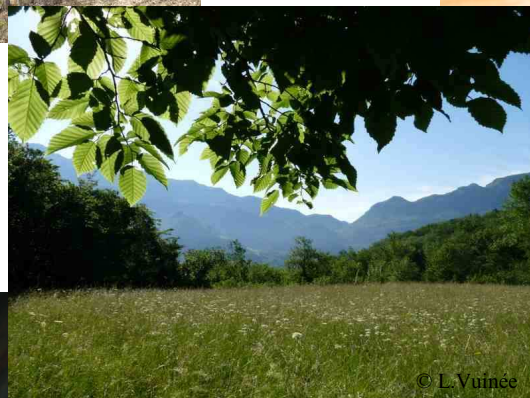


**ÉTUDE DES TERRAINS DE CHASSE EN MILIEUX FORESTIERS
DU MURIN DE BECHSTEIN ET DE LA BARBASTELLE D'EUROPE
ET IMPLICATIONS DE LA PRÉSERVATION DES CHIROPTÈRES
EN GESTION FORESTIÈRE**



Mémoire de fin d'études

Laure Vuinée
17^e Promotion 2006-2010

Septembre 2010

Photographies de la page de couverture

*Colonie de Barbastelle dans leur gîte et Murin de Bechstein en vol en sortie de gîte –
Yoann Peyrard - 2010*

*Terrains de chasse en peuplement forestier et lisières de la Barbastelle et du Murin de
Bechstein en Drôme provençale (en-haut à gauche) et dans l'Avant-pays savoyard (en-bas à
droite et au milieu) - Laure Vuinée – 2010*

AgroParisTech – ENGREF
Institut des sciences et industries
du vivant et de l'environnement

Centre Ornithologique Rhône-Alpes
et Faune sauvage
Groupe Chiroptères

**ÉTUDE DES TERRAINS DE CHASSE EN MILIEUX FORESTIERS
DU MURIN DE BECHSTEIN ET DE LA BARBASTELLE D'EUROPE
ET IMPLICATIONS DE LA PRÉSERVATION DES CHIROPTÈRES EN GESTION
FORESTIÈRE**

Mémoire de fin d'études

Laure Vuinée
17^e Promotion 2006-2010

Septembre 2010

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

Formation des ingénieurs forestiers d'AgroParisTech-ENGREF	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Étude des terrains de chasse en milieux forestiers du Murin de Bechstein et de la Barbastelle d'Europe et implications de la préservation des Chiroptères en gestion forestière	Mots clés : Chiroptères – Barbastelle – Murin de Bechstein - terrain de chasse – inventaire – lisière – gestion sylvicole - biodiversité
AUTEUR(S) : Laure Vuinée	Promotion : 17 ^e 2006 - 2010
Caractéristiques : 1 volume ; 59 pages ; 30 figures ; 23 annexes ; bibliographie.	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Centre ornithologique Rhône-Alpes et Faune sauvage – Groupe Chiroptères

Nom du responsable : Julien Girard-Claudon

Fonction : Animateur du plan d'actions régional en faveur des Chiroptères

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

Tronc commun <input type="checkbox"/> Option <input type="checkbox"/> D. d'approfondissement <input checked="" type="checkbox"/>	Stage en entreprise <input type="checkbox"/> Stage à l'étranger <input type="checkbox"/> Stage fin d'études <input checked="" type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>
--	---	--------------------------------

Date de remise :

Contrat avec Gref Services Nancy OUI NON

SUITE À DONNER (réservé au service des études)

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

RÉSUMÉ

Cette étude s'inscrit dans le plan régional d'actions en faveur des Chiroptères en Rhône-Alpes où les terrains de chasse en milieu forestier du Murin de Bechstein et de la Barbastelle d'Europe ont été localisés grâce à la technique du radiopistage.

Un protocole de description de ces terrains de chasse qui intègre les mesures couramment utilisées en inventaire forestier dont notamment la surface terrière ou le volume de bois mort, a été élaboré et appliqué au sein des peuplements forestiers et des lisières forestières exploités par ces deux espèces. Des analyses statistiques ont ensuite permis de déterminer les critères des peuplements qui auraient une influence sur la présence et l'intensité de l'activité de chasse au sein des milieux forestiers.

Parallèlement ce mémoire présente les enjeux, réflexions et précautions inféodés à la réalisation d'un cahier technique portant sur la gestion forestière en faveur des Chiroptères ; ouvrage publié aux éditions du Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels pour la fin 2011.

SUMMARY

This study is part of a Rhône-Alpes (a French region) action plan for bats where were located the forest hunting grounds of two bat species: the Bechstein's bat and the Barbastelle bat. These two bats were located by radiotracking.

A protocol was designed and applied on the ground in order to describe forests and forest edges used as hunting grounds by bats. Usual measures used in forest management such as basal area, density and amount of dead wood notably were taken into account. Statistical analysis were conducted in order to identify which forests' characteristics could influence hunt activities.

At the same time the study details stakes, guidelines and stumbling stones for the writing of a technical handbook describing bat friendly forestry management techniques. This work will be published by the Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels by the end 2011.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont en premier lieu à mon maître de stage, Julien Girard-Claudon ainsi qu'à Stéphane Vincent, pour leur suivi, apport et attention portés à mon étude. Je remercie Max Bruciamacchie, qui a accepté d'être mon référent ENGREF et qui a apporté tout au long de ce stage ses connaissances et idées. Il a ainsi considérablement enrichi cette étude.

Je tiens à remercier toute l'équipe du groupe Chiroptère du CORA Faune sauvage et de la LPO Drôme, Céline, Julien G.-C., Stéphane, Thomas, Robin, Loïc, Julien C. et Julien T. Ils ont partagé avec moi dans la patience et la bonne humeur leur passion et connaissances des chiroptères. J'ai grandement apprécié les nuits de capture et de radiopistage en leur compagnie et pendant lesquelles j'ai découvert le monde fabuleux des chauves-souris, leur diversité, fragilité et parfois aussi leur caractère difficile !

Une pensée particulière à Yoann Peyrard qui partage généreusement ses magnifiques photographies qui agrémentent ainsi ce mémoire.

Un grand merci à Véronique Le Bret, directrice du CORA Faune sauvage, pour le suivi administratif de mon stage et son soutien dans mes différentes demandes.

Je remercie tout particulièrement Samuel qui m'a accompagnée sur le terrain et a été présent tout au long de mon stage dans la compréhension et la patience.

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué à cette étude à ses différentes étapes et notamment Rémy Picavet et Linde Van Couwenberghe pour leur précieuse aide en statistiques, Sabine Couvent, Michelle et Guy Vincent pour leur accueil lors des phases de terrain ainsi que Nicolas Parrain, Hélène Chauvin et Olivier Vinet pour leurs réflexions et apports au protocole de description.

Je n'oublie pas Laurent Tillon, responsable « Faune et petits mammifères » à l'ONF, dont la passion liant le monde des chiroptères et la gestion forestière a été contagieuse. Ses précieux conseils m'ont aussi été très utiles lors de cette étude et lors des réflexions pour la réalisation du cahier technique.

De même je remercie François Schwaab, chiroptérologue en Lorraine, pour la relecture de mon mémoire, ses précieux conseils, ses observations et encouragements.

Mes remerciements à Didier Boudot, Joanny Laurent, Sébastien Laguet, Jean-Louis Traversier de l'ONF pour leur aide et prêt de matériel pour la phase de terrain.

Je tiens aussi à remercier Alain Givors, Jean-Claude Louis, Jean-Loup Bugnot, Christophe Chauvin, Pascal Faverot, Bruno Rolland et Daniel Vallauri ainsi que l'ensemble du comité de suivi du cahier technique pour leur participation, réflexions et conseils.

Enfin je tiens à remercier mon entourage et plus particulièrement les habitants de la ferme de Sauzet Lionel, Jean P., Étienne, Io, Circé et Jean R., qui m'ont accompagnée, conseillée et soutenue lors de ces six mois de stage et qui ont su ajouter une touche considérable de bonheur à ce séjour passé dans la Drôme.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES MATIÈRES	2
TABLE DES ANNEXES	4
TABLE DES FIGURES	4
INDEX ALPHABÉTIQUE DES SIGLES	5
INTRODUCTION	6
1. ÉTUDE DES CHIROPTÈRES	8
1.1. PROTECTION DES CHIROPTÈRES	8
1.1.1. LES HUIT ACTIONS DU PLAN RHONE-ALPINS D’ACTIONS EN FAVEUR DES CHIROPTERES	8
1.1.2. LE GROUPE « CHIROPTERES » DU CORA FAUNE SAUVAGE ET SES CHOIX D’ETUDES EN RHONE-ALPES	9
1.2. MÉTHODES D’ÉTUDES DES CHIROPTÈRES	9
1.2.1. LES TECHNIQUES COURANTES DE PROSPECTION	9
1.2.2. POUR UNE ÉTUDE PLUS APPROFONDIE : LA RADIOLOCALISATION	9
1.3. LES ÉTUDES PAR RADIOLOCALISATION EN RHÔNE-ALPES	10
1.3.1. RÉSULTATS GÉNÉRAUX ET PERSPECTIVES D’ÉTUDES : LE BESOIN EN COMPÉTENCES FORESTIÈRES	11
2. ÉTUDE DES TERRAINS DE CHASSE DE LA BARBASTELLE D’EUROPE ET DU MURIN DE BECHSTEIN	12
2.1. PRÉSENTATION DES ESPÈCES ET ÉTATS DES CONNAISSANCES ACTUELLES	12
2.1.1. LA BARBASTELLE D’EUROPE – <i>BARBASTELLA BARBASTELLUS</i> (SCHREBER, 1774)	12
2.1.2. LE MURIN DE BECHSTEIN – <i>MYOTIS BECHSTEINII</i> (KUHLE, 1817)	14
2.2. ÉLABORATION DU PROTOCOLE DE DESCRIPTION	17
2.2.1. ÉTUDES EXISTANTES ET LOGIQUE GLOBALE DE LA RÉALISATION DU PROTOCOLE	17
2.2.2. DEUX TYPES D’HABITATS FORESTIERS À DÉCRIRE ET VARIABLES SÉLECTIONNÉES	18
2.2.3. DONNÉES SPÉCIFIQUES AUX LISIÈRES FORESTIÈRES ET ADAPTATION DE L’INVENTAIRE	18
2.2.4. UN PROTOCOLE FINAL RICHE QUI SERA SIMPLIFIÉ	19
2.3. SÉLECTION DES TERRAINS DE CHASSE À DÉCRIRE ET MÉTHODE D’ÉCHANTILLONNAGE	19
2.3.1. SÉLECTION DES INDIVIDUS	19
2.3.2. MÉTHODE D’ÉCHANTILLONNAGE	21
2.4. BILAN DE LA PHASE DE TERRAIN	22
3. ANALYSE DES DONNÉES ET RÉSULTATS	23
3.1. TRAITEMENT DES DONNÉES ET CRÉATION D’INDICATEURS	23
3.1.1. REGROUPEMENT DES VARIABLES ET CRÉATION D’INDICATEURS	23
3.1.2. REGROUPEMENT DES PLACETTES « LISIÈRE » ET « PEUPEMENT »	24
3.2. DESCRIPTION DES MÉTHODES STATISTIQUES UTILISÉES	25

3.2.1.	TEST DE CORRÉLATION DES VARIABLES	25
3.2.2.	PREMIÈRE ÉTAPE : SÉLECTION DES VARIABLES CARACTÉRISANT LES MILIEUX FORESTIERS GRÂCE AUX ACP, AFCM ET LE TEST DE HILL ET SMITH	25
3.2.3.	SECONDE ÉTAPE : MODÉLISATION DU TEMPS PASSÉ EN ACTIVITÉ DE CHASSE GRÂCE AUX GLM	26
3.2.4.	CHOIX DES CAS DE FIGURE À ÉTUDIER SELON LES DEUX SITES ET LES DEUX ESPÈCES CONCERNÉES	27
3.3.	ANALYSE ET RÉSULTATS	28
3.3.1.	DESCRIPTION DES SITES ET DE LEURS HABITATS FORESTIERS	28
3.3.1.1.	La Drôme provençale	28
3.3.1.2.	L'avant-pays savoyard	30
3.3.2.	ÉTUDE DE LA CORRELATION ENTRE LES VARIABLES	32
3.3.3.	SÉLECTIONS DES VARIABLES POUR LA MODÉLISATION : RÉALISATION D'ACP ET AFCM	32
3.3.3.1.	Principe	32
3.3.3.2.	Étude des peuplements forestiers	33
3.3.3.3.	Étude des lisières forestières	33
3.3.3.4.	Étude des milieux forestiers	34
3.3.4.	MODÉLISATION DU TEMPS PASSÉ EN ACTIVITÉ DE CHASSE : RÉALISATION DES GLM	36
3.3.4.1.	Principe et résultats généraux	36
3.3.4.2.	Étude des terrains de chasse du Murin de Bechstein	37
3.3.4.3.	Étude des terrains de chasse de la Barbastelle d'Europe	41
3.3.4.4.	Étude des terrains de chasse de la Barbastelle d'Europe et du Murin de Bechstein	43
3.3.4.5.	Bilan par site	44
3.4.	PROPOSITION D'AMÉLIORATION DE L'ÉTUDE ET DU PROTOCOLE	46
3.4.1.	HYPOTHÈSES SUR LES CAUSES DE CES RÉSULTATS PARTIELS	46
3.4.2.	PROPOSITIONS D'ANALYSES PLUS APPROFONDIES DES DONNÉES	47
3.4.3.	PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION ET DE POURSUITE DE L'ÉTUDE	47
3.4.4.	PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION DU PROTOCOLE	47
4.	IMPLICATION EN GESTION FORESTIÈRE ET RÉALISATION D'UN OUTIL DE VULGARISATION	50
4.1.	ÉTAT DES CONNAISSANCES ET INTÉGRATION DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE : PEUPLEMENT FORESTIER, GESTION FORESTIÈRE ET CHIROPTÈRES	50
4.1.1.	CARACTÉRISTIQUES DES PEUPLEMENTS FAVORABLES AUX CHIROPTÈRES	50
4.1.2.	POUR UNE GESTION FORESTIÈRE FAVORABLE AUX CHIROPTÈRES	53
4.1.2.1.	Assurer une offre en gîtes	54
4.1.2.2.	Assurer la qualité et diversité des habitats présents	56
4.1.3.	CHIROPTÈRES ET TRAITEMENTS SYLVICOLES	60
4.2.	RÉALISATION D'UN CAHIER TECHNIQUE SUR LA GESTION SYLVICOLE EN FAVEUR DES CHIROPTÈRES	62
4.2.1.	LES CAHIERS TECHNIQUES DU CONSERVATOIRE RHÔNE-ALPES DES ESPACES NATURELS ET CONTEXTE	62
4.2.2.	CONSTITUTION D'UN COMITÉ DE SUIVI DE LA RÉALISATION DU CAHIER TECHNIQUE	62
4.2.3.	RÉFLEXIONS ET RÉALISATION DU PLAN	63
	CONCLUSION	63
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	65
	LISTE DES CONTACTS	68

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 -	Description de la technique du radiopistage
ANNEXE 2 -	Présentation générale de l'étude réalisée dans l'avant-pays savoyard
ANNEXE 3 -	Présentation générale de l'étude réalisée en Drôme provençale
ANNEXE 4 -	Description de lisière par la méthode d'inventaire à angle fixe le long d'une ligne : description et critiques
ANNEXE 5 -	Protocole de description des peuplements forestiers et des lisières forestières exploités lors de l'activité de chasse du Murin de Bechstein et de la Barbastelle
ANNEXE 6 -	Méthodologie de cartographie des habitats des domaines vitaux des colonies
ANNEXE 7 -	Carte des terrains de chasse à décrire
ANNEXE 8 -	Méthodes et formules de calcul pour le traitement des données
ANNEXE 9 -	Création d'indicateurs : composition en essence
ANNEXE 10 -	Création d'indicateurs : stratification des peuplements
ANNEXE 11 -	Création d'indicateurs : quantité et nature du bois mort
ANNEXE 12 -	Principes des ACP, AFCM et test de Hill et Smith
ANNEXE 13 -	Présentation des GLM suivant la loi de Poisson
ANNEXE 14 -	Description des peuplements forestiers et des lisières de la Drôme provençale
ANNEXE 15 -	Description des peuplements forestiers et des lisières de l'avant-pays savoyard
ANNEXE 16 -	Etude des corrélations entre les variables
ANNEXE 17 -	Graphiques des corrélations entre les variables
ANNEXE 18 -	Résultats détaillés des ACP, AFCM et test de Hill et Smith
ANNEXE 19 -	Tableaux récapitulatifs des résultats des GLM
ANNEXE 20 -	Modélisation du temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein
ANNEXE 21 -	Modélisation du temps passé en activité de chasse par la Barbastelle
ANNEXE 22 -	Modélisation du temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein et la Barbastelle
ANNEXE 23 -	Plan détaillé du futur cahier technique « Gestion forestière en faveur des Chiroptères »

TABLE DES FIGURES

Figure 1 -	Logo du PNAC	7
Figure 2 -	Les 8 actions du Plan Régional d'Actions en faveur des Chiroptères de Rhône-Alpes	8
Figure 3 -	Années et périodes de radiopistage de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Rhône-Alpes	10
Figure 4 -	Localisation des sites d'études par radiopistage en Rhône-Alpes : l'avant-pays savoyard (a) et la Drôme provençale (b) (Source : Gaucher, 2009)	11
Figure 5 -	La Barbastelle d'Europe (Photo : Y.Peyrard)	12
Figure 6 -	Le Murin de Bechstein – Photo : L.Arthur - http://www.sfepm.com	14
Figure 7 -	Régime alimentaire du Murin de Bechstein au fil des mois de la période de chasse	16
Figure 8 -	Description des données présentes dans le jeu de données « Milieux forestiers »	24
Figure 9 -	Tests pouvant être réalisés sur les jeux de données des terrains de chasse décrits	27
Figure 10 -	Tests pouvant être réalisés sur les jeux de données des terrains de chasse et placettes aléatoires décrits	27
Figure 11 -	Répartition de la surface terrière par essences et catégories de diamètre des lisières forestières de la Drôme provençale	29
Figure 12 -	Répartition de la surface terrière par essences et catégories de diamètre des lisières décrites dans l'Avant-pays savoyard	31
Figure 13 -	Résultats de la caractérisation des peuplements forestiers utilisés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard et variables sélectionnées	33
Figure 14 -	Résultats de la caractérisation des lisières forestières utilisées par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale et variables sélectionnées	33
Figure 15 -	Résultats de la caractérisation des lisières forestières utilisées par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard et variables sélectionnées	34

Figure 16 - Résultats de la caractérisation des milieux forestiers utilisés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale et variables sélectionnées.....	34
Figure 17 - Résultats de la caractérisation des milieux forestiers utilisés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale et variables sélectionnées.....	35
Figure 18 - Résultats de la caractérisation des milieux forestiers utilisés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard et variables sélectionnées	35
Figure 19 - Cas de figure pour lesquels une modélisation a été réalisée.....	36
Figure 20 - Lien entre abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm de diamètre et la présence d'interventions sylvicoles.....	37
Figure 21 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse du Murin de Bechstein	39
Figure 22 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse de la Barbastelle	42
Figure 23 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Drôme provençale.....	45
Figure 24 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Drôme provençale.....	45
Figure 25 - Propositions d'amélioration du protocole de description des terrains de chasse sur les données et variables communes aux placettes «peuplement» et «lisière»	48
Figure 26 - Propositions d'amélioration du protocole de description des terrains de chasse sur les données et variables spécifiques aux placettes «peuplement» et aux placettes «lisière»	49
Figure 27 - Colonies de Grand Murin, une autre espèce de chiroptères forestières - Photo : G.Issartel	53
Figure 28 - Le cycle biologique annuel d'une chauve-souris - Source : Issartel et Vincent, 2007.....	58
Figure 29 - Distances parcourues et étendues exploitées par les individus et colonies du Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe	61
Figure 30 - Couverture du cahier technique «Bois et forêts à arbres vieux ou morts» aux éditions du CREN Rhône-Alpes	62

INDEX ALPHABÉTIQUE DES SIGLES

CORA FS	Centre ornithologique Rhône-Alpes faune sauvage
CRPF	Centre régional de la propriété forestière
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
FRAPNA	Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature
GCRA	Groupe chiroptères Rhône-Alpes
LECA	Laboratoire d'écologie alpine
LPO	Ligue pour la protection des oiseaux
MEEDDM	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer
ONF	Office national des forêts
PNAC	Plan national d'actions en faveur des chiroptères
REFORA	Réseau écologique forestier Rhône-Alpes
SFEPM	Société française d'étude et de protection des mammifères
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature

INTRODUCTION

Les chauves-souris présentent des particularités tout à fait singulières telles que leur aptitude au vol battu, leur système d'orientation par écholocation ou encore leur capacité d'hiberner pendant plusieurs mois. Elles se rencontrent dans des habitats très diversifiés tels que les grottes, mines, sous les ponts, au sein des arbres creux ou dans les habitations. En France métropolitaine, leur régime alimentaire est exclusivement insectivore et leurs habitats de chasse s'avèrent très éclectiques : milieux forestiers, cours d'eau, terres agricoles ou encore zones urbaines.

