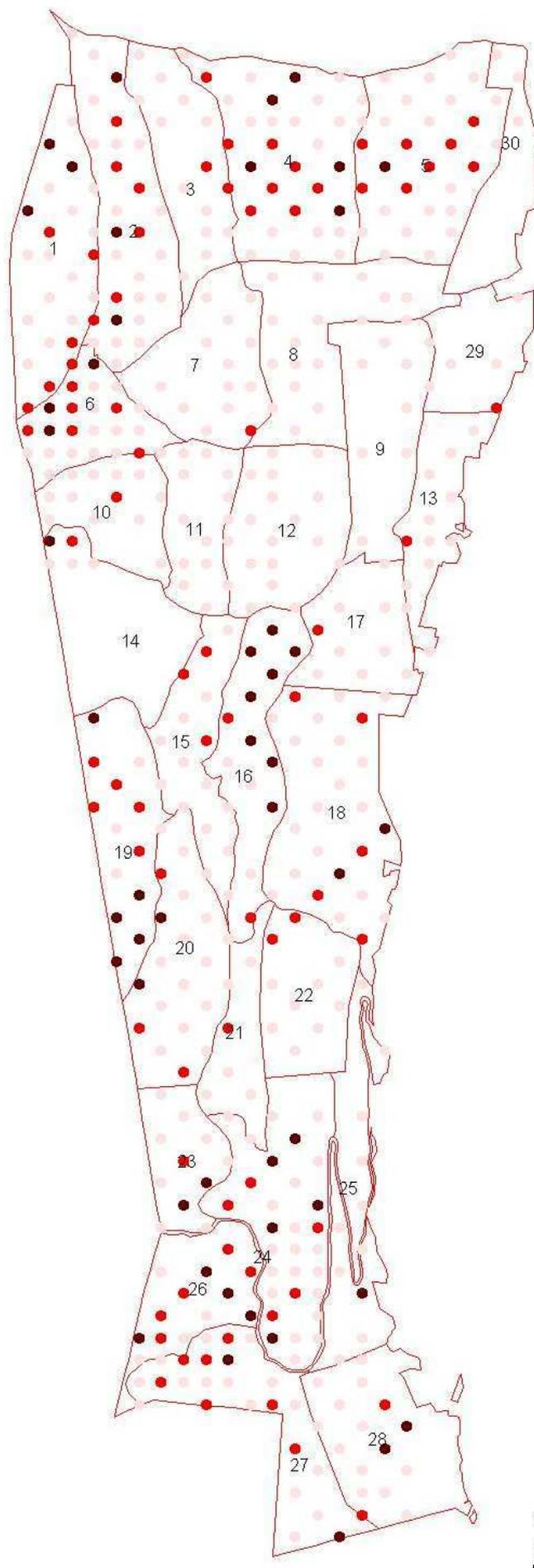
- 2 - 40
- 41 - 100
- 101 - 400

□ Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Classement des îlots potentiels selon les critères "champignons"

classement de la placette

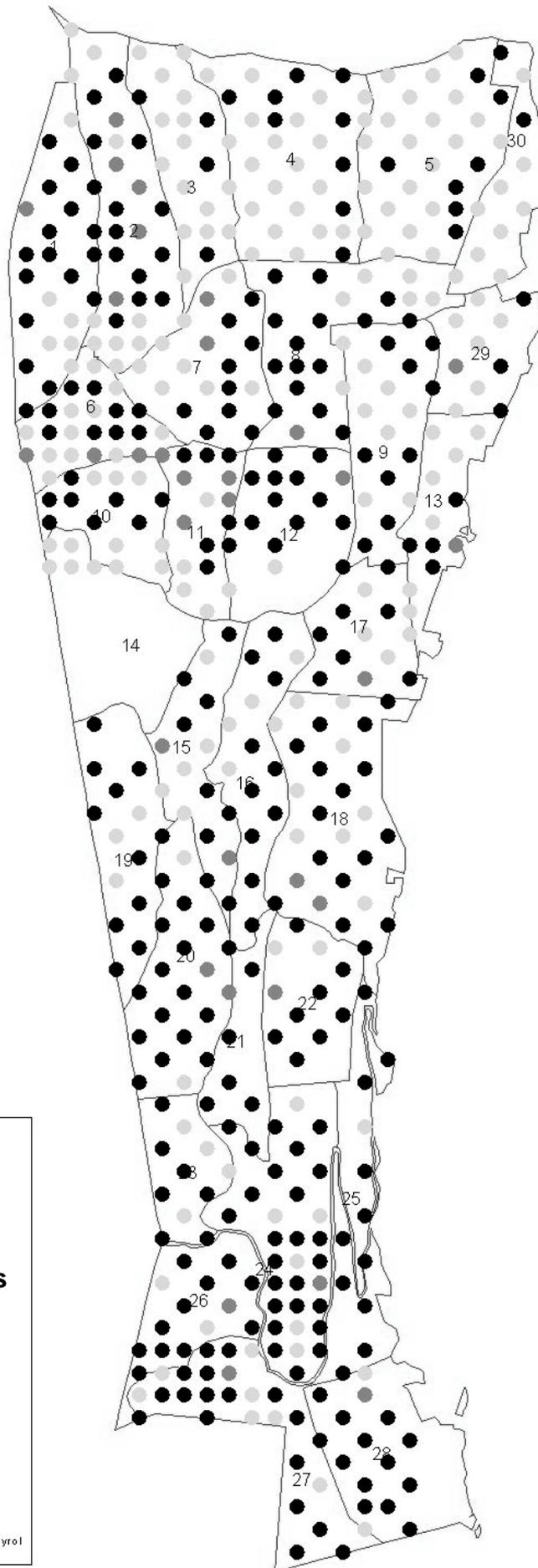
- 3 - 40
- 40 - 100
- 101 - 285

□ Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Connectivité des peuplements pour l'avifaune

indice de facilité de déplacement des espèces

● 1 - 2

● 3 - 8

● 9 - 10

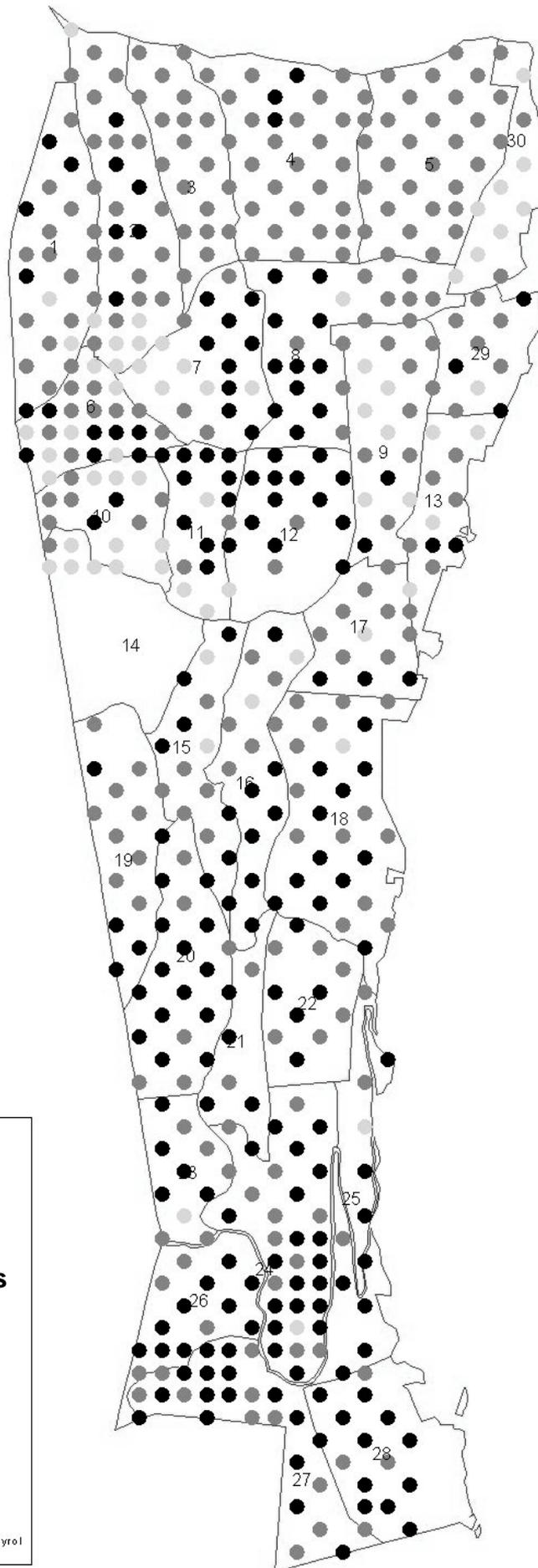
□ Périimètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Connectivité des peuplements pour les chiroptères