Sensibles aux changements et modifications du paysage mais aussi aux accumulations de pollution à travers leur alimentation, les chiroptères constituent un bon indicateur de la qualité de nos espaces naturels. De plus, lors de leur phase de pullulation, les insectes nuisibles aux activités agricoles et forestières constituent la cible des chauves-souris forestières qui consomment une grande diversité de proies. Outre l'éthique pure qui commande de préserver une espèce menacée pour des causes anthropiques, nous constatons ici le rôle important des chiroptères à l'échelle du paysage et du peuplement forestier et donc tout l'intérêt de nous y intéresser de plus près.

De par leur rythme d'activité, leur vie nocturne et les légendes existantes autour des chiroptères, ces petits mammifères furent peu étudiés par le passé. Depuis une vingtaine d'années seulement, des études les concernent plus particulièrement et les connaissances sur la biologie et les mœurs de ces espèces commencent à s'étoffer.

34 espèces sont aujourd'hui recensées en France métropolitaine. Elles ont toutes connu une diminution de leur effectif ces dernières décennies. Leur faible taux de reproduction (un jeune par femelle et par année) explique notamment cette vulnérabilité particulière. Les causes de ces régressions d'effectifs sont multiples : destruction des gîtes par malveillance ou ignorance, intensification de l'agriculture, pratiques sylvicoles défavorables ou encore modification du paysage. Aujourd'hui, un accord pour la conservation des chauves-souris en Europe (EUROBATS) existe afin d'assurer la protection de ces mammifères grâce à une législation internationale et nationale mais aussi à travers la sensibilisation du public et la mise en place de mesures de protection (Dietz *et al.*, 2009).

L'amélioration des connaissances sur ces différentes espèces et leurs populations s'avère actuellement indispensable. Pour ce faire, un premier plan national de restauration des chiroptères pour la période 1999-2003 a été mis en place grâce à un partenariat entre le groupe Chiroptères de la Société française d'étude et de protection des mammifères (SFPEM) et le ministère de l'Écologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer (MEEDDM). Ses objectifs consistaient en la préservation des sites à chiroptères et le renforcement de leurs populations. Il a permis de stimuler les études, d'améliorer considérablement les connaissances et d'initier des actions de la sensibilisation du grand public.

Suite à ce plan national de restauration, un programme européen « Life Nature » s'est développé dans le Sud de la France de 2004 à 2008 sur trois espèces cavernicoles. Coordonné par la SFPEM, il a notamment abouti à la mise en valeur des études réalisées à travers la parution d'un cahier technique portant sur les chiroptères cavernicoles.

Fort de ces succès et de la richesse des projets et études menés à bien, un deuxième plan national d'actions en faveur des chiroptères (PNAC) a été mis en place par le MEEDDM pour la période 2009 à 2013.

Animé par la fédération des conservatoires des espaces naturels, une déclinaison de ce plan existe pour la plupart des régions. Ses objectifs et enjeux se déclinent en 8 points :



- Répondre aux obligations européennes et internationales de conservation ;
- Concevoir des solutions à long terme pour la conservation ;
- Protéger un réseau de gîtes favorables ;
- Préserver les terrains de chasse et corridors de déplacement ;
- Réduire les facteurs de mortalité directe ;
- Soutenir le fonctionnement des réseaux de conservation ;
- Améliorer la connaissance des populations ;
- Centraliser, partager et diffuser les connaissances existantes.

Figure 1 - Logo du PNAC

L'ensemble de ces objectifs est composé de 26 actions qui reposent finalement sur 3 axes principaux qui sont la protection des chiroptères, l'amélioration des connaissances et l'information et la sensibilisation du public.

L'une des actions concerne notamment la prise en compte de la conservation des chauves-souris dans la gestion forestière. Pilotée par l'ONF, cette action vise à l'amélioration des connaissances de ces espèces en milieu forestier, l'application des recommandations en termes de gestion conservatoire et le développement des sessions de formation à ce sujet (Tapiero, à paraître).

Cette étude s'inscrit donc dans ce contexte au sein de la région Rhône-Alpes où le Groupe Chiroptère du Centre ornithologique Rhône-Alpes et Faune sauvage (CORA FS) a décidé de s'intéresser plus particulièrement à deux espèces de chauves-souris forestières rares et menacées : la Barbastelle d'Europe et le Murin de Bechstein. Une chauve-souris est considérée comme forestière lorsqu'elle gîte au sein d'arbres et que ses terrains de chasse se situent en milieu forestier.

L'étude de colonies en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard par radiopistage a permis de déterminer leur domaine vital et de localiser précisément les gîtes et terrains de chasse en milieu ouvert ou forestier des différents individus suivis. Localiser ces milieux précisément apporte au niveau local la possibilité de protéger la colonie suivie. Assurer une gestion à l'échelle du paysage respectueuse des chiroptères se traduit alors par la préservation des gîtes ou l'attention portée aux transformations des milieux connus comme étant des terrains de chasse. En outre, ces études ont pour but de préciser les exigences écologiques de ces espèces afin d'en déduire des conclusions quant à la gestion des habitats utilisés. Ainsi au sein des milieux forestiers exploités lors de leur activité de chasse, les chauves-souris sont à la recherche de peuplements riches en insectes mais aussi d'une structure particulière leur permettant d'y progresser en toute vélocité et dextérité selon leur technique de vol et de chasse. Une description des milieux forestiers utilisés lors de la chasse peut donc permettre de préciser ces exigences.

L'ensemble des études de peuplements existantes, menées par des chiroptérologues ou chercheurs, ont permis à ce jour de réaliser des descriptions qualitatives et de préciser par exemple si des peuplements stratifiés ou de composition majoritaire feuillue étaient plus recherchés. Très peu d'études en revanche ont mis en application une description quantitative et précise des peuplements à la manière des inventaires forestiers réalisés en gestion courante.

Le groupe Chiroptères du CORA Faune sauvage a réalisé une étude des terrains de chasse basée sur une description qualitative. Cette étude n'ayant fourni que peu de résultats, le besoin et le désir de préciser et approfondir la description des peuplements forestiers se sont fait ressentir. Le groupe Chiroptères a donc choisi de faire appel aux compétences forestières et s'est adressé à AgroParisTech-ENGREF.

Le niveau de surface terrière, la composition en essences, la stratification horizontale et verticale des peuplements, la quantité et la diversité du bois mort ou encore la maturité et naturalité des peuplements sont autant de paramètres connus des gestionnaires forestiers et qui influent sur la présence des chiroptères.

Ainsi l'utilisation des méthodes courantes d'inventaire, adaptées au contexte particulier des chiroptères et de leurs terrains de chasse variés, offre la possibilité d'améliorer la description des terrains de chasse.

Cette étude a tout d'abord consisté à définir et appliquer un protocole de description des milieux forestiers présents dans le domaine vital des colonies étudiées. Ce protocole propose ici une description fine et complète des peuplements forestiers mais aussi des lisières forestières pour lesquelles une méthode linéaire d'inventaire à angle fixe a été testée. Puis l'analyse statistique des données a été réalisée grâce à des ACP (analyse en composantes principales) et AFCM (analyse factorielle des correspondances multiples) puis des GLM (modélisation linéaire généralisée). Cette modélisation du temps passé en activité de chasse en fonction de variables descriptives des peuplements a permis de préciser les paramètres favorisant la présence de cette activité de chasse et donc importants à prendre en compte pour les deux espèces étudiées.

En parallèle, le groupe Chiroptères du CORA Faune sauvage s'est engagé sur la réalisation et la rédaction d'un cahier technique aux éditions du Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels (CREN) et portant sur la préservation de la Barbastelle et du Murin de Bechstein au sein des milieux forestiers. Ce cahier technique a pour but de mettre à disposition des gestionnaires ou propriétaires forestiers les connaissances actuelles sur ces espèces de chiroptères et de leur permettre de mesurer l'enjeu de préservation des chiroptères présents au sein de leurs peuplements et de l'intégrer dans leur gestion sylvicole. Ce guide de gestion s'inscrit dans le contexte rhônalpin et présentera notamment les résultats de l'étude présentée dans ce mémoire. Afin d'assurer la qualité de cet ouvrage, un comité de suivi de sa réalisation a été composé et réuni lors de ce stage. Les résultats des premières réflexions et le plan détaillé du futur cahier figurent donc en dernière partie de ce rapport.

1. ÉTUDE DES CHIROPTÈRES

1.1. Protection des Chiroptères

1.1.1. Les huit actions du Plan Rhône-alpins d'actions en faveur des Chiroptères

En Rhône-Alpes, le plan régional d'actions en faveur des Chiroptères a été confié par la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) au groupe Chiroptère du Centre Ornithologique Rhône-Alpes Faune Sauvage (CORA FS). Il repose aujourd'hui notamment sur 8 actions qui sont menées à bien (Gaucher, 2009).

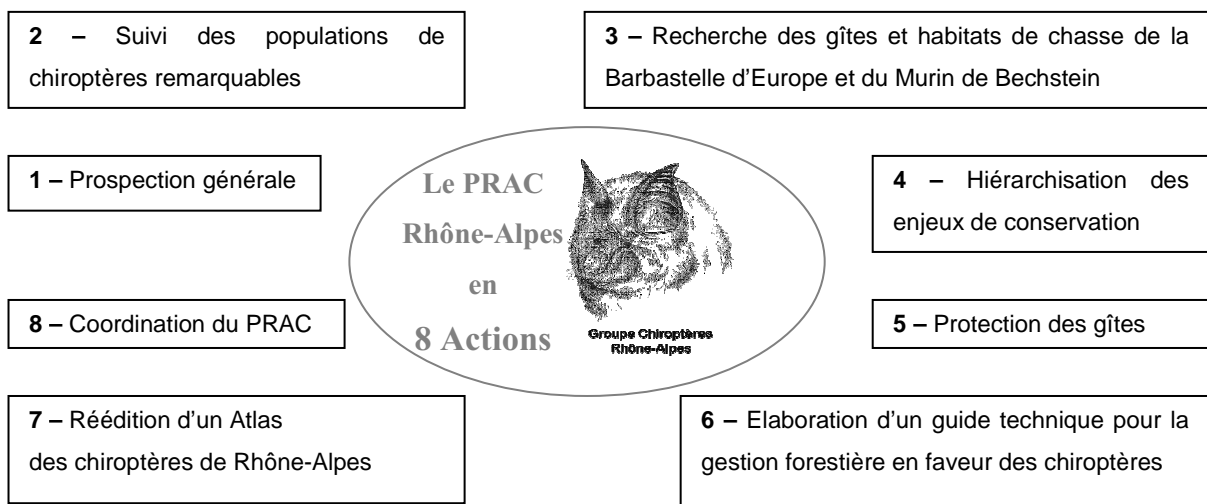


Figure 2 - Les 8 actions du plan régional d'actions en faveur des chiroptères de Rhône-Alpes

1.1.2. Le groupe « Chiroptères » du CORA Faune Sauvage et ses choix d'études en Rhône-Alpes

Le CORA FS, association de protection de la nature, fédère aujourd'hui 8 antennes réparties dans chaque département de la région. Quatre de ces huit antennes, dont la Drôme, sont aujourd'hui des représentants départementaux de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) ; ce qui inscrit le CORA FS au sein d'un réseau national. Historiquement créé pour l'étude et la protection des oiseaux, le CORA a depuis diversifié ses compétences à l'ensemble des vertébrés.

Ainsi le « Groupe Chiroptère Rhône-Alpes » (GCRA) basé à Crest dans la Drôme s'est développé en tant que réseau transversal. Il rassemble l'ensemble des personnes travaillant ou contribuant à l'étude et la connaissance des chauves-souris en Rhône-Alpes et fait partie du Groupe Chiroptères National de la S.F.E.P.M. où il est représenté par un coordinateur régional, qui est élu tous les deux ans par les membres. Il coordonne ainsi le Plan d'Actions en faveur des Chiroptères Rhône-Alpes et, à ce titre, intervient dans l'ensemble de la région pour les différentes actions de prospections, suivis et études des populations. Il est aussi impliqué dans la gestion administrative et scientifique de 3 réserves naturelles nationales spécifiques aux chiroptères en Rhône-Alpes (Groupe Chiroptères Rhône-Alpes, 2008).

Dans le cadre du plan régional d'actions en faveur des Chiroptères, le CORA FS a décidé de mettre la priorité sur deux espèces forestières : la Barbastelle d'Europe *Babastella barbastellus* (Schreiber 1774) et le Murin de Bechstein *Myotis bechsteini* (Kuhl 1818).

En effet, ces deux espèces sont citées comme « vulnérables » par l'UICN en France et dans le monde (Hutson *et al.*, 2001, IUCN, 2007 dans Gaucher, 2009). Elles sont également listées dans les Annexes II et IV de la Directive Habitat Faune-Flore et l'Annexe II des Conventions de Bonn et de Berne. Elles sont enfin classées « en danger » sur la liste rouge des vertébrés de Rhône-Alpes (Thiersant et Deliry, 2008).

Mammifères volants et nocturnes, le suivi et l'étude des populations de chiroptères nécessitent de faire appel à des techniques particulières. Précisons ici que seules les personnes possédant une autorisation de capture préfectorale dérogatoire à la loi du 10 juillet 1976 sont habilitées à capturer et manipuler ces animaux.

1.2. Méthodes d'études des Chiroptères

1.2.1. Les techniques courantes de prospection

Afin de connaître les espèces présentes sur un site, des captures sont organisées et consistent à disposer, à la tombée de la nuit, des filets japonais au sein de milieux susceptibles d'être utilisés comme terrain de chasse ou route de vol, tels que les allées forestières ou les ripisylves. Les chauves-souris emmaillées peuvent ainsi être démaillées, déterminées et mesurées avant d'être relâchées.

Une seconde technique repose sur l'écoute des chiroptères. Un détecteur d'ultrasons, appareil permettant en effet de rendre les ultrasons audibles à l'oreille humaine, permet ainsi d'identifier des espèces présentes sur le site d'écoute (chaque espèce possédant un signal spécifique par sa structure et sa fréquence).

Ces inventaires sont aussi complétés par la prospection des cavités, grottes, bâtiments, églises, soit toutes les structures pouvant servir de gîtes aux chauves-souris.

1.2.2. Pour une étude plus approfondie : la radiolocalisation

Une étude plus poussée des populations, nécessaire dans un but de protection optimale, repose sur la technique de la radiolocalisation. L'ensemble des techniques décrites précédemment ne permet pas de connaître précisément le domaine vital d'individus ou d'une population de chauves-souris, ni ses terrains de chasse ou son réseau de gîtes dont notamment les gîtes arboricoles. La radiolocalisation et le radiopistage permettent de découvrir l'ensemble de ces caractéristiques et donc d'approfondir la connaissance sur la biologie de ces espèces.

Cette technique repose sur l'équipement d'individus avec un émetteur. Ainsi à partir du crépuscule, il est possible de localiser et suivre ces individus équipés lors de leurs déplacements et activités de chasse.

Deux types de localisations résultent de cette technique : la triangulation d'azimuts synchrones et le « Homing-in ».

La première correspond à des lieux où l'individu est passé à une seconde précise, elle renseigne sur les voies de déplacement des individus, les distances parcourues, les secteurs fréquentés et l'étendu des domaines vitaux.

La méthode du « Homing-in », ou HI, permet quant à elle de situer précisément un individu suivi qui reste plus ou moins longtemps sur une zone réduite. Lorsqu'un individu reste plus ou moins longtemps à un endroit précis (de quelques minutes à plusieurs heures), on considère qu'il est en activité de chasse. Il est possible de localiser précisément ce terrain de chasse avec une précision estimée à 25 m. Ce sont ces points dits HI qui font l'objet de cette étude et qui ont été décrits.

La technique du radiopistage est détaillée en annexe.

Annexe 1. Description de la technique du radiopistage

Ainsi les radiopistages menés en Rhône-Alpes ont pour objectif d'améliorer les connaissances sur les deux espèces rares et menacées de chauves-souris forestières, la Barbastelle et le Murin de Bechstein.

1.3. Les études par radiolocalisation en Rhône-Alpes

Le Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe, deux espèces de chauves-souris considérées comme forestières, sont ressorties respectivement en première et deuxième position de la liste des espèces de chiroptères considérées comme « menacées » d'après la Liste Rouge régionale des vertébrés terrestres (Thiersant et Deliry, 2008).

Ainsi un effort important a été développé sur la région afin de mieux connaître ces deux espèces et repose sur deux actions principales : le radiopistage de colonies de Barbastelle et de Murin de Bechstein sur différents sites d'études et la publication d'un cahier technique portant sur la préservation des chiroptères en milieu forestier. Mon stage portait ainsi sur ces deux volets qui sont plus ou moins liés puisque toute amélioration des connaissances sur la biologie des espèces, et notamment leurs exigences en termes d'habitat, permet d'orienter les pratiques humaines vers leur respect et préservation.

Dans le cadre du plan d'actions régional, deux sites rhônalpins ont été choisis afin de suivre des populations de Barbastelle et Murin de Bechstein. Le premier est situé à proximité du lac du Bourget dans l'avant-pays savoyard (73) et le second dans la région de Dieulefit en Drôme provençale (26). Chaque site a fait l'objet d'études par radiopistage durant 3 années consécutives et à différentes périodes.

Site	Année	Période	Espèces suivies
Avant-pays savoyard	2007	Fin juin / début juillet	Barbastelle
	2008	Fin mai à début juin	Barbastelle Murin de Bechstein
	2009	2 ^e moitié de juillet	Barbastelle Murin de Bechstein
Drôme provençale	2008	Début août	Barbastelle Murin de Bechstein
	2009	2 ^e moitié de mai	Barbastelle Murin de Bechstein
	2010	2 ^e moitié de juillet	Barbastelle Murin de Bechstein

Figure 3 - *Années et périodes de radiopistage de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Rhône-Alpes*

Sur la demande du parc naturel régional de Chartreuse, un suivi a été réalisé sur un troisième site lors de l'été 2010 afin d'avoir des compléments en forêts de montagne.

L'objectif de l'étude était d'améliorer les connaissances sur ces deux espèces dans différents contextes géographiques et climatiques et à différentes saisons, d'où une grande diversité des habitats et notamment des peuplements forestiers concernés. Pour des questions de calendrier, l'étude réalisée lors de mon stage concerne uniquement les sites de l'avant-pays savoyard et de la Drôme provençale.

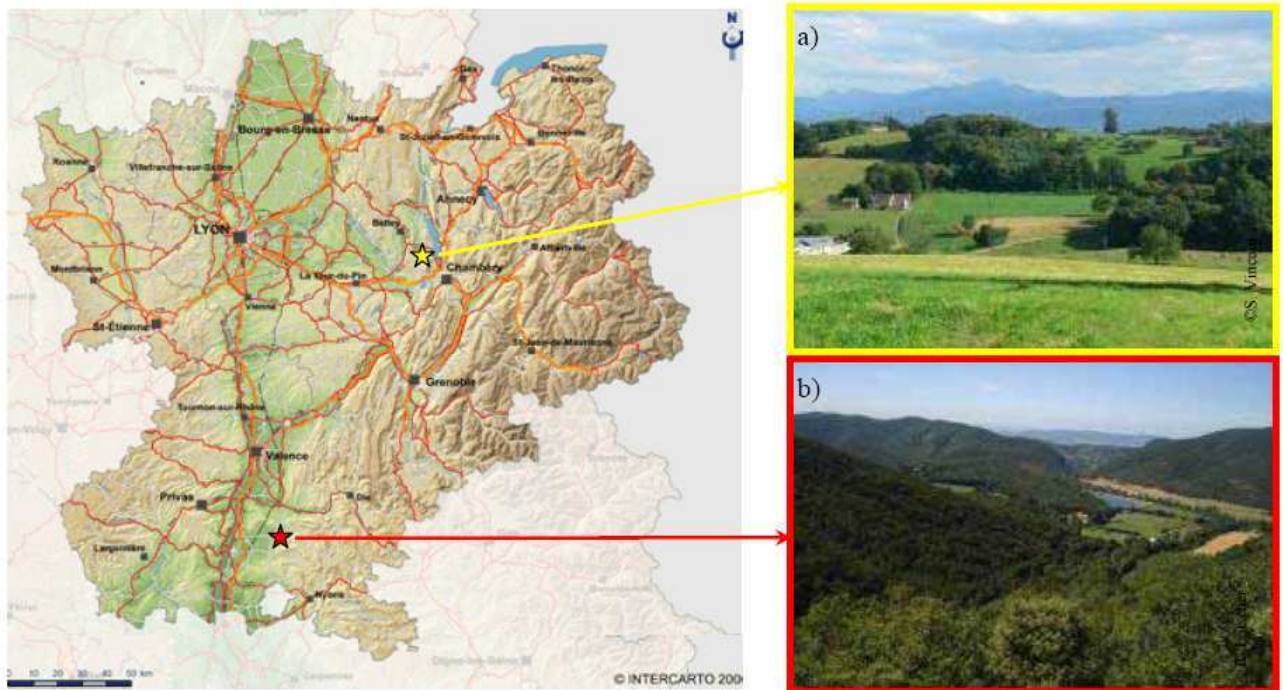


Figure 4 - Localisation des sites d'études par radiopistage en Rhône-Alpes : l'avant-pays savoyard (a) et la Drôme provençale (b) (Source : Gaucher, 2009)

Une présentation succincte des deux sites et des résultats des radiopistages (localisations des gîtes et terrains de chasse notamment) figure en annexes.

Annexe 2. Présentation générale de l'étude réalisée dans l'avant-pays savoyard

Annexe 3. Présentation générale de l'étude réalisée en Drôme provençale

1.3.1. Résultats généraux et perspectives d'études : le besoin en compétences forestières

Sur les deux sites d'études, chaque individu suivi chassait sur des secteurs particuliers et présentait des préférences pour certains habitats. Alors que certains individus chassaient préférentiellement au sein de ripisylves ou de milieux ouverts bocagers, d'autres présentaient une préférence plus marquée pour les milieux forestiers à savoir le plus souvent en lisière pour la Barbastelle ou au sein des peuplements pour le Murin de Bechstein.

Concernant les terrains de chasse se situant en lisière ou dans les peuplements forestiers, une première étude a été réalisée et consista à décrire qualitativement les peuplements concernés. Les strates étaient décrites, ainsi que la présence d'herbacées ou encore de bois mort. Malheureusement aucun résultat n'est ressorti des analyses statistiques réalisées sur ces données. Il paraissait donc important de décrire plus finement et quantitativement les lisières et peuplements forestiers utilisés par les deux espèces étudiées en activité de chasse. Ainsi l'utilisation des méthodes d'inventaires et de mesure des peuplements forestiers couramment utilisées en gestion sylvicole paraissait intéressante voire indispensable à cette étude.

Un protocole de description des lisières et peuplements forestier utilisés comme terrain de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein a ainsi été réalisé et appliqué sur ces deux sites d'études.

2. ÉTUDE DES TERRAINS DE CHASSE DE LA BARBASTELLE D'EUROPE ET DU MURIN DE BECHSTEIN

2.1. Présentation des espèces et états des connaissances actuelles

2.1.1. La Barbastelle d'Europe – *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774)

Les populations de Barbastelle ont décliné fortement suite à l'épandage de pesticides au sein des cultures et des massifs forestiers lors de la deuxième moitié du vingtième siècle (Arthur et Lemaire, 2009). Espèce aujourd'hui protégée, son étude et ainsi l'amélioration des connaissances sur son écologie et son comportement permettront de proposer des mesures de gestion de plus en plus efficaces et concrètes.

• Description et biologie



Cette espèce fait partie de la famille des Vespertilionidés. Sa morphologie singulière se caractérise par une face caractéristique et un pelage épais brun-noir foncé. Elle pèse de 6 à 14 g pour une envergure comprise entre 240 et 290 mm.

La reproduction de la Barbastelle s'étale de la fin du mois de mai au mois d'août. Les naissances ont lieu à la mi-juin et l'émancipation des juvéniles en août. L'allaitement dure donc 6 semaines et l'envol des juvéniles peut être tardif (fin août) (Greenaway et Hill, 2004 ; Dietz *et al.*, 2009).

Figure 5 - *La Barbastelle d'Europe* (Photo : Y. Peyrard)

• Les gîtes de la Barbastelle

→ Dynamique d'occupation des gîtes

En été, cette espèce change régulièrement de gîtes arboricoles et nécessite ainsi une grande disponibilité d'arbre-gîtes potentiels. L'accouplement se fait dans les gîtes de transit et le changement de gîtes semble alors moins fréquent une fois les jeunes mis bas c'est-à-dire fin mai-début juin.

En hiver, il est possible de la trouver sous des écorces si la température extérieure n'est pas trop basse. Elle gîte aussi en grottes, dans des galeries, d'anciens tunnels ferroviaires dans des fentes rocheuses ou des ruines (Dietz *et al.*, 2009).

→ Essences et morphologie des gîtes et arbres-gîtes

La Barbastelle gîte dans des arbres vivants feuillus en plaine tels que des chênes, des châtaigniers ou des robiniers et dans des pins et sapins en milieu montagnard (préférentiellement au sein d'arbres morts qui ne présentent plus d'écoulement de résine).

Elle aime gîter dans des **fissures étroites** et dans des **cavités issues de l'activité des pics**.

Les origines des gîtes arboricoles s'avèrent diverses et variées, issus de dégâts de tempête, de gélivures ou roulures mais aussi du développement de caries et cavités par pourrissement ; elles ont aussi été observées dans des branches creuses, de grosses échardes cicatrisantes ou encore derrière des écorces décollées ou du lierre (Kervyn, 2004 ; Greenaway et Hill, 2004 ; Pénicaud, 2000).

Il a été observé que des arbres morts de hauteur élevée (qui faciliterait le retour au gîte selon Sierro et Arlettaz (1997)) et de diamètre élevé (supérieur à 30 cm selon Russo *et al.* (2004)) sont préférentiellement sélectionnés en tant qu'arbre-gîte, ainsi que les peuplements ayant connu peu ou pas d'exploitation forestière et qui présentent un sous-étage développé (Kervyn, 2004).

Enfin les gîtes, dont l'organisation en réseau est primordiale, doivent être protégés des intempéries et maintenir une certaine humidité qui est favorisée par le sous-étage aux alentours de l'arbre.

→ Gîtes en bâti

De nombreux gîtes ont aussi été observés en bâti : derrière les volets, sous les toits, dans les granges, fissures de poutres... Cette occupation des bâtiments peut s'expliquer par une offre en gîte insuffisante dans le peuplement, des dérangements trop fréquents, de mauvaises conditions hygrothermiques dans les gîtes arboricoles notamment problème de température (Greenaway et Hill, 2004), l'altitude pourrait aussi être un facteur déterminant sur le type de gîte utilisé.

Très sensible au dérangement, la Barbastelle peut réagir à une perturbation dans un rayon de 100 m autour de son gîte. Ainsi des changements de gîtes en plein jour ont déjà été observés du fait de passage d'observateurs ou de la réalisation de travaux forestiers (Kervyn, 2004).

• La Barbastelle : régime alimentaire et chasse

La stratégie de cette espèce repose sur **une spécialisation trophique extrême**, c'est-à-dire sur un type de proie peu ou non accessible par les autres espèces évoluant dans les mêmes habitats (absence de compétition interspécifique). Elle se nourrit en effet presque exclusivement de petits papillons (pyrales, lithosies) ainsi que de diptères, petits coléoptères et autres insectes volants. Ses sorties s'avèrent ainsi tardives puisque ses proies favorites ne sont pas crépusculaires (Russo, 2007).

D'un vol très adroit et rapide, la Barbastelle chasse près de la végétation, au-dessus de la couronne des arbres et se déplace parfois en piqués rapides dans les ramures. On l'observe de même sous la canopée ou dans des milieux ouverts entrecoupés d'une végétation dense et bien structurée. Cependant cette espèce s'est **spécialisée sur une structure particulière de l'habitat : la lisière arborée**. Elle s'observe en effet majoritairement en chasse en déplacements linéaires le long des plantations, lisières, pistes forestières, clairières ouvertes ou encore au niveau de la cime des arbres. La Barbastelle chasse aussi bien dans les chênaies, hêtraies et pessières. Afin de circuler entre deux terrains de chasse, elle utilise les allées forestières et les autres structures linéaires du paysage telles que les haies (Dietz *et al.*, 2009 ; Arthur et Lemaire, 2009).

Elle semble s'adapter à des forêts de toute composition, aux bocages et jardins proches de boisements. Elle a été observée des forêts de plaine à l'étage alpin jusque 2000 m. Un peuplement inéquienne et de structure hétérogène s'avère par contre essentiel ainsi que les milieux forestiers avec haies et lisières (Dietz *et al.*, 2009).

Son territoire de chasse est de taille moyenne (distance du gîte comprise dans un rayon de 2 à 10 km) et elle présente une certaine fidélité saisonnière tout en choisissant ses zones de chasse en fonction des circonstances (émergences de proies, période climatique particulière...).

La Barbastelle est de plus inféodée aux forêts naturelles et semi-naturelles, feuillues au sous-étage abondant. La présence de grands massifs d'un seul tenant ne semble pas nécessaire, en revanche les connexions entre massifs sont primordiales (Greenaway et Hill, 2004). La présence d'une ressource en eau semble aussi importante (Russo *et al.*, 2004 ; Greenaway et Hill, 2004). **Ainsi l'ancienneté de la forêt et de son environnement, l'absence d'exploitations passées et l'interconnexion des massifs forestiers caractérisent les peuplements idéaux pour cette espèce** (Tillon, 2009).

• Enjeux de préservation de colonies de Barbastelle

La spécialisation de son régime alimentaire et ses exigences particulières en matière de gîtes pourraient expliquer le déclin de la Barbastelle dans de nombreuses régions. L'espèce manifesterait ainsi une adaptabilité limitée à la dégradation ou au rajeunissement de ses biotopes forestiers et à la diminution de ses ressources alimentaires.

Sur liste rouge de l'UICN 2008, les menaces en France et en Europe s'avèrent nombreuses (Dietz *et al.*, 2009 ; Arthur et Lemaire, 2009). En milieux forestier et agricole, elles reposent sur :

- la conversion à grande échelle des peuplements forestiers issus de plantations d'essences exotiques (ex. du Douglas dans le Morvan ou le Limousin...);
- la baisse d'âge d'exploitabilité des arbres et la disparition concomitante des très gros bois ainsi que l'abattage des arbres vieux ou abîmés ;
- la destruction des milieux forestiers présents le long des linéaires de chemins, routes, fossés, rivières et ruisseaux ainsi que des parcelles agricoles.
- les traitements phytosanitaires touchant les microlépidoptères (forêts, vergers, céréales, cultures maraîchères...) et le retournement des prairies en herbe.

A l'échelle du paysage, d'autres menaces concernent les densités de populations d'insectes ainsi que les gîtes cavernicoles, à savoir :

- la circulation routière (qui affecte l'espèce soit directement - mortalité par collision – soit indirectement par destruction de plusieurs milliers de tonnes d'insectes par an en France) ;
- le développement des éclairages publics (destruction et perturbation du cycle de reproduction des lépidoptères nocturnes) ;
- la mise en sécurité des anciennes mines par effondrement ou obturation des entrées ;
- et la fréquentation de certains sites souterrains importants pour l'espèce.

Il n'existe donc pas une menace unique mais plutôt une combinaison de facteurs à l'échelle du paysage qui explique la déclinaison des populations.

De nombreuses questions restent en suspens. Parmi celles-ci, l'évolution des populations des différentes régions d'Europe en fonction de la sylviculture se présente comme primordiale à suivre et étudier. De même, les effets des pesticides sur les insectes considérés comme nuisibles (Hanneton des Bois, Nonne, Bombyx disparate) et sur l'offre alimentaire disponible dans les forêts sont peu étudiés et donc peu connus et peuvent fortement impacter les populations de Barbastelle (Dietz *et al.*, 2009).

2.1.2. Le Murin de Bechstein – *Myotis bechsteinii* (Kuhl, 1817)

Espèce très territoriale, elle se montre très fidèle à ses gîtes et terrains de chasse. Particulièrement sensible au dérangement et aux changements d'habitats, toute perturbation peut s'avérer critique pour la survie d'une colonie au sein d'un peuplement. Elle semble pourtant savoir aussi s'adapter aux habitats disponibles sur un secteur défini et son large spectre alimentaire lui permet de profiter de la prolifération exceptionnelle de certaines proies due à des événements particuliers.

• Description et biologie



Figure 6 - Le Murin de Bechstein – Photo : L. Arthur - <http://www.sfepm.com>

De taille moyenne aux oreilles remarquablement longues, son pelage dorsal est brun roux en contraste avec le beige clair du pelage ventral. Pesant de 7 à 12 g, son envergure est comprise entre 250 et 286 mm.

Les gîtes de mise-bas sont occupés à partir de la fin avril, les naissances ayant lieu de juin à début juillet.

La période de reproduction, à la fin du mois d'août, est caractérisée par une dispersion et un regroupement des individus pour l'accouplement dans des grottes ou des arbres-gîtes appelés gîtes de *swarming*. Ce comportement engendre un grand flux de gènes entre les différentes maternités. Lors de cet essaimage en fin d'été, les mâles peuvent se déplacer jusqu'à 60 km (Arthur et Lemaire, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009).

• Description des gîtes

→ Dynamique d'occupation des gîtes

Les gîtes présentent plusieurs fonctions. Refuges lors des intempéries ou lors de la menace de prédateurs, ils sont aussi le lieu d'échanges sociaux ou bien encore constituent le site pour l'élevage des jeunes.

L'hibernation se déroule de fin octobre au mois de mars en bâti ou dans des gîtes souterrains (voire dans des arbres). L'observation du Murin de Bechstein à cette période est difficile car il se place souvent au sein de fissures (dans les voûtes par exemple).

À partir du mois de mai et jusqu'à la fin de l'été, les femelles de Murin de Bechstein changent quotidiennement de gîtes (Kerth et König, 1999 dans Barataud, 2009) et peuvent utiliser jusqu'à 50 gîtes au sein du domaine vital d'une colonie alors que le mâle s'avère plus fidèle (Meschede et Heller, 2003 ; Tillon, 2009). Ces possibilités de changement de gîtes peuvent être limitées par la compétition avec d'autres chiroptères ou encore l'avifaune qui expulse parfois les chauves-souris au mois de juin.

Les gîtes de *swarming*, c'est-à-dire dédiés aux accouplements constituent l'un des grands enjeux de conservation.

L'abandon des gîtes d'estivage s'observe à la fin du mois d'octobre ou aux premières gelées (Arthur et Lemaire, 2009).

Le Murin de Bechstein, à l'instar de la Barbastelle, est une espèce sensible au dérangement (Kervyn, 2004).

→ Essences et morphologie des gîtes et arbres-gîtes

Les essences majoritairement utilisées sont le Chêne, le Hêtre et le Châtaignier.

Les gîtes arboricoles sont souvent des **loges de pics ou autres cavités naturelles** dans des arbres de diamètre significativement élevé ou bien encore dans de vieilles cicatrices de branches mortes. Les cavités préférentiellement utilisées remontent vers le haut par pourriture du bois au cours des années (Kervyn, 2004 ; Dietz *et al.*, 2009, Arthur et Lemaire, 2009). La profondeur des cavités assure une isolation face aux changements de température et d'humidité (Greenaway et Hill, 2004). M. Barataud *et al.* (2009) ont en effet démontré que l'isolation des gîtes grâce à l'épaisseur de la paroi et leur bon ensoleillement l'après-midi étaient les paramètres déterminants quant à la sélection d'un gîte par le Murin de Bechstein. Les gîtes les plus chauds sont utilisés à partir des naissances et jusqu'à la période de sevrage (Kerth *et al.*, 2001 dans Barataud, 2009).

Au-delà du gîte en lui-même, l'environnement ou « l'ambiance forestière » semble aussi déterminant dans le choix et l'occupation des gîtes. Il a en effet été observé que le recouvrement de la strate comprise entre 5 et 10 m de haut était plus élevé à proximité des gîtes et peut ainsi jouer le rôle de « zone tampon » (Kervyn, 2004 ; Greenaway et Hill, 2004 ; Tillon, *comm. pers.*).

• Le Murin de Bechstein : régime alimentaire et chasse

Sa stratégie repose sur un **spectre alimentaire très diversifié** mais un territoire de chasse de petite taille et peu éloigné du gîte.

Volant entre 1 à 5 m de hauteur, le Murin de Bechstein chasse près de la végétation au sein des peuplements, à ras du sol ou encore dans la couronne des arbres.

Agile, d'un vol lent et pouvant être stationnaire, cette espèce aux longues oreilles glane des proies en les repérant grâce aux bruissements de ces dernières. D'une très grande dextérité aérienne, elle capture ainsi des proies au vol et sur toutes les strates végétales. Elle se pose aussi sur des arbres et chasse ainsi de repos ou d'observation (attestée par la présence de restes d'Opilions dans le guano).

Son régime alimentaire est éclectique et exploite l'ensemble des taxons.

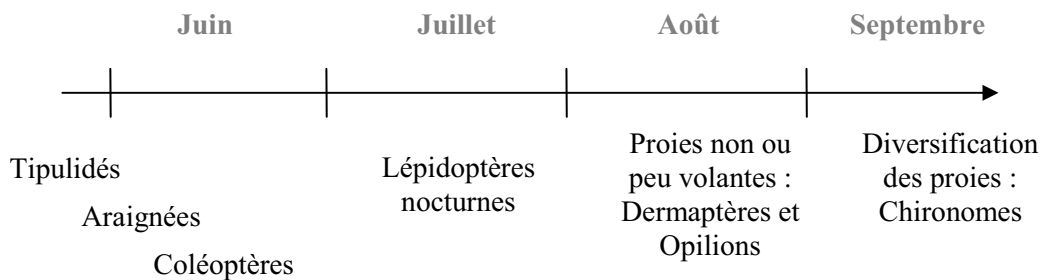


Figure 7 - Régime alimentaire du Murin de Bechstein au fil des mois de la période de chasse

Espèce glaneuse, le Murin de Bechstein chasse par conséquent au sein des peuplements riches en strates. Il chasse notamment en forêt de feuillus âgés, dans des peuplements riches en gros bois avec une strate buissonnante importante ou bien au sein de bocages. On l'observe aussi en activité de chasse le long de lisières de futaie résineuse avec régénération ou en peuplements résineux s'ils sont stratifiés (Albrecht, 2002). Il recherche ainsi des milieux présentant des trouées et des sous-strates abondantes (Arthur et Lemaire, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009).

L'étude de Barataud *et al.* (2009) montre que les petits coléoptères de la famille des *Œdéméridés* constituent un composant important de l'alimentation des Murins de Bechstein. Les imagos de cette famille d'insectes se nourrissent du pollen des fleurs alors que les larves se développent dans le bois pourrissant. Ces insectes ont notamment été observés sur le site de l'étude et à la période concernée sur les différentes fleurs des lisières ou dans les trouées forestières sur les fleurs de ronces. La présence de ces insectes au sein du peuplement étudié pourrait s'expliquer par la tempête de 1999 qui a eu pour conséquence une augmentation importante de la quantité de bois mort présente. Ainsi les auteurs supposent une spécialisation ponctuelle sur un type de proie rendu abondant suite à une perturbation du milieu forestier. Cet exemple illustre bien la capacité d'adaptation du Murin de Bechstein face aux changements de son environnement grâce à son régime alimentaire à large spectre.

Le Murin de Bechstein a ainsi été observé en chasse dans des éclaircies de vieilles futaies, des chênaies ou encore hêtraies denses avec régénération naturelle et présentant une stratification développée, diversifiée et bien structurée. Sa présence est de plus notée dans des pinèdes et sapinières ou occasionnellement dans des pessières si elles sont bien structurées et présentent une strate arbustive développée. Mais il est de manière générale moins fréquent dans les forêts mixtes à dominance de résineux, les forêts cathédrales sans sous-étage et les enrésinements monospécifiques. Des forêts pures de résineux adjacentes à des habitats très favorables peuvent héberger des colonies mais la densité de population s'avère alors faible. De plus, au sein de boisements morcelés, cette espèce chasse sur de plus longues distances ou exploite alors des forêts semi-ouvertes, jeunes et fragmentées (Arthur et Lemaire, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009).

Le Murin de Bechstein fut observé en chasse au sein de lisières composées de résineux, des lisières de futaies ou encore au sein de régénérations de résineux à Fontainebleau (Lustrat, 2001). Il chasse occasionnellement dans des parcs, vergers, pâturages bocagers ; il exploite aussi des clairières et trouées après une tempête. On ne l'observe en revanche jamais le long des zones de culture ou des axes routiers.