indice de facilité de déplacement des espèces

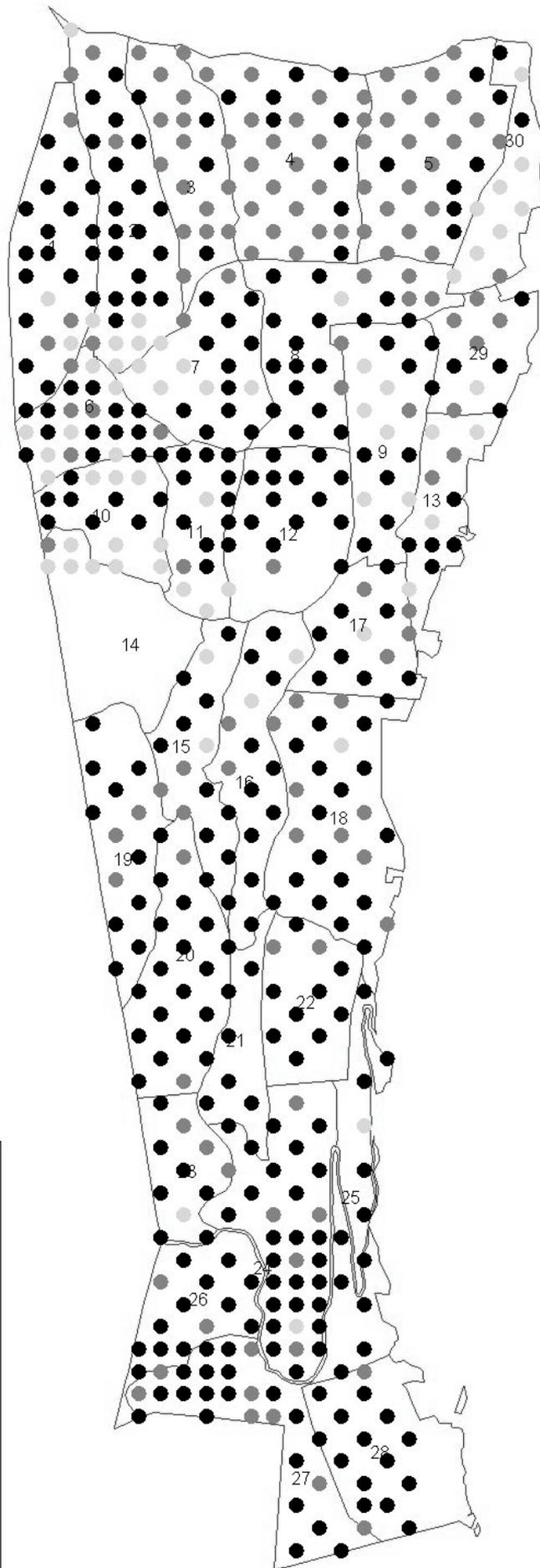
- 3 - 4
- 5 - 8
- 9 - 10

□ Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Connectivité des peuplements pour les insectes

indice de facilité de déplacement des espèces

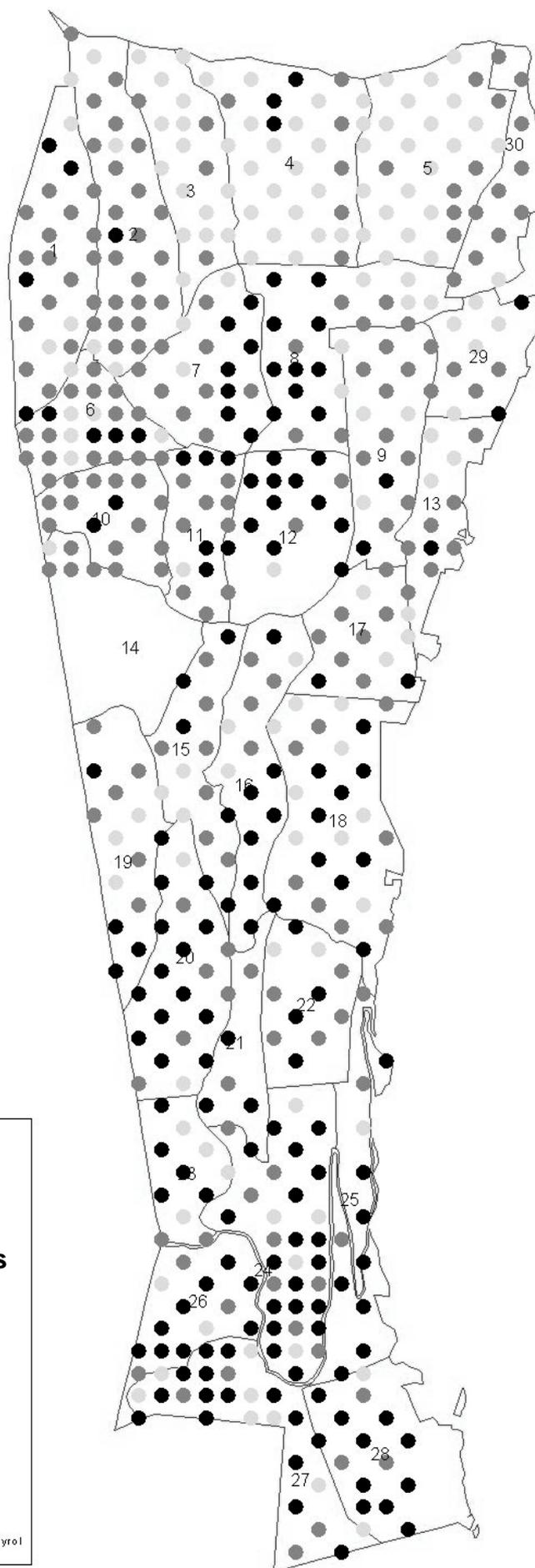
- 4
- 5 - 6
- 7 - 9

□ Périimètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres

07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Connectivité des peuplements pour les lichens

indice de facilité de déplacement des espèces

- 5
- 6 - 8
- 9 - 10

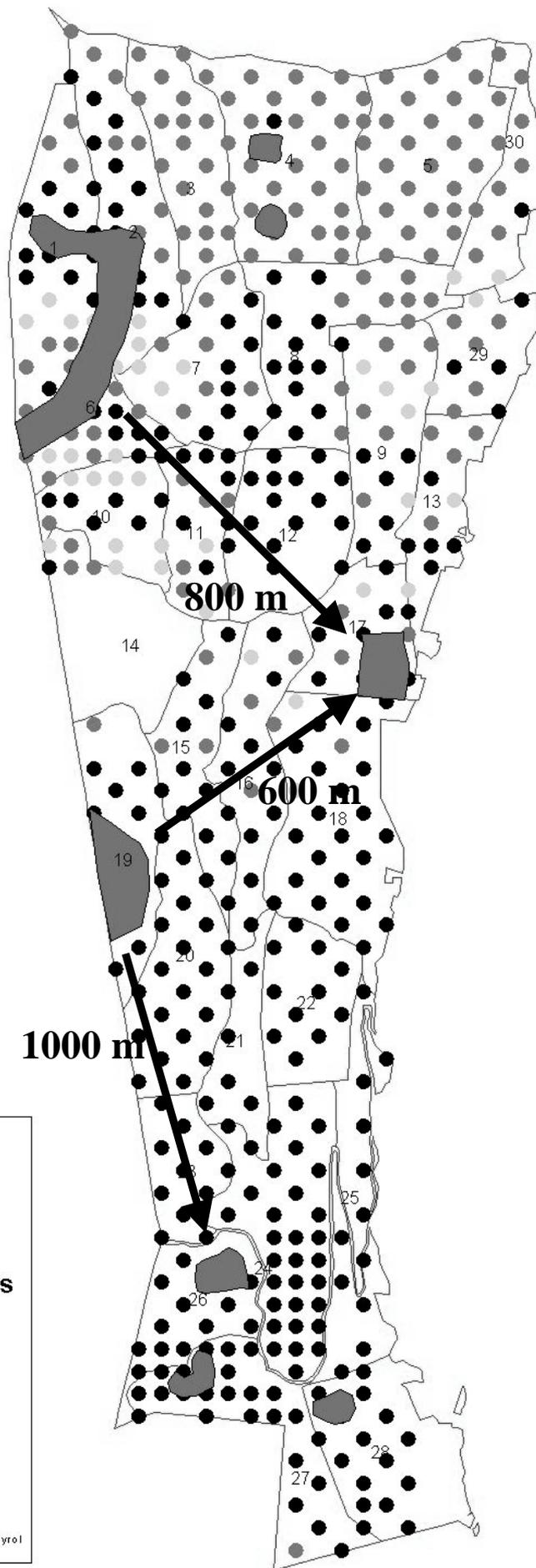
□ Périimètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Office National des Forêts