La circulation d'un terrain de chasse à l'autre est conditionnée par le couvert forestier, la présence des pistes et routes forestières.

Pour exemple, une étude spécifique au Murin de Bechstein réalisée par Barataud *et al.* en 2009 dans le Limousin a démontré que les grandes parcelles de plantations de résineux semblaient globalement évitées, contrairement aux boisements feuillus. Ainsi des peuplements feuillus relativement âgés ont été sélectionnés en tant que terrain de chasse. Les peuplements non utilisés par cette espèce étaient soit jeunes et denses et sans hétérogénéité de structure ou bien à majorité de résineux. Cette étude a conclu sur l'importance de la présence d'une strate herbacée dense et haute, ainsi que d'une strate arbustive moyenne (25 à 75 % du couvert) et enfin de l'importance de la

présence soit d'une trouée soit d'un grand arbre dominant important. De même, en Angleterre, Greenaway et Hill (2004) décrivent le peuplement idéal comme une forêt feuillue mélangée à majorité de chênes, inéquienne, d'un seul tenant de 40 à 50 ha minimum et présentant un sous-étage dense et d'une composition spécifique riche. Un recouvrement total de la strate supérieure ne semble pas favorable (Albrecht *et al.*, 2002, dans Barataud *et al.*, 2009). Enfin la présence de cours d'eau alimentés en été connectés au peuplement par un réseau de haies est aussi favorable à l'espèce.

Une forêt richement **structurée** est présentée comme le facteur le plus important quant à la présence de colonies de Murin de Bechstein au sein d'un peuplement, la composition en essences (notamment dualité feuillus et résineux) venant par la suite. **L'abondance du bois mort** assure de même la présence d'une entomofaune abondante et diversifiée (Arthur et Lemaire, 2009 ; Barataud *et al.*, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009). Considéré comme une **espèce parapluie des forêts vierges**, les peuplements feuillus stratifiés avec de vieux arbres, une structure équilibrée et une strate arbustive intermédiaire (15 à 30 % de la surface des peuplements) lui sont les plus favorables (Tillon, 2009).

Le Murin de Bechstein est une espèce qui joue sur la stratégie du petit territoire de chasse (zone de chasse principale < 10 ha environ), non loin du gîte (< 2 km) et présentant une **fidélité extrême dans l'espace et dans le temps avec transmission parentale possible**. Ainsi il se montre moins adaptable face à des modifications de la structure de la végétation (qui entraînerait une baisse de la diversité des proies sans modifier leur biomasse) que des espèces ayant des territoires de chasse plus vastes (de 10 à plusieurs dizaines de km du gîte) telles que le Grand Murin ou la Grande Noctule.

• Enjeux de préservation de colonies de Murin de Bechstein

Considéré comme rare et menacée, cette espèce très spécialisée apparaît comme très sensible au dérangement. Un changement brusque de végétation ou une modification du paysage peut fortement l'affecter ; ainsi la fragmentation au sein d'un peuplement peut fortement menacer la survie d'une colonie (Kerth *et al.*, 2002). À l'inverse on observe aussi une adaptation possible aux types de milieux disponibles sur un secteur. Cette espèce est directement influencée par la gestion forestière car dépendante de la disponibilité en arbres creux et en bois mort qui assurent la présence de ses proies (Arthur et Lemaire, 2009 ; Dietz *et al.*, 2009).

Enfin la protection des gîtes de regroupement automnal (*swarming*) doit être systématique afin de maintenir le brassage génétique.

L'impact du morcellement ou encore une meilleure connaissance des gîtes d'accouplement constituent des questions aujourd'hui en suspens.

Les connaissances existantes sur les habitats forestiers exploités par la Barbastelle et le Murin de Bechstein permettent d'intégrer les caractéristiques et critères considérés aujourd'hui comme étant importants à prendre en considération lors de l'étude des terrains de chasse.

2.2. *Élaboration du protocole de description*

2.2.1. Études existantes et logique globale de la réalisation du protocole

De nombreuses données existent aujourd'hui quant à la typologie et la description des gîtes arboricoles des chauves-souris. En revanche, les études concernant les terrains de chasse sont plus rares. Le travail demandé consistait donc, notamment à travers l'utilisation des données couramment relevées en milieu forestier, à déterminer les variables ou paramètres qui influeraient sur la sélection des terrains de chasse de ces deux espèces.

Les études déjà existantes relevaient par exemple, au sein de pinèdes exploitées par la Barbastelle, l'épaisseur de la litière, le recouvrement de buissons, le pourcentage de pins et la circonférence des chênes (Sierro, 1994) ou bien encore les strates des sous-étages, la végétation des milieux ouverts ou la structure et l'âge des peuplements (Roué et Barataud, 1999). Enfin la naturalité

(basée par exemple sur la composition en essences autochtones) et l'hétérogénéité des peuplements ont aussi déjà été étudiées (Kanuch *et al.*, 2008).

Puisque les chiroptères font l'objet d'études depuis peu, chaque nouvelle étude peut apporter ses surprises et contradictions face aux connaissances existantes. Cependant celles menées en Europe ont ainsi démontré que l'activité de chasse des chiroptères est influencée par la composition en essences, l'âge, la structure et l'état de fragmentation des peuplements (Kanuch *et al.*, 2008).

Ainsi deux voies d'entrée complémentaires permettent ici de réaliser une bonne description des terrains de chasse et qui se basent sur :

- **L'offre alimentaire**, c'est-à-dire la productivité végétale donc entomologique du milieu ;
- **la structure du peuplement** liée aux différentes techniques de chasse.

La réalisation de ces protocoles s'est notamment inspirée du protocole de suivi d'espaces naturels protégés développé par le MEDD en 2005, plus particulièrement sur la méthode d'inventaire du bois mort, ainsi que du travail de Sylvain Haye (2006). En outre Laurent Tillon propose un protocole de description des arbres-gîtes et peuplements aux alentours qui est diffusé auprès des agents de l'ONF et vise à enrichir leur base de données naturalistes. Enfin une réflexion commune avec l'agence de l'ONF en Lozère qui étudie aussi des populations de Barbastelle a permis d'enrichir le protocole de description des lisières (Chauvin, 2010).

2.2.2. Deux types d'habitats forestiers à décrire et variables sélectionnées

Les deux espèces concernées par cette étude ne présentent pas les mêmes types de vol, techniques de chasse et régime alimentaire. Le Murin de Bechstein chassant essentiellement au sein des peuplements et la Barbastelle en lisière ; deux protocoles ont ainsi été réalisés, le premier permettant la description des peuplements, le second celle des lisières ; descriptions respectivement nommées par la suite placette « Peuplement » et « Lisière ».

Sur ces deux types de placettes, voici un aperçu des paramètres qui ont été sélectionnés et relevés en fonction de ce qu'ils traduisaient :

- **L'offre alimentaire, abondance et diversité en insectes** : volume de bois mort, essences présentes (surface terrière ventilée par essences), couvert herbacé, litière, présence de mousses, lierre et lianes mais aussi de plantes invasives (exotiques et envahissantes) ;
- **la structure horizontale et verticale du peuplement**: surface terrière ventilée par classe de diamètre, hauteur du peuplement et description des strates, densité ;
- **l'intensité de gestion et la naturalité des peuplements** : âge estimé des peuplements réguliers, diamètre maximal inventorié, quantité de bois mort, traces d'interventions sylvicoles ;
- **le type de peuplement concerné** : basé sur les typologies existantes (guide de sylviculture...) ou bien sur les grandes classifications établies dans le schéma régional de gestion sylvicole (SRGS) (CRPF Rhône-Alpes, 2005) (par soucis d'adaptabilité des résultats à l'échelle du gestionnaire public ou privé).

Une description des milieux ouverts (trouée...) ou milieu humide a été prévue et consistait à décrire les essences présentes, la régénération, la présence de plantes invasives.

2.2.3. Données spécifiques aux lisières forestières et adaptation de l'inventaire

Les placettes « Lisière » ont la particularité de décrire l'étagement de la lisière entre strates arborée, arbustive et buissonnante (hauteur, continuité et essences présentes) ainsi que sa sinuosité, le recouvrement des houppiers ou encore sa perméabilité.

Les mêmes données quantitatives (surface terrière, volume, densité) que celles concernées par la placette « Peuplement » sont relevées en adaptant les mesures à la linéarité de la description. En se basant sur le principe relascopique, la surface terrière a été relevée par inventaire à angle fixe le long d'une ligne (méthode permettant de décrire les arbres de lisière sans installer de placette à surface fixe

et décrivant les arbres selon leur diamètre : les arbres plus gros sont ainsi inventoriés plus en profondeur de la lisière). Des variables relatives aux peuplements forestiers limitrophes des lisières furent succinctement décrites : traitement et type de peuplement (cf. ci-dessus) ainsi que les différentes strates et essences présentes.

Annexe 4. Description de lisière par la méthode d'inventaire à angle fixe le long d'une ligne : description et critiques

La description du deuxième milieu concernait soit un autre peuplement dans le cas de la lisière interne soit un milieu ouvert ou humide pour lequel la description du cours d'eau, des arbres, du milieu urbain présent ou de la route était envisagée.

2.2.4. Un protocole final riche qui sera simplifié

Les protocoles de description des lisières et peuplements ainsi que les fiches de terrain sont disponibles en annexes.

Annexe 5. Protocole de description des peuplements forestiers et des lisières forestières exploités lors de l'activité de chasse du Murin de Bechstein et de la Barbastelle

Comme on peut le constater, le nombre de variables relevées était très élevé. Les connaissances étant pour l'instant limitées, il m'a été assez délicat de sélectionner et diminuer les variables à décrire. L'étude se situe aussi sur deux secteurs géographiques distincts et sur plusieurs massifs forestiers au sein de chaque zone d'étude. Les peuplements et les lisières à décrire allaient donc être variés et l'ensemble des situations pouvant être rencontrées devaient être envisagées. Notamment, afin de bien décrire les lisières de façon homogène, chaque milieu limitrophe du milieu forestier (milieu ouvert, zone humide, terre agricole, zone urbaine ou bien deuxième milieu forestier dans le cas d'une lisière interne) devait figurer dans le protocole et être le sujet d'une description particulière.

Le choix a alors été de décrire finement les variables liées au peuplement forestier telles que la surface terrière, la stratification ou encore le volume de bois mort. Les autres variables telles l'humus, la strate herbacée, la présence de ronces ou d'invasives ou bien encore les traces d'interventions sylvicoles n'ont pas été éliminées mais décrites plus succinctement ou qualitativement. Aucun relevé botanique précis n'a été envisagé par exemple, les espèces dominantes devaient simplement être mentionnées.

Deux protocoles ont été réalisés afin de décrire au mieux les peuplements et lisières forestières utilisés en tant que terrain de chasse par le Murin de Bechstein et la Barbastelle. Les individus à étudier et une méthode d'échantillonnage ont donc ensuite été définis.

2.3. Sélection des terrains de chasse à décrire et méthode d'échantillonnage

2.3.1. Sélection des individus

Le nombre de localisation de terrain de chasse (points HI) s'élevait à environ 400. La description de l'ensemble de ces points était donc trop importante et aurait demandé une phase de terrain trop longue par rapport à la durée du stage. Ainsi une sélection des individus à étudier a été nécessaire.

Le CORA Faune sauvage désirait réaliser une étude sur les deux sites suivis et les deux espèces, l'étude ne pouvait donc concerner un seul site (Drôme provençale ou avant-pays savoyard) ou une seule espèce (Barbastelle ou Murin de Bechstein).

La sélection a donc reposé sur trois critères à savoir le sexe des individus, la qualité du suivi par individu et les habitats concernés par les terrains de chasse.

✓ **Sélection des individus selon leur sexe**

L'enjeu de préservation des chiroptères se joue en premier lieu au niveau des populations de femelles qui forment les colonies de parturition au printemps, mettent bas en été et élèvent leur unique jeune de l'année. Elles forment ainsi des colonies plus ou moins importantes et exploitent les terrains de chasse à des distances plus ou moins élevées selon les types d'habitats disponibles et l'espèce. Les mâles, quant à eux, sont le plus souvent solitaires et moins exigeants en termes de qualité de l'offre en gîtes et probablement de terrains de chasse.

Ainsi lors des radiopistages, les femelles sont préférentiellement équipées. Cependant lorsque les captures ne permettent pas d'équiper un nombre conséquent de femelles (capture difficile pour cause de mauvais temps par exemple), des mâles ont été équipés et suivis, ce qui permettait aussi de compléter les connaissances globales sur l'espèce.

Seuls les terrains de chasse de femelles ont été étudiés. Ces femelles étaient gestantes, allaitantes ou bien non allaitantes.

✓ **Sélection des individus selon la qualité du suivi**

Déterminer la qualité du suivi d'un individu repose sur le nombre de localisations que l'on a et sur l'estimation du domaine vital de l'individu.

Pour chaque individu, en plus des terrains de chasse, le radiopistage permet d'avoir la position de l'animal (une localisation) toutes les 5 minutes par exemple si le pas de temps adopté pour la prise des azimuts synchrones avait été fixé à 5 minutes. Ainsi, si le suivi s'est fait dans de bonnes conditions (météorologiques, de matériel, etc.), il est possible de se faire une idée assez précise du parcours réalisé par un individu sur plusieurs nuits.

L'ensemble des localisations disponibles pour un individu est ensuite utilisé pour estimer le domaine vital de cet individu. Plusieurs méthodes existent afin d'estimer ce domaine vital. Celle utilisée par le CORA Faune sauvage est la méthode du Polygone convexe minimal (PCM) qui consiste à former l'enveloppe convexe des points donnés. Le domaine vital est ainsi tracé entre les localisations extrêmes de l'individu.

Si le nombre de localisations n'est pas assez élevé, le domaine vital peut être sous-estimé.

Afin de s'assurer que le domaine vital mesuré est représentatif de la surface totale utilisée par l'individu pour une période donnée, on réalise la représentation graphique de la taille du domaine vital en fonction du nombre de localisations. Lorsque la courbe obtenue atteint une asymptote, on peut alors considérer que l'individu a bien été suivi ; c'est-à-dire que l'ajout de localisations supplémentaires n'augmente plus la taille du domaine vital. Ces tests avaient été réalisés sur les données issues des radiopistages menés en Rhône-Alpes. La conclusion était qu'un minimum de 30 localisations par individu était nécessaire afin de pouvoir estimer qu'il avait été bien suivi (Gaucher, 2009).

Ainsi chaque point obtenu par triangulation d'azimuts synchrones correspond à une localisation. Concernant les points HI qui possèdent des durées plus ou moins longues (correspondant au temps passé en chasse à cet endroit), le nombre de minutes a été divisé par 5 et permet ainsi d'obtenir le nombre de localisations lors de l'activité de chasse. La somme des deux types de localisation (triangulation et HI) a fourni le nombre de localisations total par individu.

Les individus ne possédant pas au moins 30 localisations n'ont donc pas été pris en compte pour l'étude.

Remarque : Le nombre de localisations calculé pour les terrains de chasse permet d'estimer le temps passé en activité de chasse par la chauve-souris concernée. Cette donnée très importante, car représentant l'intensité d'utilisation d'un milieu, sera utilisée ultérieurement lors de la réalisation des analyses statistiques. On l'appellera « temps passé en chasse ».

✓ **Sélection des individus selon les habitats exploités**

Certains individus, notamment les Barbastelles, chassaient en milieu ouvert ou en ripisylve. Le but de cette étude étant d'étudier les peuplements forestiers ou les lisières, il était important de sélectionner les individus qui chassaient en milieu forestier.

La cartographie des habitats a donc été réalisée sur les deux sites. En partie réalisée par le CORA Faune Sauvage pour les domaines vitaux déterminés à partir des radiopistages des années 2007 et 2008, j'ai donc complété la cartographie des habitats avec les données issues des radiopistages de 2009.

La cartographie finale caractérise chaque habitat selon la présence ou l'absence d'une lisière ou d'une haie. On obtient par exemple une forêt de feuillus sans lisière interne, une lisière externe de forêt de feuillus et prairie, une culture sans haie ou une lisière interne entre forêt de feuillus et forêt de résineux.

L'ensemble des démarches et du travail effectué est décrit en annexe.

Annexe 6. Méthodologie de cartographie des habitats des domaines vitaux des colonies

La **finesse de la cartographie des habitats** a donc ici permis de **déterminer les individus chassant principalement en lisière ou au sein des peuplements** et donc de les sélectionner pour la description de leur terrain de chasse.

En conclusion, les individus sélectionnés pour l'étude de leur terrain de chasse sont les femelles les mieux suivies et chassant principalement au sein des peuplements forestiers et des lisières forestières.

2.3.2. Méthode d'échantillonnage

En termes de description de peuplement forestier, nous ne sommes pas ici dans une logique d'échantillonnage systématique ou stratifié. Les terrains de chasse couvrent en effet de manière hétérogène un territoire relativement vaste.

✓ Méthodologie de description des terrains de chasse

Lorsque des placettes étaient distantes de moins de 100 m ; une seule était alors décrite à moins que les milieux aient été très différents. Ainsi lorsqu'une placette était décrite et que d'autres terrains de chasse proches ne l'étaient pas, cette placette décrite était représentative de l'ensemble de ces terrains de chasse. Le temps passé en activité de chasse sur cette placette n'était plus alors simplement égal à la valeur pour la placette considérée mais il était égal à la somme du temps passé en chasse sur chaque placette représentée par celle décrite. Cette addition du temps de chasse permettait donc de bien prendre en compte l'intensité d'utilisation du peuplement décrit.

De plus, en 2009, une nouvelle méthode de délimitation des terrains de chasse a été appliquée lors du radiopistage. Il arrive en effet qu'il soit très difficile d'approcher de près un individu en chasse mais qu'on sache qu'il soit resté longtemps sur un secteur restreint. Dans ce secteur, puisqu'aucune position géographique précise n'est disponible, un premier parcours de la zone concernée permettait de prendre connaissance de la diversité d'habitats présents et donc de décider du nombre de points à décrire et à quels endroits. Le nombre de points prenait aussi en compte le temps passé par la chauve-souris sur cette zone de chasse. Si cette zone de chasse était relativement vaste, alors je m'appuyais sur un quadrillage de 200 m de côté afin de positionner des points de description.

✓ Méthodologie de description de placettes aléatoires

Afin de pouvoir décrire et analyser une sélection des peuplements forestiers utilisés en activité de chasse, des placettes situées aléatoirement ont aussi été décrites. On estime alors ici qu'aucune activité de chasse n'a eu lieu. Le temps passé en chasse est donc égal à 0.

Par souci de gain de temps, car le cheminement d'une placette à l'autre occupe finalement 50 % du temps passé sur le terrain, il a été choisi pour cette étude de positionner les points aléatoires à partir des terrains de chasse.

Ainsi un point aléatoire correspondant à une placette « Peuplement » était situé à 200 m d'un terrain de chasse en suivant un azimuth tiré aléatoirement et en s'assurant que ce point allait se situer en peuplement forestier.

Pour les terrains de chasse situés en lisière, le point aléatoire devait aussi se situer sur une lisière. L'ensemble des lisières croisées dans un rayon de 200 m était donc localisé. Puis un nombre n

compris entre 1 et 11 était tiré aléatoirement. Enfin en partant de la lisière la plus proche du Nord et en comptant dans le sens des aiguilles d'une montre, la n-ième lisière croisée sur le rayon de 200 m était sélectionnée et donc décrite en tant que point aléatoire.

Une carte présentant la position de terrains de chasse figure en annexe.

Annexe 7. Carte des terrains de chasses à décrire

✓ Limites de la méthodologie

Cette méthode avait l'avantage de limiter les déplacements sur le terrain, en revanche l'indépendance des terrains de chasse et des placettes aléatoires n'est pas ici vérifiée. Ainsi de par la proximité des points, nous ne pouvons être certains de décrire des peuplements réellement distincts car situés dans des contextes topographiques proches. Cependant, la variabilité des mesures effectuées sur les placettes (surface terrière, densité ou encore volume de bois mort) peut s'avérer ici suffisante pour espérer ne pas obtenir des descriptions de placettes trop similaires. Sur le terrain, la topographie de la zone étudiée a eu pour conséquence que les placettes aléatoires se situaient souvent dans des contextes différents des terrains de chasse. Elles concernaient par exemple des fonds de vallon ou des versants opposés ou encore des peuplements à structure et composition bien différentes du terrain de chasse décrit.

En outre, un autre biais se présente dans cette étude qui est cette fois lié à la technique d'étude des chiroptères. La méthode du radiopistage et la difficulté du suivi d'animaux volants ne permettent pas d'être exhaustif sur la connaissance et la localisation des terrains de chasse. Ainsi les résultats du radiopistage ne fournissent qu'une partie de l'information relative à l'activité de chasse, à savoir les lieux où la chauve-souris a effectivement chassé. Nous ne savons cependant rien des lieux où elles ne chassent pas. On formule ainsi ici l'hypothèse qu'aucune activité de chasse n'a eu lieu sur les placettes aléatoires décrites, ce dont finalement personne ne peut être certain.

2.4. Bilan de la phase de terrain

Au total, 92 placettes (terrains de chasse et placettes aléatoires) ont été décrites dans la Drôme et 103 placettes en Savoie, soit 195 placettes en tout.

Ainsi sur les deux sites, 33 individus ont été concernés par la description des terrains de chasse dont 15 barbastelles et 18 murins de Bechstein ; 6 en 2007, 10 en 2008 et 17 en 2009. 4 barbastelles et 10 murins de Bechstein en Drôme et 11 barbastelles et 8 murins de Bechstein en Savoie.

Cela représente ainsi 111 lisières décrites (67 % concernant la Barbastelle) ainsi que 84 peuplements (76 % concernant le Murin de Bechstein).

La description de tous ces peuplements et lisières a demandé 25 jours de terrain à deux personnes pour les deux sites confondus.

Le temps de description nécessaire par placette s'élevait en moyenne à 20 minutes, certaines demandant parfois 40 minutes car les déplacements y étaient difficiles (sous-étage de buis très dense, forte pente,...). Le cheminement représente une grande partie du temps passé sur le terrain, à savoir 50 % environ. L'approche des placettes était plus ou moins aisée et les chemins d'accès plus ou moins carrossables.

L'estimation de la densité des perches et des précomptables dans un cercle de rayon 10 m lors de la description des peuplements forestiers prenait un temps assez considérable. En effet, de nombreuses placettes concernaient du taillis ou du taillis vieilli qui présentait un nombre de perches conséquents.

En outre, le cubage du bois mort au sol selon les 3 linéaires de 20 m pouvait aussi s'avérer long si les déplacements étaient difficiles ou si la quantité de bois mort au sol était abondante. Cependant, sur l'ensemble des placettes décrites, cet échantillonnage du bois mort reste utile et important à réaliser quand on considère la précision de l'information apportée par rapport au temps qui y est consacré sur le terrain. De plus, la réalisation de ces 3 linéaires de 20 m permet à l'observateur de

bien parcourir la placette et donc d'avoir une bonne vision d'ensemble du terrain de chasse décrit. La qualité de la description de la stratification ou de la présence de mousses, lierre, liane ou encore d'interventions sylvicoles peut donc être considérée comme bonne et homogène sur l'ensemble des placettes.

Lors de la description des lisières, le temps consacré à la réalisation de l'inventaire à angle fixe le long de celles-ci dépend aussi essentiellement de l'encombrement de la lisière par le sous-étage mais aussi du nombre d'arbres à inventorier. De manière générale, cette mesure se faisait bien et à un bon rythme, d'autant plus que le bois mort au sol était inventorié en même temps à une distance de 5 m de la lisière (toujours selon la méthode du relevé du diamètre des bois croisant le linéaire parcouru). Finalement ce qui limite le plus la rapidité d'inventaire est ici la prise de note réalisée par la personne située le long de la ligne d'inventaire. Elle doit en effet noter les diamètres, l'essence, l'état sanitaire, la distance mais aussi prendre l'azimut de l'arbre, tout en progressant en parallèle de la personne qui prend les mesures dans la lisière.

De nombreuses données qualitatives étaient aussi relevées et ne demandaient que très peu de temps sur le terrain.

Ainsi, contrairement à ce que je pensais, le nombre élevé de variables relevées ne porte pas préjudice lors de la phase de terrain mais plutôt par la suite lors de la saisie et du traitement des données. Leur utilisation ultérieure pour les analyses a aussi demandé un effort de simplification et de sélections des variables à tester. Je rappelle ici que la richesse du protocole appliqué est principalement due aux connaissances pour l'instant limitées sur la nature des peuplements et lisières préférentiellement utilisées lors de la chasse des chiroptères. De même la complexité de l'écologie de ces espèces, qui seraient sensibles à la nature ou qualité des habitats dans leur ensemble et non à un critère unique tel que la stratification ou la quantité et nature du bois mort, obligeait à bien décrire quantitativement ou qualitativement et de manière aussi complète que possible les milieux forestiers concernés.

Suite à la saisie des données, la première partie du traitement consista à créer des indicateurs permettant une simplification des analyses.

3. ANALYSE DES DONNÉES ET RÉSULTATS

3.1. *Traitement des données et création d'indicateurs*

L'ensemble des méthodes et formules de calcul utilisées et appliquées pour le calcul des surfaces terrières, volumes des bois vivants et volumes sur pied et au sol des bois morts figurent en annexe.

Annexe 8. Méthodes et formules de calcul pour le traitement des données

3.1.1. Regroupement des variables et création d'indicateurs

Le nombre de variables relevées et calculées, comme précisé précédemment, était très élevé. Ainsi, afin d'alléger le tableau de données et dans l'objectif d'obtenir des résultats plus significatifs, un regroupement de variables et la création d'indicateurs a été réalisé. Par exemple l'indication du nombre de strates présentes permet de traduire en une seule variable l'information contenue dans les 4 variables relatives à chaque strate décrite au sein des peuplements forestiers.

Les regroupements et indicateurs créés sont représentatifs de la composition en essences du peuplement, sa stratification verticale et horizontale ou encore sa naturalité.

La quantité et la nature du bois mort ont été décrites avec précision sur le terrain. Les regroupements réalisés ont donc permis de synthétiser l'ensemble des données tout en préservant de l'information sur la nature du bois mort qui a aussi toute son importance. On s'intéresse au volume de bois mort total mais aussi à celui au sol ou sur pied. Les indicateurs relatifs au bois mort synthétisent

donc sa composition en essences, son stade de décomposition ou encore les catégories de diamètre disponibles.

L'ensemble des regroupements et indicateurs créés sont précisés en annexes.

Annexe 9. Création d'indicateurs : composition en essence

Annexe 10. Création d'indicateurs : stratification des peuplements

Annexe 11. Création d'indicateurs : quantité et nature du bois mort

3.1.2. Regroupement des placettes « Lisière » et « Peuplement »

Les placettes situées en lisière ou au sein des peuplements présentent des mesures communes mais relevées de manière différentes parfois (par exemple la surface terrière). L'existence de deux types de placettes diminue donc la taille des échantillons testés pour les analyses statistiques. Or plus le jeu de données est fourni, plus les analyses sont susceptibles de proposer des résultats cohérents et fiables.

Afin de pouvoir réaliser des analyses statistiques sur des jeux de données plus conséquents, un **regroupement des données communes aux placettes « Lisière » et « Peuplement » a donc été réalisé. Ce jeu de données a été nommé « Milieux forestiers »** et contenait les variables suivantes :

Données relatives	Variables	
→ à la placette	<ul style="list-style-type: none"> • Exposition • Catégorie de pente 	<ul style="list-style-type: none"> • Topographie • Altitude
→ au peuplement*	<ul style="list-style-type: none"> • Structure • Origine • Age 	<ul style="list-style-type: none"> • Type de peuplement selon la typologie SRGS**
→ à la stratification	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de strates 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de strates supérieur à 2
→ à la présence d'autres milieux : milieu humide et milieu ouvert	<ul style="list-style-type: none"> • Présence d'un milieu humide ou ouvert 	Précision si présence : <ul style="list-style-type: none"> • d'arbres • de régénération • de plantes envahissantes ou invasives
→ aux environs	Présence de : <ul style="list-style-type: none"> • trouée • éléments linéaires 	<ul style="list-style-type: none"> • terres agricoles • zones urbanisées
→ à la surface terrière des peuplements et des lisières	<ul style="list-style-type: none"> • Proportion de surface terrière de feuillus et résineux 	<ul style="list-style-type: none"> • Proportion de surface terrière de GB et TGB
→ à la densité	<ul style="list-style-type: none"> • Proportion de perches et précomptables 	
→ au bois mort supérieur à 5 cm	Même données disponibles sur les placettes « Peuplement » et « Lisière » qui sont issues du même protocole	
→ au bois mort au sol inférieur à 5 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Abondance • répartition 	
→ à la présence d'interventions sylvicoles	<ul style="list-style-type: none"> • Présence • Age 	
→ de plantes, d'invasives ou d'envahissantes	Abondance de : <ul style="list-style-type: none"> • mousses • lierre 	<ul style="list-style-type: none"> • liane • ronces • invasives

* Peuplement limitrophe dans le cas de la description des lisières

**SRGS : schéma régional de gestion sylvicole (CRPF Rhône-Alpes, 2005)

Figure 8 - Description des données présentes dans le jeu de données « Milieux forestiers »

3.2. Description des méthodes statistiques utilisées

Après une première étude des données, une description et une meilleure connaissance générale des peuplements présents sur les deux sites d'études, des analyses statistiques ont été appliquées afin de connaître les variables influant sur la présence et la durée de l'activité de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein. En outre, ces analyses ont pour but d'essayer de déterminer la nature de cette influence. Est-ce que la surface terrière de feuillus influence la présence de la Barbastelle au sein des lisières ? Est-ce que les peuplements stratifiés ont été plus exploités en chasse que ceux moins stratifiés ? Est-ce que le volume de bois mort favorise l'activité de chasse ? Quelle nature de bois mort semble la plus influente ? Peu ou très décomposé, au sol ou sur pied ? Autant de questionnements auxquels l'étude tente ici de répondre.

3.2.1. Test de corrélation des variables

Un premier test de corrélation des variables est réalisé et permet de déterminer le lien existant (ou non) entre les différentes variables testées. Ainsi lors de la réalisation des analyses, ces corrélations permettront d'une part de comprendre les résultats et d'autre part de sélectionner un nombre plus réduit de variables (si deux variables sont fortement corrélées, il n'est alors pas nécessaire de préserver les deux pour la réalisation des tests).

3.2.2. Première étape : sélection des variables caractérisant les milieux forestiers grâce aux ACP, AFCM et le test de Hill et Smith

➤ Choix de la méthode

La première étape consiste à caractériser les milieux forestiers utilisés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein. **Cette analyse, appliquée uniquement aux terrains de chasse décrits (et non aux points aléatoires) vise à dégrossir le jeu de données, à connaître les variables structurant le plus l'ensemble des données.**

Puisque nous disposons de données quantitatives et qualitatives, les méthodes d'analyse statistique appropriées sont respectivement l'analyse en composantes principales (ACP) et l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM). Ces deux analyses peuvent être combinées lors de la réalisation du test de Hill et Smith qui permet donc de traiter des données quantitatives et qualitatives simultanément.

Le principe de ces analyses, leur interprétation ainsi que les illustrations et graphiques obtenus figurent en annexe 12.

Annexe 12. Principes des ACP, AFCM et test de Hill et Smith

➤ Limites de ces analyses pour l'étude des terrains de chasse

Cette méthode statistique a ici le désavantage de ne pas prendre en compte le temps passé par les chauves-souris suivies sur leur terrain de chasse, nous réalisons ici une description pure d'habitat. **Un test de corrélation a donc été réalisé entre le temps passé sur les terrains de chasse et les axes factoriels issus des ACP et AFCM. Ce test a permis d'identifier les variables apparemment les plus liées au temps passé.**

À travers l'analyse des axes factoriels, les variables permettant la meilleure description des habitats de chasse devraient donc ressortir. Ce premier tri permet donc d'obtenir un jeu de données réduit qui sera utilisé pour la réalisation des secondes analyses statistiques : la réalisation de modèles linéaires généralisés (GLM).

3.2.3. Seconde étape : modélisation du temps passé en activité de chasse grâce aux GLM

➤ Choix de la méthode

Les modélisations linéaires généralisées (GLM) sont des analyses statistiques permettant de prédire la valeur d'une variable en fonction de variables explicatives quantitatives ou qualitatives. Le type de réponse étant une variable continue positive ou nulle, la méthode de régression adaptée est ici la méthode de régression de Poisson.

Les principes de cette modélisation, les critères utilisés pour sa validation et les graphiques obtenus sont illustrés en annexe 13.

Annexe 13. Présentation des GLM suivant la loi de Poisson

➤ Application des GLM pour l'étude

Dans cette étude, le jeu de données utilisé comporte la description des terrains de chasse ainsi que celle des placettes aléatoires. Pour les terrains de chasse, la variable à expliquer Y est égale au temps passé en activité de chasse (méthode de calcul précisée dans la partie « II.3.1. Sélection des individus » de ce rapport, reposant sur le nombre de localisations par HI et le nombre de terrains de chasse situés à proximité représentés par la placette décrite). Pour les placettes aléatoires, Y est fixé à 0 même si nous ne sommes pas certains qu'aucune activité de chasse n'ait eu lieu à cet endroit.

Le type de réponse est donc une variable continue positive ou nulle, les GLM suivant une loi de Poisson constituent donc bien l'analyse statistique adaptée.

À partir de la première sélection de variables (obtenues à partir des analyses ACP, AFCM et test de Hill et Smith, cf. paragraphe précédent), une seconde sélection a été réalisée en testant chaque variable prise séparément.

La modélisation linéaire simple a donc été utilisée pour chaque variable prise simple ou élevée au carré (pour les quantitatives). La valeur du coefficient de détermination R^2 et du test de significativité a permis de déterminer les variables liées au temps passé en chasse et donc de les préserver pour l'application des GLM. Lorsque le terme au carré n'apportait pas plus d'information que le terme simple, alors ce dernier fut préservé uniquement, dans le souci de préserver le plus de simplicité dans le modèle tout en conservant sa significativité.

Un premier modèle est donc réalisé à partir de l'ensemble des variables sélectionnées prises simple ou élevées au carré.

La fonction « StepAIC », disponible dans le package MASS sur R® et décrite en annexe 13, a été utilisée afin de simplifier le modèle. Cette fonction teste en effet l'ensemble des combinaisons linéaires possibles avec les variables explicatives et compare la valeur du critère d'Akaike (AIC expliqué en annexe 13) entre les modèles ainsi que la significativité des coefficients liés aux variables. Elle permet donc de déterminer le modèle le plus simple et le plus significatif, qui sera alors proposé en tant que modèle final.

La fonction ROC écrite par Romain Bertrand du LERFOB de l'ENGREF-Nancy a été appliquée au modèle final choisi afin de pouvoir connaître la valeur de l'aire sous la courbe (AUC, critère décrit en annexe 13) et de tester ainsi la qualité du modèle.

Pour tous les modèles réalisés et retenus seront alors précisés la valeur de l'AIC, la valeur de l'AUC (obtenue à partir de la fonction courbe ROC) et les variables retenues simple ou au carré ainsi que leur signe.

L'analyse des résidus pour chaque premier modèle réalisé permet dans une deuxième étape de supprimer les placettes trop influentes sur l'ensemble du jeu de données et qui déforment par conséquent considérablement le résultat. Un deuxième modèle est ensuite réalisé sur le même schéma que précédemment et est fourni en tant que modèle final.

3.2.4. Choix des cas de figure à étudier selon les deux sites et les deux espèces concernées

Plusieurs cas de figure peuvent être envisagés dans cette étude selon si on s'intéresse à une espèce ou aux deux simultanément, si on se penche sur le cas des lisières ou des peuplements et si on cherche des résultats propres à un site ou sur une vision plus globale.

Du point de vue de l'écologie des espèces, le Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe ne présentent aucune similitude en termes de régime alimentaire et de techniques de chasse. Ainsi il paraît ici primordial de les étudier séparément. Cependant des analyses ne séparant pas les deux espèces seront aussi proposées. Les résultats ne peuvent proposer qu'une « moyenne » de l'écologie des deux espèces ne correspondant pas à une réalité biologique mais peuvent aussi offrir une vision globale des caractéristiques à prendre en considération pour les chiroptères.

Du point de vue des peuplements forestiers étudiés, les deux sites s'avèrent relativement distincts de par leur situation géographique et présentent donc des peuplements forestiers différents. L'étude des deux sites considérés séparément et simultanément est donc aussi intéressante à réaliser. La réunion des résultats obtenus sur les lisières et sur les peuplements à travers des variables (volume de bois mort par exemple) ou indicateurs (proportion de la surface terrière de feuillus) communs permet donc ici de pallier cette restriction en données disponibles.

Les limites de l'étude seront donc ici le nombre de placettes disponible pour chaque cas de figure. Un cas de figure correspond à l'étude des peuplements ou des lisières ou des milieux forestiers (peuplement et lisière confondus) exploités par une espèce ou les deux espèces sur chaque site ou sur les deux sites. Bien qu'ayant décrit près de 200 placettes, le nombre de placettes se réduit très vite lorsqu'on s'intéresse aux sous-groupes à étudier.

En outre la réalisation des ACP et AFCM ne se fait que sur les terrains de chasse, d'où une diminution encore plus importante du nombre de relevés disponibles.

Finalement afin d'obtenir des résultats significatifs, les tests ont été appliqués lorsque le jeu de données atteignait au moins 30 relevés. Pour la réalisation des ACP et AFCM, voici les regroupements qui ont pu être analysés statistiquement :

	Drôme provençale			Avant-pays savoyard			Drôme Pr. et Avant-pays S.		
	Pplt	Lis	Mil.For.	Pplt	Lis	Mil.For.	Pplt	Lis	Mil.For.
Murin de Bechstein			✓				✓		✓
Barbastelle					✓	✓		✓	✓
Barbastelle et Murin de Bechstein		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓

Figure 9 - Tests pouvant être réalisés sur les jeux de données des terrains de chasse décrits

	Drôme provençale			Avant-pays savoyard			Drôme Pr. et Avant-pays S.		
	Pplt	Lis	Mil.For.	Pplt	Lis	Mil.For.	Pplt	Lis	Mil.For.
Murin de Bechstein	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Barbastelle					✓	✓		✓	✓
Barbastelle et Murin de Bechstein	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figure 10 - Tests pouvant être réalisés sur les jeux de données des terrains de chasse et placettes aléatoires décrits

Remarque : Pplt = peuplement, Lis = Lisière, Mil.For.= Milieux forestiers (peuplement et lisière)

Pour la réalisation des GLM, le temps m'étant limité, tous les cas de figure possibles n'ont pu être étudiés. Ainsi la priorité a été mise sur l'étude séparée des deux espèces lorsque cela été possible et dans une 2^e mesure des deux sites (cf. paragraphe 3.3.4, page 36, afin de connaître plus précisément les choix effectués).

3.3. *Analyse et résultats*

3.3.1. Description des sites et de leurs habitats forestiers

Remarque : Seuls quelques résultats sont présentés ici afin d'illustrer les peuplements et lisières étudiés. On remarque de plus que l'étude des deux espèces confondues n'offre pas de résultats permettant une distinction avec les résultats concernant les placettes aléatoires.

3.3.1.1. *La Drôme provençale*

- **Essences et peuplements présents**

Sur l'ensemble du secteur concerné par les domaines vitaux des colonies de chauves-souris étudiées, les peuplements forestiers présents sont majoritairement du taillis de chêne pubescent, des futaies de pin noir et de pin sylvestre ainsi que des peuplements mixtes. On note aussi la présence de hêtres et d'érables, peuplements peu fréquents et peu étendus cantonnés aux bas de pente et fonds de ravins. Tilleuls, peupliers, robiniers ou ifs sont aussi présents par endroits.

La strate buissonnante est constituée de buis qui peut s'avérer envahissant, accompagné d'aubépines, noisetiers, cornouillers, troènes, fusains, viornes, alisiers blanc et genévriers. Les taillis et futaie de pin sylvestre s'avèrent souvent de qualité médiocre. Des reboisements en résineux ont aussi été réalisés avec du cèdre, du pin noir d'Autriche ou encore laricio de Corse.



*Peuplement forestier à majorité de Pin sylvestre dans la Drôme provençale
Photo : L. Vuinée*

- **Description des peuplements de la Drôme provençale**

Les peuplements forestiers concernés par une activité de chasse présentent des surfaces terrières faibles à moyenne et des densités relativement élevées selon les types de peuplement. Les taillis constituent en effet une part importante des peuplements inventoriés et sont donc caractérisés par une surface terrière (perches et précomptables) faible de 15 m²/ha (diamètre d'inventaire à partir de 7,5 cm) et des densités de perches élevées (930 tiges/ha en moyenne) et de précomptables moyennes (240 tiges/ha en moyenne). Les plantations inventoriées présentent en revanche les surfaces terrières les plus élevées.

Le diamètre maximal inventorié moyen est égal à 28 cm (le maximum s'élève à 55 cm), ce qui est peu mais s'explique bien par la présence de ces taillis relativement jeunes car issus de la déprise agricole.