Forêt communale de la Motte-Servolex

Corridors potentiels inter-ilot

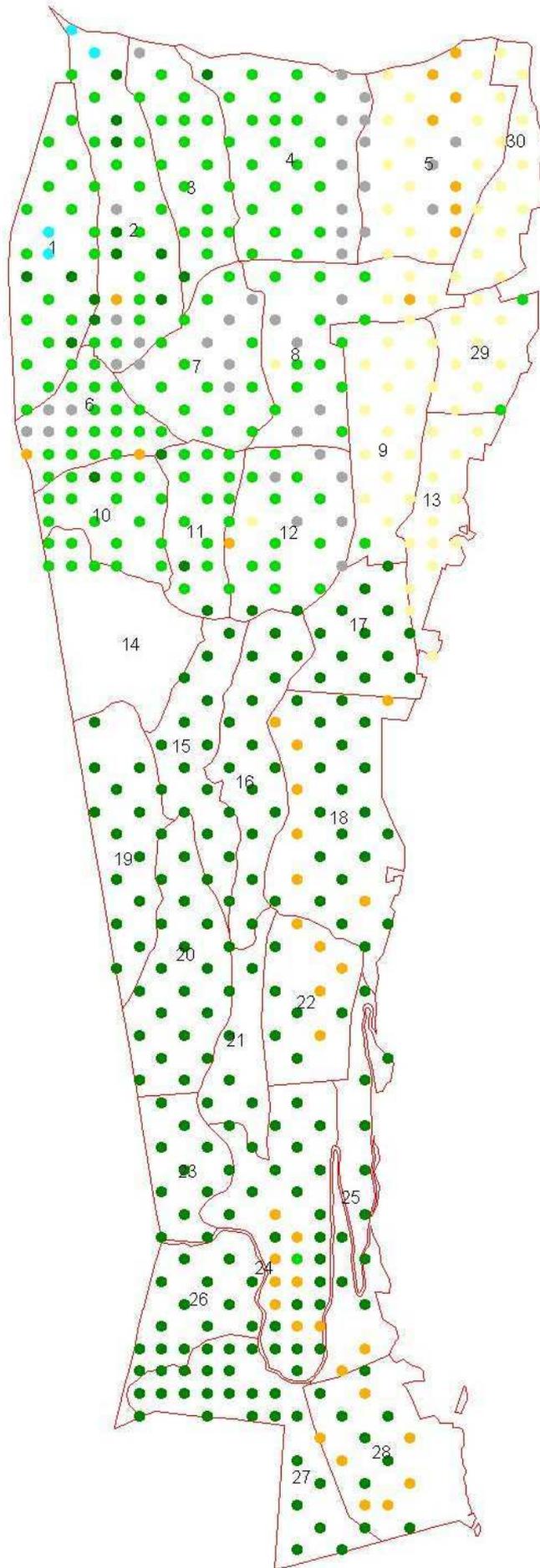
- projet d'ilot
- indice de facilité de déplacement des espèces
 - 4 - 5
 - 6 - 7
 - 8 - 9
- Périmètre et parcellaire

200 0 200 400 Mètres



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol





Forêt communale de la Motte-Servolex

Stations forestières

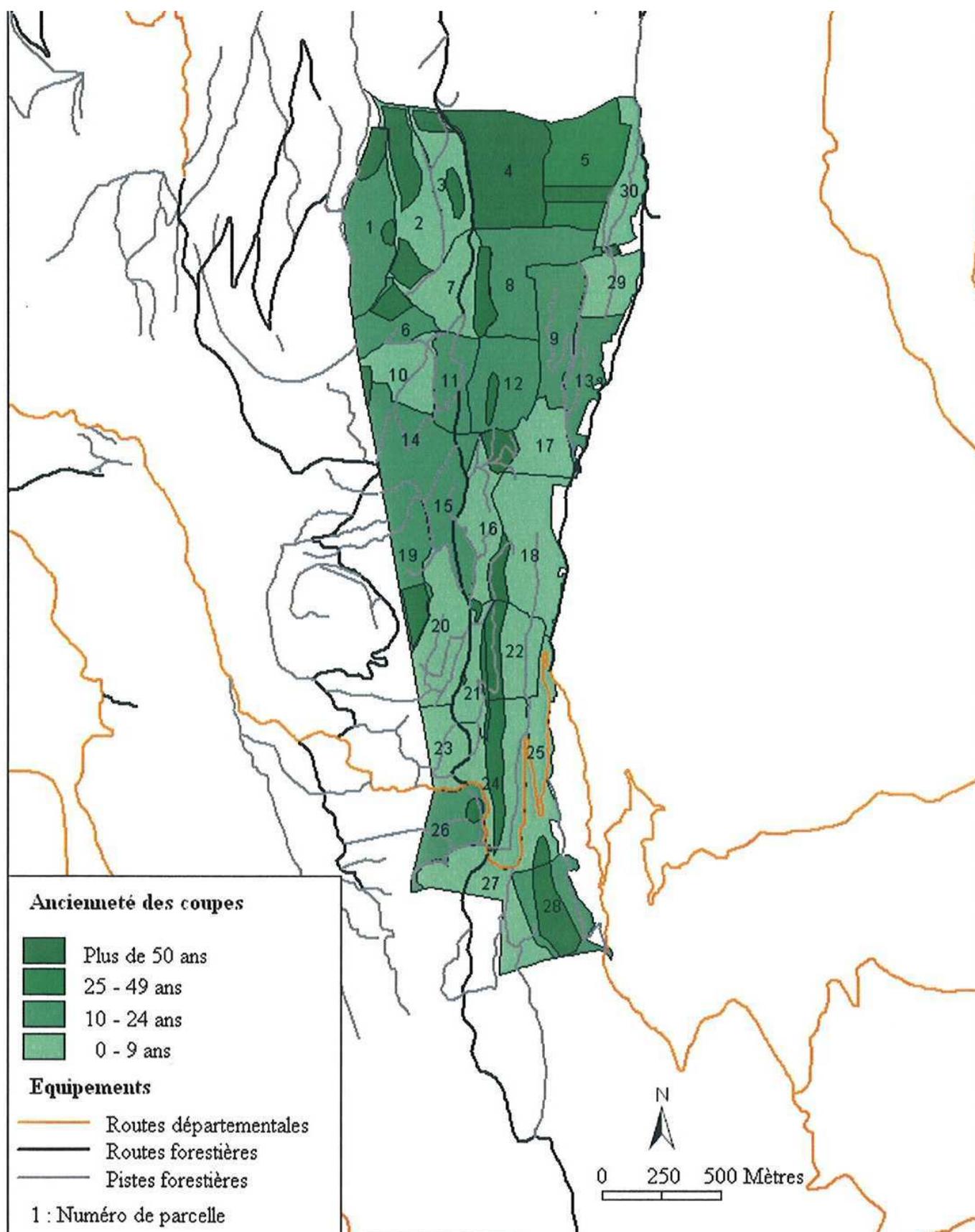
- Chenaie et hêtre-chenaie col
- Erable à hautes herbes
- Forêt des sols peu évolués
- Forêts de ravins et d'éboulis
- Hêtre-sapinière drainée ou p
- Hêtre-sapinière sèche
- Périmètre et parcellaire



07/2009 - réalisation P. Rouveyrol



Annexe 38 : carte de l'ancienneté des coupes



Source : O. Martin et C. Merzeau - 2005

Annexe 39 : Questionnaire destiné aux naturalistes

Avant-propos

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre du projet Interreg franco-suisse « vieux arbres source de vie » dont l'objectif est d'élaborer, à l'attention des gestionnaires, des critères, des méthodes et des indicateurs de succès pour la conservation et la gestion des vieux arbres et du bois mort. Il s'agit plus précisément de recueillir votre avis de naturaliste concernant la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence en forêt de montagne. Les résultats de cette première phase d'enquête seront par la suite testés sur le terrain et leur validation sera soumise à des études scientifiques avant d'aboutir à la rédaction de guides de gestion des vieux arbres et du bois mort.

Un **îlot de sénescence** correspond à **une surface forestière laissée en libre évolution**, sans intervention, **jusqu'à son terme physique**. Il se distingue donc de l'îlot de vieillissement où l'âge d'exploitabilité est allongé jusqu'au double de sa valeur mais qui garde une vocation de production.

Le principe du questionnaire est de vous proposer une série de critères portant sur le milieu où installer l'îlot ou les stratégies à privilégier. Pour chaque critère, il vous sera demandé de **choisir la modalité la plus favorable à l'espèce ou aux groupes d'espèces** relevant de votre domaine de spécialité. L'idée est de déterminer quels sont les critères qui peuvent permettre de localiser les îlots potentiels et de hiérarchiser ces critères. Le contexte est celui des **forêts de l'étage montagnard**.

Il est généralement possible de choisir plusieurs réponses pour une même question. Des lignes sont prévues sous chaque question pour d'éventuels commentaires. Si les espèces concernées ont des exigences écologiques trop différentes, vous pouvez remplir plusieurs questionnaires ou préciser quelle est l'espèce considérée si ces différences ne touchent qu'un nombre limité de questions. L'objectif de ce questionnaire est de recueillir des connaissances d'experts, vous n'avez donc pas besoin pour répondre de vous appuyer sur des publications scientifiques : il s'agit plus de vous fier à votre expérience de naturaliste en la matière.