Ses peuplements ne sont pas très hauts (hauteur dominante à 15 m en moyenne).

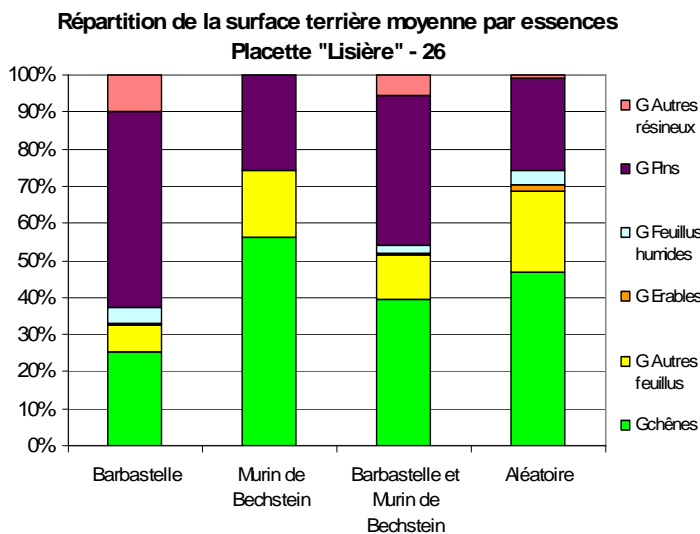
Enfin la quantité de bois mort est moyenne, le volume moyen de bois mort s'élève à 12 m³/ha, dont 65 % est présent au sol, et atteint ainsi en moyenne 12 % du volume de bois vivant sur pied. La densité est de 15 tiges précomptables/ha.

- **Description des lisières de la Drôme provençale**

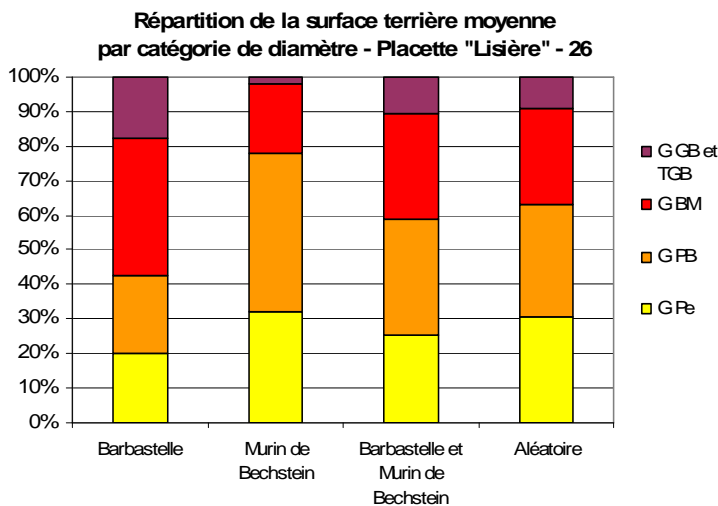
La composition en essences (en pourcentage de recouvrement) de la strate arborée des lisières internes ou externes montre pour les deux espèces confondues que les terrains de chasse sont à composition essentiellement mixte feuillus-résineux. Les placettes aléatoires présentent une part un peu plus élevée de feuillus (70 % contre 50 % sur les terrains de chasse).

Le volume de bois mort au sein des lisières atteint en moyenne 6 % du volume de bois vivant sur pied. Les volumes de bois mort total sont en moyenne égaux à 12,3 m³/ha pour la Barbastelle et 10,7 m³/ha pour le Murin de Bechstein, valeur moyenne comparée aux volumes présents dans les peuplements naturels (FRAPNA, LECA et WWF, 2005).

Voici les résultats relatifs à la surface terrière des lisières de la Drôme provençale.



La ventilation de la surface terrière par essence nous indique comme remarqué ci-dessus que les pins peuvent être sélectionnés par la Barbastelle et les chênes par le Murin de Bechstein.



La répartition en catégorie de diamètre illustre la proportion importante de perches et petits bois et la faible présence de gros bois à très gros bois. La Barbastelle semble chasser dans des lisières présentant plus de bois de gros diamètre donc des peuplements plus âgés.

Figure 11 - Répartition de la surface terrière par essences et catégories de diamètre des lisières forestières de la Drôme provençale

Une description plus précise et complète figure en annexe 14.

Annexe 14. Description des peuplements forestiers et des lisières de la Drôme provençale

3.3.1.2. L'avant-pays savoyard

- **Essences et peuplements présents**



On trouve dans l'Avant-pays savoyard une diversité en essence importante : majoritairement chênes, charme, hêtre mais aussi alisiers, érables, merisiers, frênes et châtaigniers pour les essences arborées feuillues ; épicéas, sapins, douglas et pins sont présents en tant que peuplement naturel en altitude ou issu de plantation et enfin noisetier, cornouiller, viornes ou encore aubépines complètent la strate buissonnante.

Lisière exploitée par une Barbastelle dans l'avant-pays savoyard – Photo : L.Vuinée

- **Description des peuplements de l'avant-pays savoyard**

Les peuplements forestiers où une activité de chasse a été localisée présentent des surfaces terrières faible à moyenne. Les taillis connaissent aussi ici les valeurs les plus faibles (12 m²/ha en moyenne) à l'opposé des futaies qui atteignent logiquement des valeurs plus élevées (16 m²/ha).

Ces peuplements s'avèrent un peu plus équilibrés au niveau des catégories de diamètres que ceux de la Drôme provençale. Les densités atteignent 300 précomptables/ha et 540 perches/ha en moyenne. De plus la hauteur dominante moyenne est égal à 20 m et le diamètre maximal inventorié est de 46 cm et connaît son maximum à 1,10 m. Ainsi l'avant-pays savoyard se caractérise par des peuplements plus hauts, plus âgés et avec une proportion de taillis plus faible que ceux rencontrés en Drôme provençale. Cette observation s'explique aisément par sa situation géographique et sa topographie qui impliquent un climat moins limitant pour la croissance des arbres ainsi qu'une ancienneté et des traitements différents des peuplements selon leur accessibilité.

Le volume de bois mort total représente 25 % du bois vivant sur pied et atteint en moyenne 19 m³/ha ; 61 % de ce volume étant au sol. La densité d'arbres morts sur pied s'élève à 14 précomptables/ha en moyenne. Ces peuplements offrent donc une quantité de bois mort moyenne et significative.

- **Description des lisières de l'avant-pays savoyard**

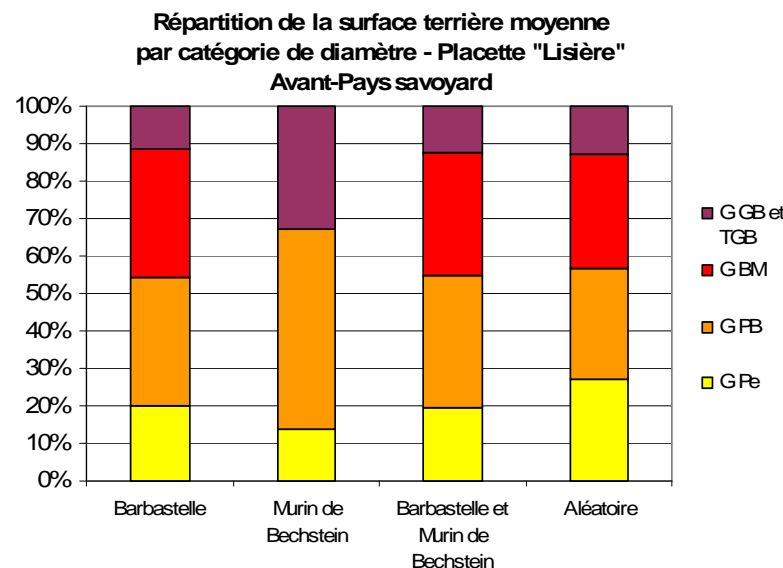
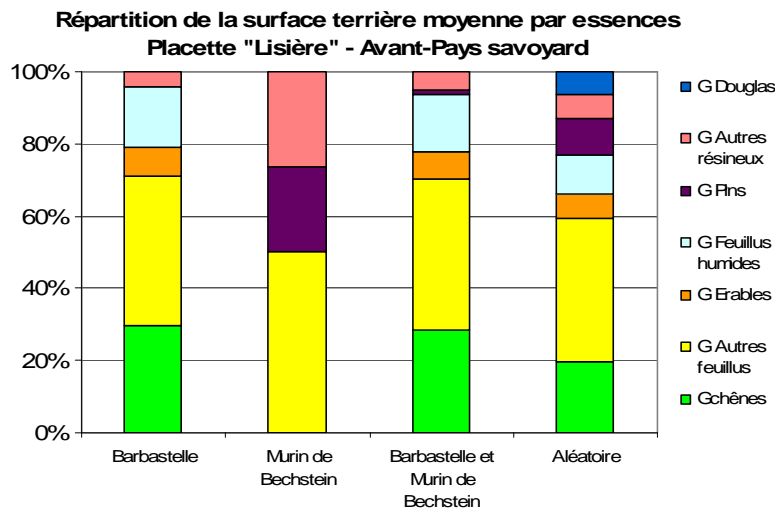


Figure 12 - Répartition de la surface terrière par essences et catégories de diamètre des lisières décrites dans l'avant-pays savoyard

Le volume de bois mort total moyen est égal à 15 m³/ha pour la Barbastelle et 23 m³/ha pour le Murin de Bechstein, quantités moyennes supérieures à celles estimées en Drôme provençale.

Une description plus précise et complète figure en annexe 15.

Annexe 15. Description des peuplements forestiers et des lisières de l'avant-pays savoyard

Les peuplements et lisières ont donc été décrits afin de présenter le cadre de l'étude et d'observer si des premières tendances pouvaient ressortir d'un premier traitement simple des données. Un test de corrélation des variables a ensuite été réalisé avant la réalisation des analyses statistiques plus approfondies.

La ventilation de la surface terrière par essences nous indique que la Barbastelle chasse au sein de lisières composées d'essences feuillues ou résineuses.

Les murins de Bechstein étudiés n'ont chassé en revanche qu'au sein de lisières à feuillus divers (tilleul, frêne, châtaignier, noisetier...) ou à Pins et autres résineux (épicéas, ifs...) Rappelons ici que seulement 4 lisières ont été décrites pour cette espèce.

Aucune des deux espèces n'a chassé au sein des plantations de Douglas, qui ont été décrites sur des points aléatoires.

On note ici la présence de bois de toutes catégories de diamètre au sein des lisières.

Le Murin de Bechstein semble utiliser des lisières plus riches en gros bois et très gros bois, synonyme de peuplements plus âgés.

3.3.2. Etude de la corrélation entre les variables

L'étude des corrélations entre les variables permet ici, si des corrélations fortes sont observées, d'écartier certaines variables pour les analyses statistiques et donc de simplifier le jeu de données.

➤ **Etude des corrélations entre les variables quantitatives des peuplements forestiers**

Le diamètre maximal inventorié est lié à la surface terrière des gros bois et très gros bois ainsi qu'à la hauteur dominante des peuplements. Les peuplements les plus hauts présentent ainsi les surfaces terrières les plus importantes et les peuplements ayant les plus gros diamètres. Ce résultat s'explique par le lien existant entre fertilité et hauteur des peuplements.

Étant le plus souvent sur des peuplements à majorité de petits bois, la corrélation de la surface terrière correspondante avec celle des précomptables paraît logique.

On observe ainsi que le volume de bois mort total est moyennement corrélé aux différents compartiments de bois mort testé (tels le volume de bois mort peu décomposé ou encore le volume de bois mort feuillu).

➤ **Etude des corrélations entre les variables quantitatives des lisières forestières**

Ici les corrélations évidentes entre le volume et la surface terrière ou la densité des précomptables apparaissent.

Le volume de bois mort très décomposé est essentiellement au sol et le volume de bois mort sur pied est majoritairement peu décomposé, résultat logique auquel on pouvait s'attendre.

Les données sur les essences composant la strate arborée sont fortement liées à la surface terrière ventilée par groupe d'essences.

On observe enfin une corrélation entre la surface terrière des feuillus caractéristiques des zones humides et la densité de bois mort au sol supérieur à la catégorie des bois moyen. La présence de gros bois au sol se trouve en effet souvent dans des zones en fond de vallon par exemple où peu d'interventions sylvicoles ont lieu et où, de par la nature des sols, la stabilité des gros peupliers est parfois réduite.

➤ **Etude des corrélations entre les variables quantitatives des milieux forestiers**

Le volume de bois mort au sol est fortement corrélé au volume de bois mort total et, ce, dans différents sous-groupes possibles (par essence, stade de décomposition...). De plus le volume de bois mort sur pied semble majoritairement feuillu. Les autres corrélations sont tout à fait logiques, on trouve par exemple plus de bois mort résineux au sein des peuplements majoritairement résineux (lien entre la proportion de résineux en surface terrière et le volume de bois mort total résineux).

L'ensemble de ces résultats sont précisés et illustrés en annexes 16 et 17.

Annexe 16. Études des corrélations entre les variables

Annexe 17. Graphiques des corrélations entre les variables

Lors des analyses statistiques qui suivent, les résultats de ces corrélations entre variables ont été pris en considération et ont permis de comprendre certains résultats. On peut alors maintenant s'intéresser à la sélection des variables qui seront testées lors de la modélisation.

3.3.3. Sélections des variables pour la modélisation : réalisation d'ACP et AFCM

3.3.3.1. Principe

Cette étape a pour but de sélectionner les variables participant le plus à la structuration du jeu de données et qui offrent par conséquent les meilleures possibilités de résultats lors de la modélisation du temps de chasse passé par les chauves-souris au sein des peuplements ou des lisières. Les variables sélectionnées seront donc testées lors de la réalisation des GLM.

Cette étape importante ne permet donc pas d'apporter d'interprétations précises quant aux préférences des chiroptères étudiés puisque le temps passé en activité de chasse ne peut être pris directement en compte ici.

Les analyses réalisées sont nombreuses et reposent ici sur un nombre élevé de variables testées. De plus elles ne constituent qu'une étape préliminaire à la modélisation. Je ne présente donc ici que l'essentiel des résultats. Le détail des étapes des analyses, des variables testées, des résultats et l'ensemble des illustrations correspondantes figurent en annexe 18.

Annexe 18. Résultats détaillés des ACP, AFCM et test de Hill et Smith

3.3.3.2. Etude des peuplements forestiers

De nombreuses variables ont été testées. L'ensemble des caractéristiques d'un peuplement était présent dans le jeu de données quantitatives testé : stratification verticale et horizontale, composition en essences, maturité, densité ou encore quantité et nature du bois mort. Le jeu de données qualitatives comprenait des variables relatives à la stratification, composition floristique, au type de peuplement ou encore son passé sylvicole. Les résultats obtenus figurent ci-dessous.

✓ Etude des terrains de chasse en peuplement forestier du Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

Caractéristique du peuplement	Variables sélectionnées
Maturité	Dmax, G GB+TGB, Age
Stratification horizontale	G Précomptables
Stratification verticale	Recouvrement strate 3, Recouvrement herbacé
Composition en essences	G Résineux, G Feuillus
Composition floristique	Abondance de mousses, Abondance de ronces
Quantité et nature du bois mort	V Bois mort total, G Bois mort sur pied Abondance et répartition du bois mort au sol < 5 cm
Structure et traitement	Type de peuplement

Abréviations : G : surface terrière – V : volume – Dmax : diamètre maximal inventorié

Figure 13 - Résultats de la caractérisation des peuplements forestiers utilisés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard et variables sélectionnées

3.3.3.3. Etude des lisières forestières

De même que pour l'étude des peuplements forestiers, les variables quantitatives et qualitatives testées lors de la réalisation des ACP et AFCM couvraient l'ensemble des caractéristiques d'une lisière (stratification, composition en essence, linéarité, âge du peuplement limitrophe...).

✓ Etude des terrains de chasse en lisière forestière de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Drôme provençale

Caractéristique du peuplement	Variables sélectionnées
Stratification horizontale	G Précomptables, G Totale, N Précomptables
Composition en essences	G Résineux, G Feuillus, G Chênes Recouvrement feuillus dans la strate arborée
Composition floristique	Présence de ronces et d'invasives
Quantité et nature du bois mort	V Bois mort total peu décomposé, V Bois mort sur pied N Bois mort > Catégorie BM
Structure	Eclairement, type de lisière et de peuplement limitrophe

Abréviations : G : surface terrière – V : volume – N : Densité - Dmax : diamètre maximal inventorié

Figure 14 - Résultats de la caractérisation des lisières forestières utilisées par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale et variables sélectionnées

✓ **Etude des terrains de chasse en lisière forestière fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard**

Caractéristique du peuplement	Variables sélectionnées
Stratification horizontale	G Totale, N Précomptables, G GB+TGB
Composition en essences	G Feuillus
Composition floristique	Présence de ronces, de mousses et d'invasives
Quantité et nature du bois mort	V Bois mort total, V Bois mort total très décomposé N Bois mort > Catégorie BM
Structure	Eclairement, âge et type de peuplement limitrophe
Naturalité	Présence d'interventions sylvicoles

Abréviations : G : surface terrière – V : volume – N : Densité - Dmax : diamètre maximal inventorié

Figure 15 - Résultats de la caractérisation des lisières forestières utilisées par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard et variables sélectionnées

✓ **Comparaison des résultats des deux études sur les lisières forestières**

Ainsi entre les deux sites, la surface terrière et le volume de bois mort sont deux variables communes permettant de décrire et séparer les différents terrains de chasse. La composition en essences semble avoir un effet plus conséquent sur la Drôme provençale alors que la présence de gros bois et très gros bois ressort plus dans l'avant-pays savoyard.

L'ensemble des variables sélectionnées pour l'application des GLM aux données issues des lisières forestières décrivent donc la quantité et nature du bois mort, la composition en essences du peuplement, la stratification horizontale et verticale mais aussi la structure de la lisière, la composition botanique ou encore le passé sylvicole du milieu forestier. Un regroupement a été réalisé à cette étape concernant le type de lisière (selon la typologie utilisée sur le terrain).

3.3.3.4. *Etude des milieux forestiers*

Le nombre de placettes limitant les possibilités d'analyse, l'utilisation ou la création de variables communes aux lisières et peuplements forestiers permet d'élargir la gamme de tests réalisables, dont voici le résultat des premières analyses.

Stratification, composition en essences, quantité et nature du bois mort ou encore structure et histoire des peuplements ont pu être testés sur ces jeux de données.

✓ **Etude des terrains de chasse en milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale**

Caractéristique du peuplement	Variables sélectionnées
Stratification horizontale	Proportions de N Précomptables et de N Perches
Composition en essences	Proportions de G Feuillus et de G Résineux
Composition floristique	Présence de ronces et d'invasives, abondance de mousses
Quantité et nature du bois mort	V Bois mort total, V Bois mort résineux, V Bois mort feuillus V Bois mort peu décomposé, Répartition du bois mort au sol < 5 cm
Structure	Type de peuplement

Abréviations : G : surface terrière – V : volume – N : Densité

Figure 16 - Résultats de la caractérisation des milieux forestiers utilisés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale et variables sélectionnées

✓ **Etude des terrains de chasse en milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans la Drôme provençale**

Caractéristique du peuplement	Variables sélectionnées
Stratification horizontale	Proportions de N Précomptables et de N Perches
Composition en essences	Proportions de G Feuillus et de G Résineux
Composition floristique	Présence de lianes et d'invasives, abondance de mousses
Quantité et nature du bois mort	V Bois mort total très décomposé, V Bois mort au sol résineux Répartition du bois mort eu sol < 5 cm
Structure	Type de peuplement
Naturalité	Présence d'interventions sylvicoles

Abréviations : G : surface terrière – V : volume – N : Densité

Figure 17 - Résultats de la caractérisation des milieux forestiers utilisés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale et variables sélectionnées

✓ **Etude des terrains de chasse en milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard**

Caractéristique du peuplement	Variables sélectionnées
Maturité	Age des peuplements
Stratification horizontale	Proportions de N Précomptables et de N Perches
Composition en essences	Proportions de G Feuillus et de G Résineux
Composition floristique	Présence de lianes et d'invasives, abondance de lierre, de mousses et de ronces
Quantité et nature du bois mort	V Bois mort total, V Bois mort au sol peu décomposé, V Bois mort feuillus Répartition du bois mort eu sol < 5 cm
Structure	Type de peuplement
Naturalité	Présence d'interventions sylvicoles

Abréviations : G : surface terrière – V : volume – N : Densité

Figure 18 - Résultats de la caractérisation des milieux forestiers utilisés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard et variables sélectionnées

✓ **Comparaison des résultats des trois études sur les milieux forestiers**

Les résultats s'avèrent finalement relativement similaires. Le Murin de Bechstein (à travers les deux analyses le concernant) semble sensible à la présence de bois mort. La Barbastelle quant à elle, présente plutôt une sensibilité à la structure du peuplement ou de la lisière à travers la variable de la densité ; paramètre intervenant dans les autres axes factoriels pour le Murin de Bechstein. Les volumes de bois mort résineux ou très décomposé sont deux variables ressortant pour ce dernier contre le bois mort feuillu et peu décomposé pour la Barbastelle.