Un questionnaire similaire a été élaboré à l'attention des gestionnaires. A la fin de ce document, il vous sera demandé de remplir un tableau dont le but est d'obtenir les importances relatives de chaque grand type de critères dans la mise en œuvre d'un réseau d'îlots de sénescence.

Comment caractériser un îlot de sénescence ?

Questionnaire à l'attention des naturalistes

Nom :

1- Quel est votre domaine (s) de spécialité (s) ?

- Bryophytes Lichens Champignons Entomofaune Avifaune
 Chiroptères Autres mammifères Herpétofaune Autre (préciser) :

2- Quelles espèces, qui seraient favorisées par la mise en place d'îlots de sénescence, allez-vous considérer en remplissant ce questionnaire ?

.....
.....
.....

A. Stratégie générale de choix des îlots

A.1. Dimensions, forme et structure de l'îlot

3- Quelle est la surface minimale pour qu'un îlot de sénescence remplisse correctement ses fonctions vis-à-vis du groupe d'espèce considéré ?

- < 0,25 ha 0,25 à 0,9 ha 1 à 2 ha 3 à 5 ha 6 à 10 ha 11 à 15 ha > 15 ha :

.....
.....

4- La délimitation de l'îlot doit-elle se faire sur la base de la surface mise en îlot

du volume sur pied des arbres mis en îlot

.....
.....

Si la délimitation par le volume est préférable, quel le volume minimal pour un îlot ?

- < 50 m³ 50 à 100 m³ 100 à 500 m³ 500 à 1000 m³ 1000 à 3000 m³ > 3000 m³

5- Est-il préférable que la forme de l'îlot soit circulaire allongée indifférente

.....
.....

6- Y a t il une largeur minimale pour un îlot de sénescence ? oui non

Si oui combien ? < 10 m 10-25 m 25-60 m 60-100 m > 100 m

.....
.....

7- Est-il nécessaire d'établir une zone tampon autour de chaque îlot ? oui non

- Si zone tampon : quel traitement y appliquer ?

.....
dimensions de la zone ?

8- Est-il nécessaire de matérialiser l'îlot sur le terrain ? oui non indifférent

.....
.....

A.2. Le réseau d'îlots

9- Quelle part d'un massif est-il nécessaire de mettre en îlot de sénescence ?

<0,5 % 0,5 à 1% 1 à 2 % 3 à 5 % 6 à 10 % 10 à 15% > 15%

.....
.....

10- Instaurer une surface minimale (de l'ordre de 200 ha) pour un massif au dessous de laquelle on ne mettra pas en place d'îlots a-t-il un impact important pour les espèces concernées?

oui non non seulement si massifs isolés

.....

11- Où vous semble-t-il préférable de placer les îlots dans les massifs :

en périphérie du massif au centre du massif dans les deux situations indifférent

.....

12- Est-il important de placer des îlots aussi dans les stations les plus productives ?

oui non

.....
.....

A.3. Îlots et politique de conservation de la biodiversité

13- Par rapport aux îlots de sénescence et pour les espèces considérées, les îlots de vieillissement sont:

équivalents inutiles moins utiles néfastes préférables complémentaires

.....
.....

14- Quelle est pour vous la politique de conservation la plus efficace pour les espèces de votre spécialité ? (Hiérarchiser le cas échéant)

- La mise en place d'îlots de vieux arbres
- Le maintien d'arbres favorables de façon diffuse au sein du peuplement
- L'augmentation du nombre de réserves intégrales
- L'allongement des cycles sylvicoles

.....
.....

15- Quelles autres mesures de conservation alternatives (ou complémentaires) à l'îlot de sénescence ?

.....
.....

16- En l'absence de milieu de type îlot de sénescence, existe-t-il des microhabitats alternatifs que l'espèce peut exploiter ?

.....
.....

17- Selon vous l'îlot doit-il être plutôt adapté :

- au type de milieu forestier dans lequel il s'insère
- aux espèces que l'on veut protéger dans cette zone

.....
.....

A.4. Mise en place d'îlots et inventaires biologiques

18- La présence des espèces à protéger est-elle pour la mise en place d'un îlot

- nécessaire
- favorable mais non indispensable
- plutôt favorable mais critère peu pertinent
- indifférente

.....
.....

19- La présence sur le terrain d'espèces indicatrices est-elle pour la mise en place d'un îlot un critère

- nécessaire
- favorable mais non indispensable
- plutôt favorable mais critère peu pertinent
- indifférent

si critère pertinent, quelles espèces sont concernées ?

.....

20- La présence de signes de reproduction active est-elle nécessaire ? oui non

si oui lesquels ?

.....

21- Une évaluation préliminaire de la biodiversité est-elle :

- essentielle
- utile mais facultative
- inutile

.....
.....

B. Contexte : l'îlot dans le peuplement forestier

B.1. Milieu naturel dans lequel se situe l'îlot

22- Lequel des types forestiers suivants vous paraît le plus propice à la mise en place d'un îlot de sénescence, en terme de

- composition en essence : Feuillus Résineux Mixtes
- densité : forêt dense forêt peu dense forêt ouverte
- pré-bois (pâturage boisé) mosaïque champs-bosquets

.....

B.2. Gestion du peuplement où se situe l'îlot

- *Description de la gestion en cours*

23- Le(s)quel(s) des traitements sylvicoles suivant vous paraît le plus propice pour un îlot potentiel ?

- Taillis
- Taillis sous futaie
- Hors gestion
- Futaie régulière (préciser structure : Petit bois
 - Bois moyen
 - Gros bois)
- Futaie irrégulière (préciser classe dominante: Petit bois
 - Bois moyen
 - Gros bois)

24- En matière d'ancienneté de l'occupation forestière, quelles sont les exigences des espèces considérées en matière de :

- Origine de la forêt : Très ancienne (couvert continu depuis plusieurs siècles)
 - Ancienne (couvert continu depuis un à deux siècles)
 - Ancienne en futaie régulière ou taillis
 - Plantation
 - Forêt spontanée issue de déprise agricole
 - Indifférent
- Date des dernières coupes > 50 ans
 - 30-50 ans
 - 10-30 ans
 - < 10 ans
 - indifférent

25- La fréquentation par le public des zones placées en îlots vous paraît-elle:

- non souhaitable
- souhaitable de façon encadrée (restriction d'accès à l'intérieur de l'îlot)
- souhaitable sans restriction
- indifférente

Si non indifférent, préciser pourquoi (dérangement, rôle pédagogique, modalités éventuelles d'encadrement...):

- *Caractéristiques dendrométriques des arbres vivants :*

26- La présence de gros/très gros bois au sein de l'îlot est-elle:

- très importante
- importante
- secondaire
- indifférente

27- Quel le nombre minimal de très gros bois (diamètre supérieur à 65 cm) dans un îlot d'un hectare ?

- <1
- 1-2
- 3-5
- 5-10
- 10-20
- >20
- indifférent

C. Caractéristique de l'îlot et du réseau d'îlot

C.1. Critères intra îlots

- *Influences des caractéristiques stationnelles*

28- Les critères suivants influent-ils sur la pertinence de mettre en place un îlot, et si oui comment ?

- microclimat non oui :
- type de sol non oui :
- type d'humus non oui :
- humidité édaphique non oui :

29- Quelles sont les essences les plus favorables ?

- Hêtre Chêne sessile/pédonculé Châtaignier Frêne
- Sapin Epicéa Mélèze Pin sylvestre Douglas
- Tremble Bouleau Erables Aulnes Saules
- Autre :
-
-

30- Préciser le type de bois mort le plus favorable pour le groupe d'espèces considéré :

- au sol sur pied les deux

31- Quel est le volume de bois mort souhaitable au sein d'un îlot d'un hectare lors de sa mise en place ?

- indifférent 5 à 10 m³ 10 à 20 m³ 20 à 50 m³ 50 à 100 m³ > 100 m³ :
-
-

32- Quelle doit être la part du bois mort par rapport au volume de bois sur pied ?

- indifférent < 5% du volume sur pied 5 à 10 % 10 à 20 % 20 à 30 % > 30 %

33- Quelles sont les classes de décomposition du bois les plus favorables (hiérarchiser le cas échéant) ? dur ou non altéré

- pourriture <1/4 du diamètre
- pourriture comprise entre 1/4 et 1/2 du diamètre
- pourriture comprise entre 1/2 et 3/4 du diamètre
- pourriture supérieure à 3/4.
- toutes les stades de décomposition sont d'égale importance

34- Quelles sont les classes de diamètres les plus favorables pour les espèces considérées ? (indiquer ++ si très favorable, + si favorable, - si peu favorable ou indifférent, ne pas remplir si le groupe d'espèces n'est pas concerné par le bois mort spécifiquement):

	bois mort au sol	bois mort sur pied
branches fines (<5 cm)		
très petit bois (5-14 cm)		
petit bois (15-24 cm)		
bois moyen (25-39 cm)		
gros bois (40-65 cm)		
très gros bois (>65 cm)		

.....

35- Est-il préférable que le bois mort soit: sans écorcé avec écorce indifférent

.....

36- La connectivité des pièces de bois mort au sol est-elle: très importante importante
 secondaire indifférent

Quelle doit être la distance maximale entre deux pièces de bois pour assurer la connectivité?

37- Ensoleillement du bois mort : ombre demi-ombre ensoleillé indifférent

38- Facteur de mortalité : coupe chablis vieillesse/maladie foudre
 concurrence indifférent autre :

• *Macrohabitats* :

39-Au sein d'un îlot d'un hectare quelles sont les exigences minimales du groupe d'espèce concerné en matière de :

- Nombre d'arbres morts debout (diamètre >30 cm) :
 < 1 1-2 3-5 6-10 11-20 > 20 indifférent
- Nombre d'arbres dépérissants (diamètre >30 cm):
 < 1 1-2 3-5 6-10 11-20 > 20 indifférent
- Nombre d'arbres à cavités/fissures (préciser habitat):
 < 1 1-2 3-5 6-10 11-20 > 20 indifférent
- nombre total de cavités :
 < 1 1-2 3-5 6-10 11-20 > 20 indifférent

40- Quel est le diamètre optimal pour un arbre-habitat (hors bois mort, traité en 36) ?

- 15-24 cm 25-39 cm 40-65 cm >65 cm non concerné

41- Privilégier : - arbres morts vieux arbres dépérissant vieux arbres vivants

- chandelle arbres avec houppier/squelette de houppier

.....

42- La présence des habitats suivants est-elle importante (I), secondaire (S) ou indifférente (Ind)?

Cavité en hauteur	I - S - Ind.	Lierre	I - S - Ind.
Cavité de pied	I - S - Ind.	Fourche avec terreau	I - S - Ind.
Cavité avec terreau	I - S - Ind.	Grosses branches	I - S - Ind.
Fente en hauteur	I - S - Ind.	Systèmes racinaires	
Fente près du sol	I - S - Ind.	de chablis	I - S - Ind.
Blessure	I - S - Ind.	Chablis avec écorce et	
Ecorce déhiscente	I - S - Ind.	rameaux fins	I - S - Ind.
Attaque de pics	I - S - Ind.	Souche	I - S - Ind.
Ecoulements de sève	I - S - Ind.		

43- Si les cavités sont importantes, quelles caractéristiques entrent en jeu et dans quel sens ?

- taille : oui non :
- profondeur oui non :
- hauteur oui non :
- nombre sur le même arbre : oui non :
- situation (tronc ou branches oui non ::
- taille de l'orifice d'entrée oui non ::
- visibilité oui non :

• *Interactions interspécifiques :*

44- Importance de la présence de :

- Carpophores : oui non lesquels :
combien :
- Pourriture : blanche rouge les deux indifférent
- Richesse en insectes : oui non lesquels :
.....
- Trous de pics : oui non lesquels :
.....

45- Quelles sont les interactions possibles avec les autres groupes d'espèces dans un îlot ? (remplir le tableau ci-dessous en se limitant aux cases concernant votre domaine de spécialité) Les colonnes correspondent aux espèces « acteurs » (prédateurs, nicheurs...) et les lignes aux espèces « passives ».

Indiquer Pr pour prédation, Ha pour habitat, Pa pour parasitisme, Ve pour vecteur de colonisation et préciser les autres relations.

	Insectes	Bryophytes	Lichens	Champignons	Oiseaux	Chiroptères
Insectes						
Bryophytes						
Lichens						
Champignons						
Oiseaux						
Chiroptères						

C.2. Caractéristiques de la zone tampon de l'îlot

46- Nécessité de :

Sous-bois avec fleurs/fruits

oui non

Proximité d'un espace ouvert

oui non

Cours d'eau

oui non

Proximité d'une zone humide

oui non

Autres ressources spécifiques d'une espèce cible :

47- Quelle est la quantité moyenne de bois mort souhaitable dans la parcelle environnante :
 indifférent 2 à 5 m³ 5 à 10 m³ 10 à 20 m³ 20 à 30 m³ 30-50 m³ > 50 m³ :.....
.....

C.3. Connectivité inter-îlots : réseau et corridors

- *Structure et efficacité du réseau*

48- Pour assurer la survie de l'espèce dans de bonnes conditions, quelles doivent être :
- le nombre minimal d'arbres habitat à l'hectare dans la parcelle environnante :
 <1 1-2 3-5 5-10 10-20 >20
- la distance maximale à l'îlot le plus proche :
 < 500 m 500 m à 1 km 1 à 2 km 3 à 5 km > 5 km
- la distance maximale à la réserve intégrale la plus proche:
 < 10 km 10 m à 20 km 20 à 50 km > 100 km :

49- Intégration avec les autres échelles de protection des vieux arbres : quel(s) schéma(s) vous paraît le plus efficace ? (voir schémas en annexe I du questionnaire, p. 14-15)
a) I II III IV V VI
b) I II III IV
.....
.....

- *Corridors écologiques*

50- pour le groupe d'espèces considéré, la présence de corridors entre îlots est-elle
 très importante ? importante ? secondaire ? indifférente ?

51 Corridors intraforestiers :
Longueur maximale :
Largeur minimale :
Comment (description du milieu):
.....

52- Corridors hors forêt :
Longueur maximale :
Largeur minimale :
Comment (description du milieu):
.....

53- Etablissement d'une carte de contraintes de déplacement:

Pour les groupes d'espèces relevant de votre domaine de spécialité, noter pour chaque type de milieu la facilité qu'elle a à s'y déplacer, en y affectant une note de 1 (tout déplacement impossible dans ce milieu) à 10 (milieu très favorable à la propagation de l'espèce).

Type de milieu		espèces		
Caractéristiques du peuplement	Fourrés			
	Gaulis			
	Perchis			
	Taillis			
	Futaie régulière adulte			
	Futaie régulière âgée			
	Futaie irrégulière			
	Plantation résineuse			
Milieux non forestiers	Milieu ouvert (prairie, pelouse)			
	Zone humide			
	Cultures annuelles			
	Zone urbaine			
	Bocage (haies)			
	Verger			
	Vigne			
Topographie	Forte pente ascendante			
	Forte pente descendante			
	Falaise			
	Etage subalpin (1500-2200 m)			
	Etage alpin (>2200 m)			
Éléments linéaires	Ruisseau			
	Rivière			
	Piste forestière			
	Route			
	Câbles aériens			

D. Suivi

54- Vous paraît-il nécessaire qu'une part représentative du réseau d'îlots fasse l'objet d'un suivi :

- Dendrométrie oui non
- Biologique oui non

.....

.....

Questions subsidiaires

55- Quel est, pour le groupe d'espèces considéré, le (les) critère(s) majeur(s) pour choisir la localisation des îlots de sénescence (hiérarchiser le cas échéant)?

.....
.....
.....

56- Autre indicateur possible pour un îlot de sénescence idéal, non évoqué dans ce questionnaire ?

.....
.....
.....

E. Hiérarchisation des critères de choix pour la mise en place des îlots

Pour chacun des douze critères suivants, donner un poids, c'est-à-dire évaluez l'importance que vous accordez à ce critère par rapport aux autres critères proposés, dans la démarche de mise en place du réseau d'îlots et de choix de leur localisation. Puis notez dans quel sens vous souhaitez faire évoluer ce critère c'est-à-dire si pour vous il doit être maximisé (noter +) ou minimisé (noter -).

Il est important de noter que l'attribution des ces valeurs doit se faire de la façon la plus « égoïste » possible, c'est-à-dire en ne considérant délibérément que votre intérêt ou celui de l'espèce que vous représentez, l'objectif étant de synthétiser ensuite les résultats obtenus auprès de plusieurs types d'acteurs.

	critères	poids	sens
Structure du réseau	Surface d'un îlot		
	% de la forêt mis en îlot		
	Répartition des îlots		
	Connectivité écologique inter-îlots		
Emplacement des îlots	Naturalité du peuplement		
	Maturité du peuplement		
Environnement immédiat de l'îlot	Bois mort au sol		
	Arbres morts et à cavités		
Contraintes de gestion	Manque à gagner dû à l'îlot		
	Accueil du public		
	Risques naturels		
	Risques sanitaires		

Poids : noter 0 (indifférent), 1 (peu important,) 2 (assez important), 3 (important) ou 4 (très important).

- Structure du réseau

- Surface d'un îlot.
- % de la forêt mis en îlot.
- Répartition des îlots : importance de la densité et de l'équilibre spatial du réseau d'îlots.
- Degré de connectivité écologique entre les îlots : facilité qu'ont les espèces à se déplacer d'un îlot à l'autre.

- Emplacement des îlots

- Degré de naturalité du peuplement : degré d'anthropisation du peuplement depuis la plantation jusqu'à la forêt sans traces de gestion, sans espèces exotiques et soumise à un régime de perturbations naturelles.
- Degré de maturité du peuplement : importance de l'âge du peuplement et de la présence de très gros bois et d'arbres sénescents abondants.