Ainsi les variables sélectionnées pour l'application des GLM aux données issues des milieux forestiers font donc référence à la **quantité et nature du bois mort** présent, la **composition en essences** et la **stratification horizontale et verticale**. **L'âge, le passé sylvicole, l'histoire ou encore la structure du peuplement** ainsi que la **composition floristique** des milieux forestiers interviennent parmi les variables qualitatives retenues.

La caractérisation des différents milieux forestiers a permis de sélectionner les variables potentiellement les plus explicatives de l'intensité de l'activité de chasse des chiroptères. Le temps passé en activité de chasse va être maintenant pris en compte lors des analyses statistiques grâce à la méthode des GLM.

3.3.4. Modélisation du temps passé en activité de chasse : réalisation des GLM

3.3.4.1. Principe et résultats généraux

Je vais présenter ici les résultats de la modélisation du temps passé en activité de chasse au sein des milieux forestiers par le Murin de Bechstein ou la Barbastelle. Je rappelle que de nombreux regroupements selon les deux espèces et les deux sites étaient envisageables pour ces analyses (voir figures 9 et 10, paragraphe 3.2.4. Choix des cas de figure à étudier selon les deux sites et les deux espèces concernées, page 27).

Tous les cas de figure possibles n'ont pas pu être étudiés. Ainsi la priorité était d'étudier séparément les deux espèces lorsque cela était possible et dans un deuxième temps les deux sites.

	Sites		Espèces		Nombre de placettes
	Avant-pays savoyard	Drôme provençale	Barbastelle	Murin de Bechstein	
Peuplement	X	X		X	47
	X	X	X	X	67
	X		X	X	35
		X		X	31
Lisière	X	X		X	46
	X	X	X		86
	X		X		62
		X	X	X	61
		X		X	41
Milieu forestier	X	X		X	92
	X		X		67
	X	X	X		87

Figure 19 - Cas de figure pour lesquels une modélisation a été réalisée

Remarque : Le nombre de variables testées devait être compris entre 10 et 20 % du nombre de placettes constituant le jeu de données concerné afin de pouvoir espérer obtenir des résultats significatifs.

Lors de la modélisation, des placettes trop influentes ont été retirées du jeu de données afin d'améliorer la qualité du modèle. La représentation graphique des résidus du modèle a permis la plupart du temps d'écarter entre deux et cinq placettes afin d'obtenir des valeurs de résidus comprises entre -2 et +2 (fourchette considérée comme acceptable pour la qualification du modèle). Dans certains cas, un troisième modèle aurait pu être testé en éliminant davantage de placettes. J'observais cependant que, même en supprimant des placettes supplémentaires, il semblait très difficile d'obtenir des valeurs de résidus comprises entre -2 et +2. Le nombre de données étant déjà limité, j'ai décidé alors de rester sur le deuxième jeu de données issu d'un premier et unique tri. Il s'agissait très certainement d'un manque de données plutôt que de la présence de placettes influentes ou extrêmes. Lorsque cette situation se présentait, la suppression de placettes supplémentaires aurait enlevé beaucoup à la qualité du modèle.

La qualité des modèles est assez variable et importante à prendre en considération lors de la l'interprétation des résultats. Le choix de la méthode utilisée, c'est-à-dire la sélection automatique des variables selon leur apport au modèle et leur significativité, a permis au moins de connaître les variables pouvant influencer sur l'intensité de l'activité de chasse par les deux espèces concernées. Déterminer l'effet plus fin de cette variable devient par la suite beaucoup plus délicat et demande alors des études et analyses plus poussées. De plus la variabilité des peuplements entre les deux sites, du comportement de chasse entre espèces ainsi que de leur régime alimentaire obligent à être attentif à l'effet « moyenne » qui peut ressortir des regroupements réalisés lors de l'étude (entre site ou espèce). Voici donc les tendances observées lors de la modélisation et pistes de recherches à approfondir.

Je traite ici les résultats relatifs à l'influence du bois mort sur l'activité de chasse des deux espèces de chiroptères. Contrairement à toute attente, ce paramètre ressort comme défavorable à l'activité de chasse lors de la réalisation de tous les modèles, excepté celui portant sur les milieux forestiers exploités par la Barbastelle sur les deux sites.

Nous savons en effet que la richesse entomologique d'un milieu forestier est, en partie, fortement liée à la présence de bois mort, sa diversité en catégories de diamètre, stades de décomposition ou essences présentes. Il est fort probable ici que le nombre de placettes disponibles et décrites ainsi que la forte variabilité et hétérogénéité des variables liées au bois mort ont pour conséquence une forte déformation des résultats. Les plus gros volumes de bois mort cubés, qui peuvent donc atteindre des valeurs très élevées, se situent en effet sur des placettes aléatoires et engendrent ainsi les résultats que nous observons dans cette étude.

C'est pourquoi cette analyse y fera peu allusion. Il serait préférable de poursuivre les études ou de considérer le bois mort grâce à d'autres variables moins hétérogènes (qualitatives par exemple), ce qui pourrait permettre d'obtenir des résultats plus cohérents, tout du moins plus fiables.

Chaque modèle final est décrit, validé, analysé et illustré en annexes. On ne présentera ici que les résultats globaux.

Annexe 19. Tableaux récapitulatifs des résultats des GLM

Annexe 20. Modélisation du temps passé en activité de chasse du Murin de Bechstein

Annexe 21. Modélisation du temps passé en activité de chasse de la Barbastelle

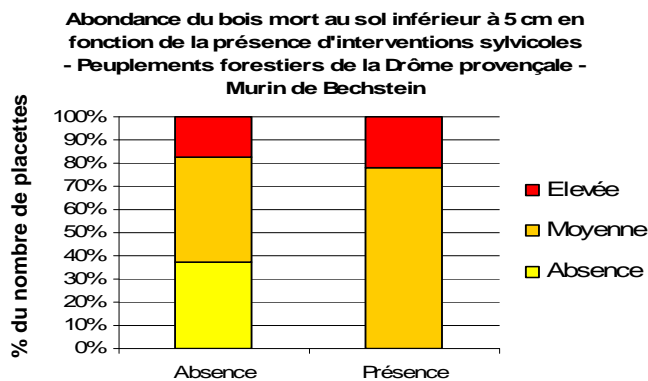
Annexe 22. Modélisation du temps passé en activité de chasse du Murin de Bechstein et de la Barbastelle

3.3.4.2. *Etude des terrains de chasse du Murin de Bechstein*

→ **Etude en Drôme provençale**

✓ **Etude des peuplements forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale**

Parmi les variables influençant positivement l'activité de chasse, le **diamètre maximal inventorié** (qui je le rappelle est positivement corrélé à G_{GB+TGB}) traduisant **la maturité du peuplement** s'est démarqué ainsi que la **composition en essence** : corrélation positive avec la surface terrière de résineux. La **stratification horizontale** doit relever d'une importance particulière, puisque l'activité de chasse augmente avec la surface terrière des précomptables. Cependant la stratification verticale n'a donné ici aucun résultat. Enfin le **recouvrement en herbacées** est de même significatif et favorable. Aucun résultat concernant le bois mort ne peut être interprété ici. Enfin l'influence positive des interventions sylvicoles récentes est probablement liée à la présence de bois mort au sol inférieur à 5 cm.



On remarque ici que la présence d'interventions sylvicoles est systématiquement accompagnée de bois mort inférieur à 5 cm de diamètre au sol.

Ce lien explique peut-être la présence de la variable « Présence d'interventions sylvicoles » dans le modèle.

Figure 20 - *Lien entre abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm de diamètre et la présence d'interventions sylvicoles*

En Drôme provençale, les peuplements peuvent s'avérer chétifs (sur les stations aux conditions les plus extrêmes) ou jeunes (suite à la recolonisation des milieux ouverts). Certains taillis ne présentaient, par exemple, que peu de précomptables et un nombre élevé de perches. Ainsi l'influence positive de la surface terrière des précomptables peut être issue de la présence de ces peuplements denses et riches en perches ; résultat à mettre en parallèle avec l'influence du diamètre maximal inventorié.

La surface terrière des résineux étant liée à celle des précomptables, son effet positif peut aussi être lié à celui des précomptables. De plus, nous sommes ici sur des peuplements résineux à majorité de pins sylvestres (nous observons en effet une corrélation de 100 % entre ces deux variables positivement liées) ; peuplements souvent cités dans les études concernant cette espèce (Meschede et Heller, 2003).

Le recouvrement herbacé, lié à une certaine ouverture du milieu, pourrait signifier que des peuplements trop fermés seraient défavorables au Murin de Bechstein. Cependant aucun lien statistique particulier n'a été trouvé entre ce recouvrement et le recouvrement total ou d'autres strates. De plus, cette variable n'est explicative que pour le Murin de Bechstein. On peut alors se demander si son influence positive est liée à sa densité ou à sa composition qui favorisent respectivement une quantité et une diversité plus élevées d'insectes.

Enfin les taillis semblent particulièrement favorables à cette espèce.

Les peuplements à structure de taillis présentant des arbres ayant déjà atteint des diamètres considérables (à relativiser vu les potentialités du milieu) et un recouvrement permettant le développement d'une strate herbacée seraient ainsi favorables au Murin de Bechstein selon ce modèle.

✓ **Etude des lisières forestières fréquentées par le Murin de Bechstein en Drôme provençale**

Les lisières à **surface terrière trop élevée se sont présentées comme défavorables** à l'activité de chasse du Murin de Bechstein. En revanche la composition en essence ne s'est pas distinguée ici. **L'abondance de lierre paraît de même défavorable.**

La **présence d'interventions sylvicoles** ainsi que la **présence et répartition du bois mort au sol inférieur à 5 cm** s'avèrent être des paramètres pouvant influencer sur l'activité de chasse du Murin de Bechstein en lisière mais impossible ici de pouvoir émettre des hypothèses plus précises sur leur effet. Le bois mort n'a pas été retenu dans ce modèle.

Le Murin de Bechstein semble ainsi être sensible à l'**encombrement horizontal des lisières** (influence de la surface terrière totale), de même **qu'à la présence du bois mort de petit diamètre ou à la présence de lierre.** Il est ici très difficile de tirer de meilleurs hypothèses ou conclusions.

→ **Etude en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

✓ **Etude des peuplements forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

La qualité du modèle permet ici d'émettre seulement des hypothèses sur les variables forestières influant sur la présence d'une activité de chasse par des murins de Bechstein au sein de peuplements forestiers.

Ici ressortent donc la **maturité des peuplements**, la **stratification horizontale et verticale** (à travers la surface terrière totale des précomptables et le recouvrement de la strate 3) mais aussi la **composition en essence** (surface terrière des feuillus), le **volume de bois mort** ainsi que celui de petits diamètres (inférieur à 5 cm) et l'**abondance de mousses**. Les taillis de feuillus semblent aussi préférés.

✓ **Etude des lisières forestières fréquentées par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

La qualité du modèle permet ici d'aller un peu plus loin dans l'analyse et l'interprétation. À nouveau **une surface terrière trop élevée limite l'activité de chasse** selon ce modèle, observation valable pour les feuillus ou pour les résineux.

Les **plantations et taillis semblent moins utilisés** en activité de chasse par le Murin de Bechstein, en opposition aux futaies de pins ou peuplements mixtes. **L'abondance élevée de lierre s'avère ici positive** (contrairement à ce qui a été observé en Drôme provençale), peut-être est-ce un résultat valable exclusivement dans les conditions de l'avant-pays savoyard.

Les critères liés aux interventions sylvicoles et à la répartition du bois mort inférieur à 5 cm ne peuvent mener à aucune conclusion.

La gestion sylvicole peut donc ici avoir des conséquences sur l'activité de chasse du Murin de Bechstein, que ce soit en termes de stratification (surface terrière), de choix du traitement ou des essences (les plantations étant essentiellement résineuses sur ces deux secteurs étudiés).

✓ **Etude des milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

L'analyse sur l'ensemble des placettes concernant le Murin de Bechstein offre un modèle médiocre. Ainsi nous pouvons seulement remarquer ici que la **structure du milieu forestier** semble avoir une influence sur l'activité de chasse puisque la **densité de précomptables** s'est présentée comme d'influence positive. De même **l'abondance du bois mort inférieur à 5 cm de diamètre, l'âge des peuplements** et le **stade de décomposition** du bois mort sont à considérer dans l'étude des milieux forestiers abritant des murins de Bechstein.

→ **Bilan sur le Murin de Bechstein :**

Caractéristique du peuplement	Variables retenues dans les modèles			
	Effet	Peuplement	Lisières	Habitat forestier
Maturité	+	Dmax		âge > 80 ans
	-			
Composition en essence	+	G Rx		
	-	G Fu	G Rx	
Stratification horizontale	+	G PC et GPC ²		Proportion N Précomptables
	-		G total	
Stratification verticale	+	Recouvrement strate 3		
	-			
Bois mort	+		Présence de bois mort < 5 cm	Abondance BM Sol < 5 cm
	-	V BM total Abondance BM < 5 cm N Bois mort sur pied		V BM Sol très décomposé
Composition floristique	+	Recouvrement herbacé	Abondance de lierre (73)	
	-	Abondance de mousses	Abondance de lierre (26)	
Type de peuplement	+	Taillis		
	-		Plantation et taillis	
Naturalité	+		Présence d'interventions sylvicoles	
	-			

G : Surface terrière, Dmax : Diamètre maximal inventorié – V BM : Volume de bois mort – N : Densité
 Figure 21 - *Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse du Murin de Bechstein*

Les résultats les plus probants concernent l'étude des peuplements forestiers, ce qui paraît sensé puisque le Murin de Bechstein chasse préférentiellement au sein des peuplements et plus rarement en lisière.

Cette espèce semble donc, selon les résultats de cette étude, sensible à **la maturité des peuplements**, la **stratification horizontale et verticale**. **Un peuplement âgé, présentant des catégories de diamètre élevées et un sous-étage lui serait donc favorable.**

La **composition en essences** et la **composition floristique** indiquent en Drôme provençale une sélection positive des peuplements au moins en partie résineux permettant l'installation d'un recouvrement herbacé. L'étude sur les deux sites a apporté un résultat contradictoire puisque les taillis, à composante feuillus majoritaire, lui semblent alors favorables.

La **quantité de bois mort** pourrait aussi influencer.

Au sein des lisières, **la densité des lisières**, la **présence de lierre et la structure du peuplement limitrophe** semblent influencer sur l'activité de chasse du Murin de Bechstein. Les résultats sont moins probants ici en effet, d'une part le nombre de lisières exploitées par cette espèce est limité et d'autre part, la structure du peuplement limitrophe traduit probablement d'autres caractéristiques du peuplement (composition en essence, stratification...) qui ne ressortent pas à travers d'autres variables lors des analyses. Les résineux semblent défavorables (résultat obtenu sur les deux sites) ce qui rejoint les hypothèses ci-dessus pour les peuplements.

La présence d'interventions sylvicoles et du bois mort au sol inférieur à 5 cm sont peut-être liés.

Le relevé du type de peuplement limitrophe présent concerne donc le peuplement limitrophe et non la lisière. Cette variable était intéressante à intégrer au modèle pour deux raisons. La première correspond à l'information synthétique contenue en termes de structure et composition en essences. La deuxième raison est liée aux limites de la technique du radiopistage. En effet, lors du suivi des chauves-souris par télémétrie, les équipes mobiles essaient de s'approcher le plus possible de l'individu en chasse. Dans ce but, elles utilisent donc l'ensemble des routes, pistes, allées et sentiers forestiers. Certains terrains de chasse ont donc été localisés en lisière alors que, connaissant les techniques de chasse du Murin de Bechstein, il est probable que l'individu chassait dans le peuplement limitrophe de la lisière. Ainsi, préserver une variable liée à ce peuplement limitrophe semblait important.

Concernant les milieux forestiers exploités par le Murin de Bechstein, seules **la maturité et la densité des milieux en arbres précomptables** influeraient positivement sur l'activité de chasse. Le **bois mort** intervient aussi et notamment son **stade de décomposition**.

Questions en suspens :

Au sein des peuplements forestiers de la Drôme provençale,

- ❓ Quel seuil de surface terrière des précomptables pourrait rendre le peuplement défavorable car trop encombré ou bien ne permettant pas le développement d'une strate herbacée ?
- ❓ Quelle est la composition en essences optimale notamment de Pin sylvestre pour le Murin de Bechstein ?
- ❓ Existe-t-il un effet de l'âge du peuplement qui serait ici traduit par le diamètre maximal inventorié ?
- ❓ Peu de résultats sont ressortis concernant la stratification du peuplement ou la présence de bois mort, est-ce que ces variables sont présentes indirectement à travers les variables telles que la surface terrière ou la présence d'interventions sylvicoles (qui pourrait induire la présence de bois mort au sol) ?

Au sein des lisières :

- ❓ Quelle est la surface terrière seuil ou optimale pour le Murin de Bechstein en chasse dans les lisières lui permettant de voler parfaitement et d'avoir une offre alimentaire abondante ?
- ❓ Quelle structure, encombrement ou perméabilité des lisières peut s'avérer plus favorable ?

3.3.4.3. Etude des terrains de chasse de la Barbastelle d'Europe

→ Etude dans l'avant-pays savoyard

✓ Etude des lisières forestières fréquentées par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

La **densité de précomptables** ainsi que l'**abondance du bois mort de petit diamètre** ou encore la **présence de ronces** favoriseraient l'activité de chasse de la Barbastelle sur ce site. À l'opposé, une surface terrière trop élevée (de feuillus ou résineux) lui serait défavorable. Ce résultat paraît assez contradictoire puisque l'augmentation de la densité des précomptables entraîne celle de la surface terrière. Cependant cette notion de densité des précomptables rejoint peut-être aussi l'idée de maturité des arbres constituant la lisière. Enfin l'effet négatif des surfaces terrières de feuillus et des résineux traduit peut-être juste l'effet de la composition en essences qui pourrait signifier ici que des peuplements mixtes seraient plus favorables.

La **structure horizontale** de la lisière semble en tout cas importante ici. De même concernant l'âge des peuplements limitrophes puisque ceux de 30 à 80 ans semblent ici plus utilisés en terrain de chasse que les peuplements jeunes et denses ou plus âgés.

Les lisières situées en ripisylve sont particulièrement favorables à la Barbastelle, contrairement aux lisières internes.

✓ Etude des milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

La **densité de précomptable** est ici à nouveau favorable aux Barbastelles, de même que le **bois mort de petit diamètre et la présence d'invasives**. La composition en essences n'intervient pas ici mais la **structure du peuplement** indique une préférence pour les futaies avec ou sans sous-étage.

Le bois mort sur pied intervient aussi dans ce modèle.

Ainsi la structure des milieux forestiers est à prendre en considération pour l'activité de chasse de la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard.

→ Etude en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

✓ Etude des lisières forestières fréquentées par la Barbastelle en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

Concernant les lisières pour tous les types de peuplement rencontrés, ce n'est plus la structure qui serait à considérer puisque ce sont ici des **critères uniquement botaniques** qui ressortent comme favorables (tels que la présence d'invasives ou l'abondance moyenne de lierre). La **composition en essences** entre ici en compte : les résineux dans la strate arborée et la surface terrière des autres feuillus (merisiers, châtaignier, érables...) se présentent comme défavorables, de même que le bois mort. Le bois mort inférieur à 5 cm serait favorable lorsqu'il est très abondant.

Ces résultats font peut-être davantage référence aux types de milieux sur lesquels on se trouve. Il a en effet été observé que les invasives étaient présentes exclusivement sur les lisières situées en ripisylve (en majorité) ou au sein des lisières internes. Ainsi la présence d'invasives n'induit pas en elle-même une richesse entomologique spécifique mais elle traduit peut-être simplement un type de milieu à savoir ici les milieux plus humides dans lesquelles certaines barbastelles aiment particulièrement chasser.

Au vu de la qualité du modèle, nous ne pouvons qu'intégrer l'**importance de la richesse spécifique botanique et arborée** sur la fréquentation des lisières par la Barbastelle considérée à large échelle.