- Environnement immédiat de l'îlot

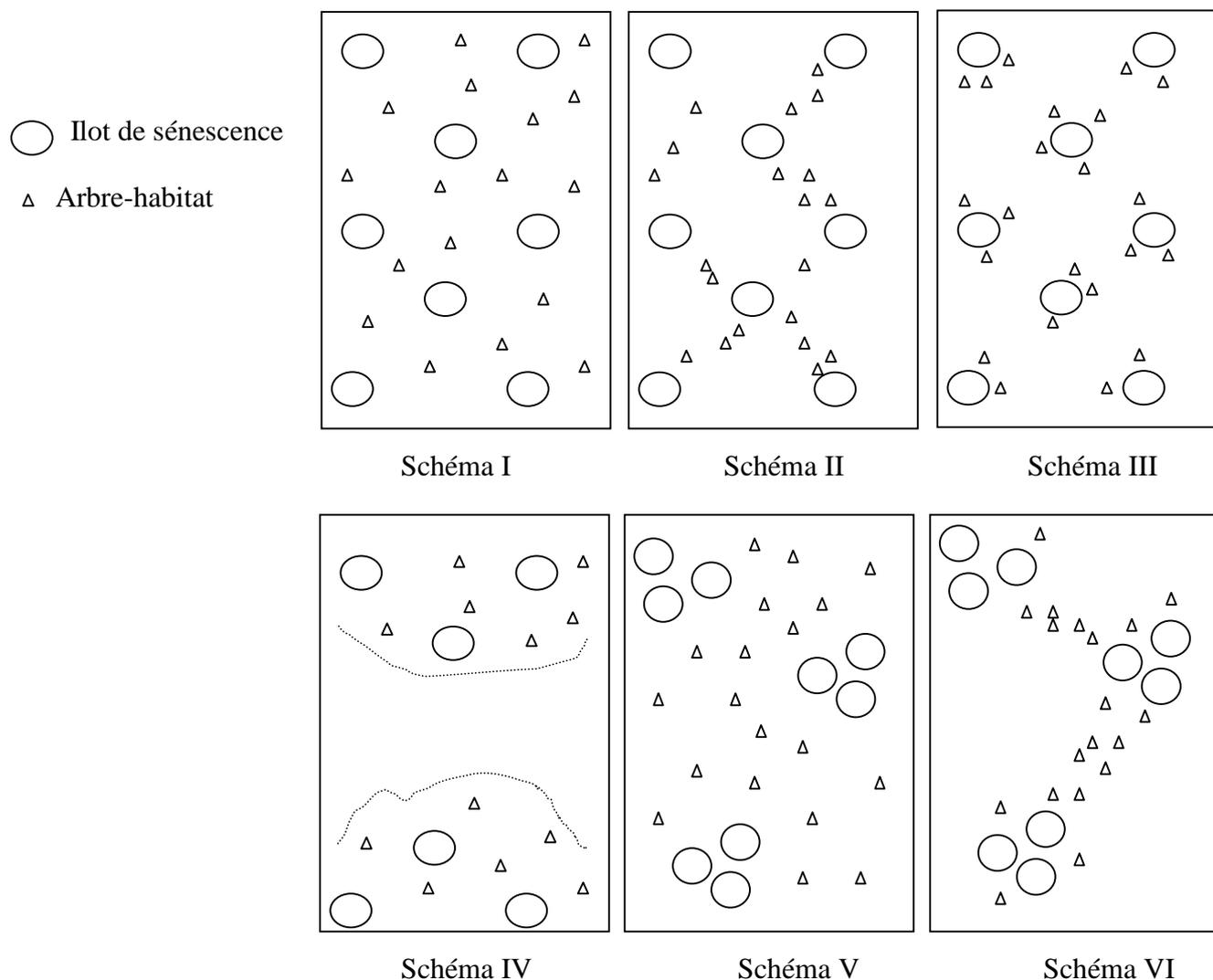
- Volume de bois mort : importance de la quantité de bois mort, sur pied et à terre, à l'emplacement du futur îlot.
- Arbres mort et à cavités : nombre d'arbres morts, dépérissant et à cavités à l'hectare laissés sur place pour leurs fonctions écologiques.

- Contraintes de gestion

- Manque à gagner dû à l'îlot : richesse de la station où est installé l'îlot.
- Accueil du public : degré de fréquentation du site par le public.
- Risques naturels : intensité du risque d'aléa naturel type glissements de terrain ou avalanche sur le site.
- Risques sanitaires : sensibilité du peuplement aux ravageurs.

Merci de votre participation...

a) cohérence des réseaux d'îlots de sénescence et d'arbres-habitat



Description des différents schémas :

Schéma I : Répartition systématique uniforme des arbres-habitats, indépendamment des îlots de sénescence.

Schéma II : Arbres-habitats comme corridors écologiques discontinus entre les îlots de sénescence.

Schéma III : Arbres-habitats comme zone tampon autour des îlots de sénescence.

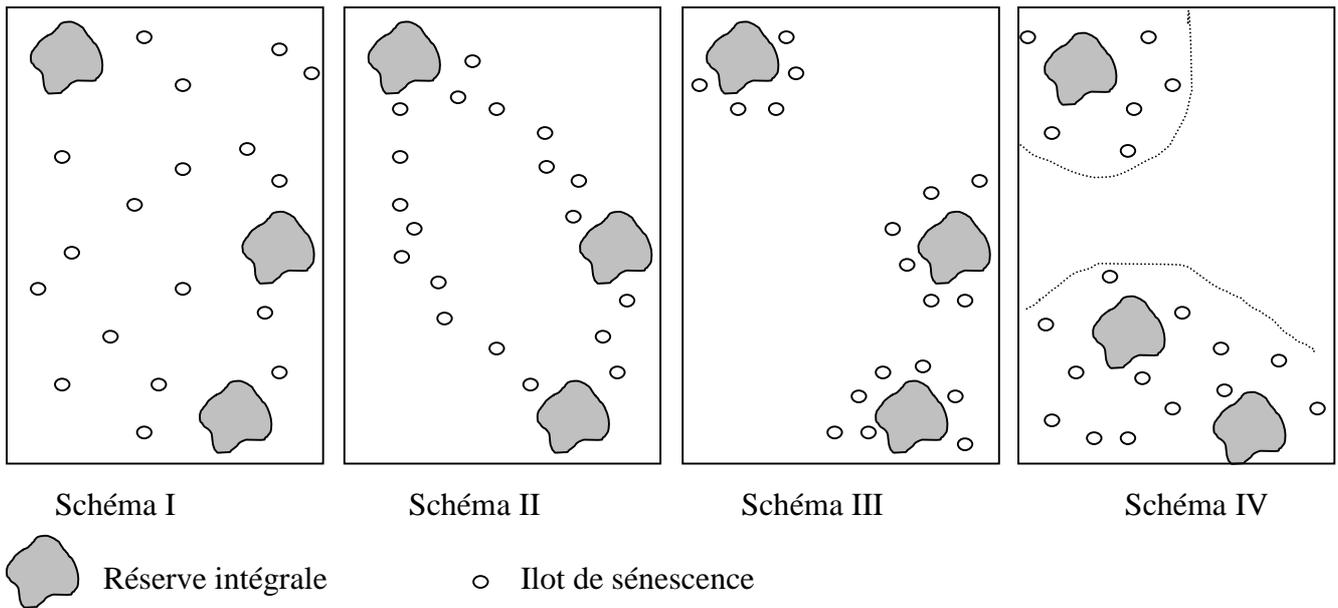
Schéma IV : Concentration des îlots de sénescence dans les zones à fort enjeu de conservation de la biodiversité, en appui du réseau d'îlots existant.

Schéma V : Distribution agrégée des îlots et systématique des arbres-habitats.

Schéma VI : Distribution agrégée des îlots avec corridors d'arbres-habitats reliant les agrégats entre eux.

Nota : il est possible de sélectionner/combiner plusieurs schémas.

b) Intégration du réseau d'îlot au réseau de réserves intégrales



Description des différents schémas :

Schéma I : Répartition systématique uniforme des îlots de sénescence, indépendamment des réserves.

Schéma II : Îlots de sénescence comme corridors entre réserves.

Schéma III : Îlots de sénescence comme zone tampon autour des réserves.

Schéma IV : Concentration des îlots dans les zones à fort enjeu de conservation de la biodiversité, en appui du réseau de réserves existant.

Nota : il est possible de sélectionner/combiner plusieurs schémas.

Annexe 40 : Questionnaire destiné aux gestionnaires

Avant-propos

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre du projet Interreg franco-suisse « vieux arbres source de vie » dont l'objectif est d'élaborer, à l'attention des gestionnaires, des critères, des méthodes et des indicateurs de succès pour la conservation et la gestion des vieux arbres et du bois mort. Il s'agit plus précisément de recueillir l'avis des gestionnaires forestiers concernant la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence en forêt de montagne. Les résultats de cette première phase d'enquête seront par la suite testés sur le terrain et leur validation sera soumise à des études scientifiques avant d'aboutir à la rédaction de guides de gestion des vieux arbres et du bois mort.

Un **îlot de sénescence** correspond à une **surface forestière laissée en libre évolution**, sans intervention, **jusqu'à son terme physique**. Il se distingue donc de l'îlot de vieillissement où l'âge d'exploitabilité est allongé jusqu'au double de sa valeur mais qui garde une vocation de production.

Deux types de questions vous seront posées : on vous demandera dans certains cas comment, pour la mise en œuvre des îlots, intégrer les contraintes liées à la gestion sylvicole, notamment par le choix de la **localisation** des îlots dans le peuplement. Pour d'autres questions, il s'agira de se mettre à la place du décideur, c'est-à-dire du propriétaire, pour évaluer si d'éventuels sacrifices d'exploitabilité sont envisageables pour améliorer le réseau de vieux bois.

Il est généralement possible de choisir plusieurs réponses pour une même question. Des lignes sont prévues sous chaque question pour d'éventuels commentaires. L'objectif de ce questionnaire est de recueillir votre avis en tant que gestionnaire mais aussi ce qui relève plus de votre sensibilité personnelle. Les données récoltées resteront confidentielles.

Un questionnaire similaire a été élaboré à l'attention des naturalistes. A la fin de ce document, il vous sera demandé de remplir un tableau dont le but est d'obtenir l'importance relative de chaque grand type de critères dans la mise en œuvre d'un réseau d'îlots de sénescence.

Comment caractériser un îlot de sénescence ?

Questionnaire à l'attention des gestionnaires

Nom :

Fonction/Organisme :

F. Stratégie générale de choix des îlots

A.1. Le réseau d'îlots

1- Quelle part d'un massif vous semble-t-il acceptable de mettre en îlot de sénescence ?

<0,5 % 0,5 à 1% 1 à 2 % 3 à 5 % 6 à 10 % 10 à 15% > 15%

.....

.....

2- Quelle disposition des îlots vous paraît la plus pertinente du point de vue du gestionnaire ?

maillage systématique (ex : tous les 500m, 1 km...) agrégats dans les zones à enjeux

agrégats dans les zones de moindre accessibilité autre :

préciser :

.....

.....

3- Où placer les îlots dans les massifs pour faciliter la gestion ?

en périphérie du massif au centre du massif indifférent

.....

4- Faut-il instaurer une surface minimale pour un massif au-dessous de laquelle on ne mettra pas en place d'îlots ? oui non

Si oui, quelle surface ?

< 10 ha 10 - 40 ha 50 - 80 ha 90 - 140 ha 150 - 300 ha > 300 ha :

.....

.....

A.2. Dimensions, forme et structure de l'îlot

5- Quelle est, dans le cadre de la gestion forestière, la surface idéale pour un îlot de sénescence ?

<0,25 ha 0,25 à 0,5 ha 1 à 2 ha 3 à 6 ha 6 à 10 ha 10 à 15 ha > 15 ha :

.....

.....

6- La délimitation de l'îlot doit-elle se faire sur la base de la surface mise en îlot

du volume sur pied des arbres mis en îlot

.....

.....

7- Pour l'intégration à la gestion, préférez-vous que la forme de l'îlot soit

- circulaire allongée indifférente
-
-

8- Quelle structure vous paraît préférable ? îlots simples îlots avec zone tampon en gestion adaptée

.....

A.3 Îlots et politique de conservation de la biodiversité

9- Quel type d'îlot de vieux arbres préféreriez-vous mettre en place dans votre forêt ?

- îlots de sénescence îlots de vieillissement indifférent
-
-

G. L'îlot dans la gestion forestière

B.1 L'îlot dans le peuplement

10- Quelles sont les peuplements où la mise en place d'îlots vous paraît la plus pertinente ?

- feuillus résineux mixtes indifférent
-
-

11- Quel(s) traitement(s) est appliqué dans les peuplements que vous préféreriez mettre en îlot ?

- taillis taillis sous futaie futaie régulière
 futaie irrégulière hors gestion indifférent
-
-

B.2. L'îlot et les contraintes de gestion

- *Contraintes liées à la fonction de production*

12- Îlots de sénescence, desserte et valeur du peuplement : Dans le tableau suivant, préciser pour chaque cas si vous êtes prêt à mettre en place des îlots sans restriction particulière (O), ou seulement de façon exceptionnelle (E) ou si vous ne jugez pas opportun d'y installer un îlot (N), en supposant que la valeur écologique du peuplement justifie la présence d'un îlot mais qu'il n'y a pas de mesures financières compensatoires.

Cas 1 : en forêt domaniale

		volume sur pied important		volume sur pied faible	
		valeur du bois élevée	valeur du bois faible	valeur du bois élevée	valeur du bois faible
accessibilité	facile				
	moyenne				
	difficile				
	non accessible				

Classes d'accessibilité :

Facile : accessible par tracteur (50 m en amont ou 150 m en aval) - *Moyenne* : Tracteur difficile

Difficile : exploitation par câble ou hélicoptère seulement - *Non accessible* : exploitation impossible

Cas 2 : en forêt communale

		volume sur pied important		volume sur pied faible	
		valeur du bois élevée	valeur du bois faible	valeur du bois élevée	valeur du bois faible
accessibilité	facile				
	moyenne				
	difficile				
	non accessible				

.....

 13- L'îlot peut-il être à cheval sur deux parcelles ? oui non

14- Comment limiter l'impact de la présence d'un îlot sur l'exploitation de la parcelle ?

Où placer l'îlot au sein de la parcelle : au centre sur la limite indifférent

Faut-il prendre la desserte en compte pour localiser les îlots ? oui non

Comment ?

- *Contraintes liées à la fonction de protection contre les risques naturels*

15- La mise en place d'îlots de vieux arbres en forêt à fort enjeu de protection est-elle :

souhaitable possible sans restrictions possible sous conditions à éviter impossible

16-Si « possible sous conditions », préciser les modalités permettant de concilier îlots de sénescence et fonction de protection concernant :

- la surface maximale des îlots :

<0,25 ha 0,25 à 0,5 ha 1 à 2 ha 3 à 6 ha 6 à 10 ha 10 à 15 ha > 15 ha :

- la part maximale de surface mise en îlots :

<0,5 % 0,5 à 1% 1 à 2 % 3 à 4 % 5 à 7 % 8 à 10% 11 à 15 % > 15%

- la forme des îlots : circulaire allongé dans le sens de la pente

allongé perpendiculairement à la pente autre :

indifférent ne sait pas

- Le degré de risque : ne pas mettre d'îlots dans les zones où le risque est le plus élevé

limiter la surface en îlots dans les zones où le risque est le plus élevé

ne pas faire de graduation du risque

Autre préconisations concernant la disposition :

17- Quel type d'îlots à favoriser en forêt de protection ? îlots de vieillissement

îlots de sénescence

indifférent

18- Le type de risque (avalanche, érosion...) a-t-il une influence ? oui non ne sait pas
Si oui préciser :

Risque	Possibilité d'installer des îlots ? (s/p/c/e)	Préconisations éventuelles
Chutes de blocs		
Avalanches		
Erosion		
Glissements de terrain		

(s) souhaitable (p) possible sans restrictions (c) possible sous conditions (e) à éviter (i) impossible

- *Contraintes liées aux autres risques*

19- Dans la démarche de choix de l'emplacement d'un îlot, comment évaluez-vous la contribution de la présence d'îlot aux risques en matière de:

- sécurité du public : très important important secondaire indifférent
- propagation des scolytes dans les peuplements où l'épicéa est dominant :
 très important important secondaire indifférent
- incendies : très important important secondaire indifférent

20- Selon vous faut-il limiter la surface mise en îlot dans les cas suivants ?

- forêts fortement fréquentées :
 oui, ne pas y installer d'îlots
 oui limiter la part mise en îlot (préciser :%)
 non
- forêts où l'épicéa est dominant :
 oui, ne pas y installer d'îlots
 oui limiter la part mise en îlot (préciser :%)
 non
- forêts classées à risque d'incendies :
 oui, ne pas y installer d'îlots
 oui limiter la part mise en îlot (préciser :%)
 non

21- Faut-il une distance minimale aux routes ? oui non si oui préciser : m
aux chemins carrossables ? oui non si oui préciser : m
aux sentiers pédestres ? oui non si oui préciser : m

C.2. Aspects financiers et administratifs

29- Qui peut/doit financer ?

- Subventions (département, région ou Etat)
- Certification forestière
- Propriétaire
- Autre :

30- A quel niveau doivent se faire la définition et le suivi des critères en matière d'îlots de vieux arbres ?

- service de l'Etat (préciser) :
- charte/contrat (préciser) :
- certification forestière

C.3. Suivi

31- Un contrôle de la non-exploitation lors de la révision de l'aménagement vous paraît-il nécessaire ?

- oui non

.....
.....

32- Selon vous, sur combien d'aménagements forestiers successifs doit s'appliquer le classement en îlot ?

- 1 2 - 3 4 - 5 > 5 classement définitif

I. Hiérarchisation des critères de choix pour la mise en place des îlots

Pour chacun des douze critères suivants, donner un poids, c'est-à-dire évaluez l'importance que vous accordez à ce critère par rapport aux autres critères proposés, dans la démarche de mise en place du réseau d'îlots et de choix de leur localisation. Puis notez dans quel sens vous souhaitez faire évoluer ce critère c'est-à-dire si pour vous il doit être maximisé (noter +) ou minimisé (noter -).

Il est important de noter que l'attribution de ces valeurs doit se faire de la façon la plus « égoïste » possible, c'est-à-dire en ne considérant délibérément que votre intérêt ou celui de l'espèce que vous représentez, l'objectif étant de synthétiser ensuite les résultats obtenus auprès de plusieurs types d'acteurs.

	Critères	Poids	Sens (+ ou -)
Structure du réseau	Surface d'un îlot		
	% de la forêt mis en îlot		
	Homogénéité de la répartition des îlots		
	Connectivité écologique inter-îlots		
Emplacement des îlots	Naturalité du peuplement		
	Maturité du peuplement		
Environnement immédiat de l'îlot	Bois mort au sol		
	Arbres-habitats		
Contraintes de gestion	Manque à gagner dû à l'îlot		
	Accueil du public		
	Risques naturels		
	Risques sanitaires		

Poids : noter 0 (indifférent), 1 (peu important), 2 (assez important), 3 (important) ou 4 (très important).

- Structure du réseau
 - Surface d'un îlot.
 - % de la forêt mis en îlot.
 - Répartition des îlots : importance de la densité et de l'équilibre spatial du réseau d'îlots.
 - Degré de connectivité écologique entre les îlots : facilité qu'ont les espèces à se déplacer d'un îlot à l'autre.
- Emplacement des îlots
 - Degré de naturalité du peuplement : degré d'anthropisation du peuplement depuis la plantation jusqu'à la forêt sans traces de gestion, sans espèces exotiques et soumise à un régime de perturbations naturelles.
 - Degré de maturité du peuplement : importance de l'âge du peuplement et de la présence de très gros bois et d'arbres sénescents abondants.
- Environnement immédiat de l'îlot
 - Volume de bois mort : importance de la quantité de bois mort, sur pied et à terre, à l'emplacement du futur îlot.
 - Arbres mort et à cavités : nombre d'arbres morts, dépérissant et à cavités à l'hectare laissés sur place pour leurs fonctions écologiques.

- Contraintes de gestion

- Manque à gagner dû à l'îlot : richesse de la station où est installé l'îlot.
- Accueil du public : degré de fréquentation du site par le public.
- Risques naturels : intensité du risque d'aléa naturel.
- Risques sanitaires : sensibilité du peuplement aux ravageurs.

Merci de votre participation...

MISE EN PLACE D'UN RESEAU D'ÎLOTS DE SENESCENCE EN FORET DE MONTAGNE : MEMENTO A L'USAGE DES GESTIONNAIRES

Pourquoi des îlots de sénescence ?

30 % de la biodiversité forestière dépend de la présence du bois mort pour sa survie (Dudley 2004). Les **arbres vieux, dépérissants ou à cavités** fournissent aussi des microhabitats indispensables à nombre d'espèces. Tous sont aujourd'hui trop peu présents dans les forêts gérées, où la durée de cycles sylvicoles ne permet pas la présence des stades les plus matures de la forêt.

Certes en forêt de montagne les zones inexploitées sont nombreuses. Mais **de telles zones sont insuffisantes pour constituer un réseau réellement efficace**. De plus rien ne garantit que les zones inexploitées aujourd'hui le seront aussi demain : il est donc important de délimiter des zones judicieusement choisies afin de construire, en s'inscrivant dans le long terme, un véritable réseau permettant la conservation de toute la biodiversité liée aux stades matures et sénescents.

Quels peuplements choisir en priorité pour y situer les îlots ?

Les îlots sont d'abord à choisir dans les zones où la maturité est la plus forte soit, en pratique, là où on trouve **le plus de gros et très gros bois**. En ce qui concerne les caractéristiques du peuplement, les forêts mixtes ou feuillues sont généralement les plus intéressantes, néanmoins l'essentiel reste d'avoir, au sein de l'îlot, **une bonne représentativité des stations présentes sur le massif**. Cette représentativité concerne notamment les types stationnels et les microclimats. Certains éléments constituent un plus intéressant : c'est notamment le cas de la **proximité de zones ouvertes ou de milieux humides**.

Quelles dimensions pour un réseau efficace ?

L'ONF recommande de ne pas dépasser 3 % de la surface totale mise en îlot. Une surface de **1 à 2 ha constitue un minimum intéressant**. **L'idéal est de varier les surfaces avec une majorité de petits îlots assurant la connectivité du réseau et quelques îlots plus étendus dans les zones les moins accessibles**.

La distance entre deux îlots est un critère important : **on évitera autant que possible qu'un îlot se trouve à plus de deux kilomètres de l'îlot le plus proche**. Cette distance minimale sous-entend que les surfaces en dehors des îlots sont gérées en prenant en compte la biodiversité liée aux vieux arbres, c'est-à-dire en y réservant **3 à 5 arbres par hectare**.

Comment limiter l'impact du réseau d'îlots sur la gestion sylvicole ?

En ce qui concerne l'intégration dans la gestion sylvicole, la valeur des peuplements est certes à considérer mais la priorité concerne avant tout les **conditions d'exploitation**. Les îlots doivent être situés de façon à ne pas gêner la sortie des bois. Leur emplacement doit donc se faire en réfléchissant à la manière dont on sort les bois dans le secteur concerné, en gardant à l'esprit que l'îlot n'a pas vocation à être traversé. On évitera tout particulièrement les couloirs de câble et de façon plus générale les zones où un investissement important en matière de desserte a été fait.

On prendra en compte la sécurité du public, sans s'interdire de donner un rôle pédagogique, avec les dispositifs d'information adéquats, aux îlots. On évitera les zones aménagées pour le public et on respectera une **distance de l'ordre de 30 m aux voies ouvertes à la circulation**.

Les îlots ne sont pas à proscrire en **forêt de protection** contre les risques naturels, mais il convient de respecter certaines règles, qui correspondent à celles valables pour les coupes rases : **on évitera ainsi les îlots de plus d'un hectare** et on veillera à les disposer en quinconce.

En ce qui concerne les risques liés à la propagation des scolytes, il convient avant tout de ne pas installer d'îlots dans les pessières en limite de répartition, soit typiquement à des altitudes inférieures à 1100 m.

SYNTHESE : QUELLES ZONES EVITER POUR LA MISE EN PLACE D'UN ILOT DE SENESCENCE ?

Critères écologiques

- Taillis
- Absence totale de gros bois
- Pessière à faible altitude (<1100 m)
- Peuplement atypique, peu stable et peu représentatif de la zone géographique

Critères sylvicoles

- Couloir de câble
- Seul accès à la desserte pour une parcelle
- Peuplements à forte valeur économique
- Forêt de protection contre les risques naturels avec enjeux de sécurité civile
- Zone avec aménagements pour le public
- Proximité de place de feu
- Bordure de route

QUELLES ZONES PRIVILEGIER ?

- Zones à forte maturité
- Forêts feuillus, mixtes ou résineux en station
- Peuplements irréguliers
- Présence de cavités
- Présence de milieux ouverts et/ou de milieux humides à proximité

Résumé

L'objectif de cette étude est d'obtenir, à dire d'experts, des lignes directrices pour la mise en place d'îlots de sénescence en forêt de montagne. Une première étude bibliographique révèle, alors que l'importance de la biodiversité associée au bois mort et aux arbres vieux et déperissants est de mieux en mieux connue mais qu'il subsiste de fortes lacunes concernant les caractéristiques d'un réseau d'îlot de sénescence « idéal ».

Deux questionnaires ont alors été mis au point pour consulter à ce sujet l'avis des gestionnaires ainsi que des spécialistes de six groupes d'espèces : les oiseaux, les chauves-souris, les insectes saproxyliques, les mousses, les champignons et les lichens. Il en ressort que les îlots doivent être placés prioritairement dans les peuplements présentant les plus forts diamètres, en cherchant à diversifier les peuplements. On doit aussi veiller à éviter les emplacements pouvant gêner l'exploitation. Des valeurs chiffrées pour un réseau sont aussi proposées.

Ces résultats ont été directement appliqués au travers de la mise en place d'un réseau d'îlots de sénescence en forêt communale de la Motte-Servolex (73), en couplant l'utilisation du logiciel d'analyse multicritères Electre III et un système d'informations géographiques