✓ **Etude des milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

Sur l'ensemble des milieux forestiers étudiés, la **structure du peuplement**, à travers la densité des précomptables, **semble prédominante** pour l'explication de la fréquentation par cette espèce. De même le **bois mort total** ainsi que le **bois mort de petit diamètre** semblent importants à considérer et favorable.

La **présence d'interventions sylvicoles** récentes et d'**invasives** semblent jouer un rôle qui reste difficile à expliciter.

→ **Bilan sur la Barbastelle**

Caractéristique du peuplement	Variables retenues dans les modèles		
	Effet	Lisières	Habitat forestier
Maturité	+	30 à 80 ans	
	-		
Composition en essence	+		
	-	G Fu et G Rx G Autres feuillus, Rx Arborée	
Stratification horizontale	+	N Précomptables	Proportion de N Précomptables
	-		
Stratification verticale	+		
	-		
Bois mort	+	Abondance BM < 5 cm	VBM Total, Abondance BM < 5 cm
	-	V BM total, V BM Pied V BM sol > Bois moyen	V BM sol > Bois moyen V BM Pied
Composition floristique	+	Abondance de ronces et de lierre	Présence d'invasives
	-		
Type de peuplement	+		Futaies
	-		Plantations, taillis et TSF
Naturalité	+		Interventions sylvicoles récentes
	-		
Type de lisière	+		
	-	"Interne" et "Sentier et agriculture extensive"	

G : Surface terrière – V BM : Volume de bois mort – N : Densité

Figure 22 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse de la Barbastelle

Aucun résultat n'est disponible concernant la fréquentation des peuplements forestiers par la Barbastelle.

L'étude des lisières indique que la **densité en précomptables influerait positivement sur son activité de chasse. La présence de ronces et de lierre serait de même favorable. Les peuplements âgés de 30 à 80 ans** sont de même particulièrement exploités. **La composition en essences aurait aussi une influence mais impossible à préciser ici.** Le type de lisière sélectionnée semble préférentiellement des **lisières externes ou en ripisylve**. Le **bois mort, notamment inférieur à 5 cm**, influencerait aussi. Ainsi des lisières déjà relativement âgées et présentant des arbres au diamètre conséquent ainsi que du lierre ou des ronces seraient favorables à la Barbastelle. Aucune variable traduisant la stratification verticale n'a été retenue lors des différentes modélisations.

Si on s'intéresse au milieu forestier en général, seule la **densité** est restée dans l'explication de l'intensité de l'activité de chasse. Le type de peuplement à nouveau intervient et présente ainsi l'effet positif des **futaies régulières avec ou sans sous-étage** (à l'opposé des plantations, taillis et TSF ; le traitement en irrégulier n'ayant pas été rencontré). Le **volume de bois mort de natures différentes**

(au sol ou sur pied) influencerait aussi sur l'activité de chasse. Ainsi des milieux forestiers relativement proches de la structure de type futaie (donc d'une hauteur et d'une composition en précomptables assez élevées) seraient favorables à la Barbastelle.

Questions en suspens :

- ◇ La présence de précomptables est importante mais les barbastelles ont-elles besoin de peuplement mûr à gros diamètre ou simplement d'une bonne stratification horizontale ou hétérogénéité ?
- ◇ La Barbastelle, est-elle moins exigeante quant à l'âge du milieu forestier que le Murin de Bechstein ?
- ◇ Les peuplements mixtes lui sont-ils plus favorables ?

3.3.4.4. *Etude des terrains de chasse de la Barbastelle d'Europe et du Murin de Bechstein*

→ **Etude dans l'avant-pays savoyard**

- ✓ **Etude des peuplements forestiers fréquentés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard**

Le modèle réalisé n'est pas de bonne qualité mais démontre quand même **l'importance de l'ensemble des caractéristiques du peuplement forestier** lorsque l'on considère l'activité de chasse des deux espèces sur ce site. Ainsi la **composition en essences**, la **structure horizontale** du peuplement, sa **maturité** mais aussi la **stratification verticale** de la canopée et la **présence et l'abondance du bois mort** interviennent dans ce modèle.

→ **Etude en Drôme provençale**

- ✓ **Etude des lisières forestières fréquentées par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale**

Le modèle ici a permis d'expliquer l'activité de chasse des deux espèces à travers des critères plus spécifiques. Ainsi sur ce site d'étude, la **composition en essences** et la structure des lisières joue un rôle puisqu'on observe **l'effet défavorable de l'abondance de feuillus** et une **sélection positive pour la futaie de pins ou les taillis de feuillus, et dans une moindre mesure pour les ripisylves**.

La **présence d'invasives** semble à nouveau favorable et peut-être liée à des conditions climatiques particulières.

La **présence d'interventions sylvicoles** sur ce site est défavorable. Les lisières externes limitrophes d'une agriculture extensive sont de plus appréciées.

→ **Etudes en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

- ✓ **Etude des peuplements forestiers fréquentés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

De nombreux paramètres sont à prendre en considération ici afin d'étudier l'activité de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein à large échelle. **La composition en essences, la structure verticale et horizontale** (à travers la surface terrière des feuillus et des précomptables ainsi que le recouvrement herbacée lié à la fermeture du milieu), la **maturité des peuplements** (peuplements de plus de 80 ans sont particulièrement favorables), le **bois mort** ou encore la **présence d'activités humaines** à travers des interventions sylvicoles ont été préservés lors de la réalisation de ce modèle. Autant de critères à prendre en considération et traduisant bien **l'importance d'une réflexion globale nécessaire pour la préservation des chiroptères en milieu forestier**.

→ Bilan sur le Murin de Bechstein et la Barbastelle

En comparant les résultats obtenus sur les deux espèces étudiées séparément, on remarque que **la maturité du peuplement et la stratification verticale paraissent plus importantes** à considérer pour un **travail en faveur du Murin de Bechstein**.

La composition en essences ainsi que la composition floristique et le type de peuplement (structure et traitement) constituent des facteurs influençant sur leur activité de chasse. Cependant ces deux espèces ne sont pas sensibles aux mêmes plantes (herbacées, mousses et lierre pour le Murin de Bechstein contre ronces, lierre et invasives pour la Barbastelle). Les deux espèces en revanche chasseraient dans des peuplements assez hauts et présentant la possibilité d'une certaine stratification (futaie, peuplement mixte...).

L'étude commune aux deux espèces peut donner une idée des caractéristiques importantes à considérer lorsqu'on s'intéresse aux chiroptères de manière plus globale. Cependant les résultats obtenus ne correspondent pas à la réalité de la biologie de ces espèces et sont donc juste présentés brièvement.

Maturité des peuplements, densité, stratification horizontale et verticale, composition en essence et floristique et quantité de bois mort constituent l'ensemble des caractéristiques des peuplements forestiers à prendre en compte lorsqu'on s'intéresse à la préservation des chiroptères. Des peuplements mûrs pas complètement fermés, présentant des arbres de diamètres significatifs ainsi qu'une proportion de feuillus conséquente et permettant le développement d'une strate herbacée constitueraient les peuplements idéaux selon ces modèles.

L'étude des lisières n'a pas permis de faire ressortir des caractéristiques qui expliqueraient la sélection d'une lisière par les chiroptères en activité de chasse. Les résultats concernant le type de lisières préférentiellement sélectionnées serait à compléter avec l'étude de la sélection des types d'habitats des terrains de chasse à une échelle plus globale : celle des domaines vitaux des individus ou des colonies. En utilisant en effet la cartographie précise des habitats réalisée (voir paragraphe 2.3.1. Sélection des individus, page 19) et la méthode K-Select développée par Callenge (2006) il est possible de déterminer par individu ses préférences en termes d'habitats pour son activité de chasse.

La diversité et l'étendue des caractéristiques des peuplements forestiers utilisés par le Murin de Bechstein et la Barbastelle traduisent bien l'importance d'une réflexion globale nécessaire pour la préservation des chiroptères en milieu forestier.

3.3.4.5. *Bilan par site*

→ Bilan sur la Drôme provençale

Les peuplements en Drôme provençale ont été utilisés lors de l'activité de chasse des deux espèces de chiroptères selon leur maturité, stratification horizontale, composition en essences notamment résineuse, composition floristique (du moins présence d'une strate herbacée) et le type de peuplement (taillis favorable par exemple). Des **peuplements assez âgés et présentant des arbres ayant atteint le diamètre de précomptabilité et de composition résineuse** semblent favorables à l'activité de chasse.

Les lisières, quant à elles, seraient sélectionnées selon leur encombrement, composition en essences, présence de lierre ou invasives et type de peuplement limitrophe. **Les lisières à composition majoritaire de pins sylvestres (essence naturellement présente ici) et présentant une surface terrière pas trop élevée** sembleraient préférentiellement exploitées.

Caractéristique du peuplement	Variables retenues dans les modèles		
	Effet	Peuplement	Lisières
Maturité	+	Dmax	
	-		
Composition en essence	+	GRx	
	-		G Fu
Stratification horizontale	+	GPC	
	-		G Total
Stratification verticale	+		
	-		
Bois mort	+		Bois mort < 5 cm
	-	N Bois mort sur pied	
Composition floristique	+	Recouvrement herbacé	Présence d'invasives
	-		Abondance de lierre
Type de peuplement	+	Taillis de feuillus	Futaie
	-		Mixte, plantation, taillis
Naturalité	+		Présence d'interventions sylvicoles
	-	Présence d'interventions sylvicoles	
Type de lisière	+		
	-		"Sentier et agriculture extensive"

G : Surface terrière – Dmax : Diamètre maximal inventorié - V BM : Volume de bois mort – N : Densité
 Figure 23 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Drôme provençale

→ **Bilan sur l'avant-pays savoyard**

Caractéristique du peuplement	Variables retenues dans les modèles			
	Effet	Peuplement	Lisières	Habitat forestier
Maturité	+	Dmax	Age : 30 à 80 ans	
	-			
Composition en essence	+	GFu		
	-		G Fu et G Rx	
Stratification horizontale	+	GPC ²	N Précomptables	Proportion N Précomptables
	-			
Stratification verticale	+			
	-	Recouvrement strate 1		
Bois mort	+		Abondance BM < 5 cm	Abondance BM < 5 cm
	-	V Bois mort total Abondance BM < 5 cm		VBM Sol > Bois moyen V BM Pied
Composition floristique	+		Abondance de ronces	Présence d'invasives
	-			
Type de peuplement	+			Futaies
	-			Plantations, taillis et TSF
Naturalité	+			Interventions sylvicoles récentes
	-			
Type de lisière	+			
	-		"Interne" et "Sentier et agriculture extensive"	

G : Surface terrière – Dmax : Diamètre maximal inventorié – N : Densité - V BM : Volume de bois mort
 Figure 24 - Tableau récapitulatif des caractéristiques influant sur l'intensité de l'activité de chasse de la Barbastelle et du Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard

Les **peuplements matures, présentant des diamètres déjà considérables, un recouvrement de la strate supérieure pas trop élevé et la présence de feuillus** seraient ainsi les plus favorables à l'activité de chasse du Murin de Bechstein et de la Barbastelle.

La **densité des lisières, leur composition en essences, la présence de ronces, l'âge des arbres ainsi que la situation de la lisière** (ripisyle...) sont à considérer lors de l'étude des lisières exploitées dans l'avant-pays savoyard.

De manière plus générale, les **milieux forestiers favorables aux chiroptères seraient des futaies avec ou sans sous-étage et d'une densité de précomptables déjà notable** (résultat à mettre en parallèle avec les taillis présentant essentiellement des perches et qui ne semblent pas particulièrement appréciés ici).

En Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard, maturité, stratifications horizontale et verticale des peuplements et composition en essences sont donc à prendre en considération; ainsi que composition en essences, encombrement et traitement en ce qui concerne les lisières.

L'étude a démontré que **considérer la présence du Murin de Bechstein et de la Barbastelle d'Europe au sein des milieux forestiers impliquent de s'intéresser à leur maturité, stratification horizontale et verticale, composition en essences mais aussi floristique et enfin leur structure.**

3.4. Proposition d'amélioration de l'étude et du protocole

3.4.1. Hypothèses sur les causes de ces résultats partiels

Les résultats issus de cette étude ont permis de déterminer par espèce et site d'études les critères des peuplements forestiers pouvant influencer sur l'activité de chasse des chiroptères. Ces résultats ne permettent pas de faire des conclusions précises sur le peuplement « idéal » à atteindre afin de maintenir et favoriser ces populations. Voici quelques hypothèses qui peuvent expliquer ces résultats partiels.

D'une part il se peut que le suivi par radiopistage ne couvre pas une période assez longue et homogène qui permettrait d'être plus précis et plus exhaustif sur l'ensemble des terrains de chasse exploités par des individus et des colonies sur les secteurs étudiés. En effet l'effort de prospection n'a pour l'instant pas permis d'avoir des données suffisantes et exhaustives sur les colonies présentes. Le Murin de Bechstein est une espèce très territoriale pour laquelle les domaines vitaux ne se recouvrent pas. Or la colonie suivie en Drôme provençale ne chasse qu'à l'ouest et au sud du gîte. Les individus n'ont jamais été localisés dans les secteurs plus au nord ou à l'est. On suppose ici qu'une deuxième colonie serait présente et dont le domaine vital recouvrirait cette zone non exploitée par la colonie connue. Ainsi il serait intéressant de poursuivre la prospection dans ce secteur afin de découvrir d'autres colonies, si elles existent, et de déterminer leurs terrains de chasse afin de réaliser une étude reposant sur une connaissance de l'utilisation du territoire plus complète et plus fine. La pose de nichoirs peut par exemple être envisagée, cette méthode a par exemple déjà fait ses preuves en Lorraine ou en Rhénanie-Palatinat. Le CORA Faune sauvage a tout à fait conscience de ces limites actuelles et travaille aujourd'hui afin d'intensifier l'effort de prospection. Ils ont pour l'instant des résultats issus de 10 ans de prospection qui ne permettent pas, cependant, d'émettre un avis précis sur la présence fine des espèces ou encore l'évolution des populations.

D'autre part, une forte variabilité peut aussi exister entre les individus d'une même colonie concernant les habitats exploités pour la chasse et ne permet pas d'en ressortir des résultats généraux cohérents et significatifs. Une étude employant la méthode K-Select (Callenge, 2006) qui permet de distinguer la sélection des terrains de chasse par individu permettrait d'aller dans cette finesse d'analyse. Cependant le nombre d'individus concernés et le nombre disponible de placettes par individu ne permettait pas de réaliser des analyses fiables.

Les suivis ont été réalisés lors de trois années consécutives, à différentes saisons et connaissant des conditions climatiques différentes. La sélection des terrains de chasse peut donc être influencée par la période du cycle biologique et les variations climatiques.

Concernant les variables relevées, il se peut que la forte variabilité de certaines variables telles que le volume de bois mort ne puisse offrir de résultats significatifs qu'à partir d'un nombre conséquent de placettes décrites.

La méthode d'échantillonnage, notamment concernant l'emplacement des points aléatoires, apporte de même un biais quant à la description de l'ensemble des habitats de chasse disponibles. Certaines zones forestières du domaine vital ne sont par exemple pas décrites car pas concernées par des terrains de chasse.

On peut donc ici proposer trois améliorations : la première serait d'approfondir les analyses sur le jeu de données existants, la deuxième repose donc sur la méthode d'échantillonnage et la troisième concerne la simplification et l'amélioration du protocole de description des terrains de chasse.

3.4.2. Propositions d'analyses plus approfondies des données

Une analyse plus fine à partir des premiers résultats obtenus aurait aussi pu être réalisée. Nous avons constaté en effet que les regroupements réalisés selon la composition en essence, la stratification, les surfaces terrières par catégorie de diamètre offraient des résultats encourageants. Il serait ainsi intéressant d'analyser plus finement leurs effets en testant la ventilation précise de la surface terrière par essences et catégorie de diamètre ou encore le recouvrement et la composition des différentes strates.

3.4.3. Propositions d'amélioration et de poursuite de l'étude

Les six sessions de radiopistage réalisées sur les deux sites offrent une possibilité de description de terrains de chasse conséquente puisque plus de 400 terrains de chasse ont été localisés. En ajoutant la description de points aléatoires, la phase de terrain est tout à fait significative et concernerait alors d'autres habitats que les peuplements ou lisières forestières tels que les ripisylves, milieux ouverts ou zones urbanisées, autres habitats pour lesquels le protocole de description serait alors à adapter et compléter.

Ainsi une étude plus longue permettrait d'augmenter considérablement le nombre de placettes décrites, donc de pallier la forte hétérogénéité de certaines variables et ainsi d'améliorer probablement la fiabilité des analyses statistiques. La méthode K-Select pourrait alors aussi être testée et permettrait de réaliser une analyse écologique plus fine car à l'échelle de l'individu.

La localisation des placettes aléatoires pourraient aussi alors suivre un échantillonnage aléatoire stratifié selon les types d'habitats concernés par les terrains de chasse et concernant l'ensemble du domaine vital de la colonie étudiée.

3.4.4. Propositions d'amélioration du protocole

Le protocole, nous l'avons vu au début de ce rapport, prend en compte un nombre élevé de variables quantitatives et qualitatives. En considérant les résultats de cette étude, il est possible de proposer un protocole simplifié ou de cibler les variables essentielles à décrire lors de l'étude de terrains de chasse de chiroptères situés en milieu forestier.

Il faut cependant être vigilant à cette étape. En effet certaines variables ne sont pas ressorties comme explicatives ou étaient difficilement interprétables, néanmoins ce constat ne les rend pas pour autant inintéressantes ou mineures. Le mode ou la taille de l'échantillonnage a aussi un effet sur l'apport de chaque variable aux analyses statistiques. Le bois mort, par exemple, est une variable qui souffrait du nombre de placettes trop restreint dans cette étude ; d'où les résultats inattendus et peu significatifs.

Voici donc deux tableaux récapitulatifs où pour chaque groupe de variables une proposition de maintien, transformation ou abandon de la donnée est proposé.

Description des propositions			
✓	Maintien de la variable	✗	Abandon de la description de la variable
R	Proposition de transformation de la variable ou de la mesure	◇	Au choix car dépend de la précision de l'étude ou peut remplacer une autre variable

Type de placette	Donnée	Variables concernées	Proposition	Commentaire	Réf.
Toutes	Données générales relatives aux placettes	Altitude, topographie...	✓	Etude des situations géographiques	
				Comparaison placettes aléatoires avec les terrains de chasse et test d'indépendance	
	Etat sanitaire		✗	Relativement homogène sur des zones vastes car lié aux conditions bioclimatiques, intéressant si recherche de gîtes potentiels (branches mortes, arbres scolytés morts sur pied)	
	Données floristiques	Recouvrement herbacé	R	Noter simplement le recouvrement total sinon opter pour une étude plus précise et approfondie des espèces présentes et la coupler avec une étude entomologique par exemple	
		Abondance de mousses, lierre, lianes, ronces et invasives	✓	Relevé rapide	
	Naturalité	Traces d'interventions anthropiques	✓	Relevé rapide, renseignements riches sur un dérangement passé ou futur potentiel, une pollution, la présence de bois mort, des conditions hydriques particulières	
	Données générales sur le peuplement	Traitement, structure	✓	Zones d'études vastes où peuplements divers sont décrits	
		Origine	✗	Implicite dans le type ou traitement	
		Age	R	Simplification des classes d'âge	Annexe 19
	Description des environs	Présence d'éléments linéaires, terres agricoles, zones urbanisées	✗	Intéressant pour une étude à l'échelle du paysage mais non utilisé ici	
	Bois mort	Bois mort sur pied et au sol : V, G et N	✓	Nombre de placettes doit être assez conséquent pour pallier la forte hétérogénéité de ces données. Sinon essayer d'homogénéiser les résultats en créant des classes de volume ou en s'intéressant à des valeurs seuils	
		V	✓	Les 60 m de linéaire par placette permettent un bon parcours des placettes et une description homogène (stratification, bois mort < 5 cm...)	

Figure 25 - Propositions d'amélioration du protocole de description des terrains de chasse sur les données et variables communes aux placettes «peuplement» et «lisière»

Type de placette	Donnée	Variables concernées	Proposition	Commentaire	Réf.	
Peuplement	Structure horizontale	G / Catégorie de diamètre	✓			
		Densités	✓			
	Structure verticale	Recouvrement de la strate supérieure (1)	◇	Redondance avec G par essences mais à maintenir si G n'est pas mesurée		
		Recouvrement total et des strates inférieures (2, 3 et 4)	✓	Description des arbustes et buissons non comptabilisés dans G		
	Maturité	Dmax	✓	Renseigne sur l'âge potentiel, la présence de GB et TGB et propose un histogramme des valeurs relativement continu		
		G GB+TGB	◇	Peu utile si Dmax est mesuré		
	Volume	V	◇	Permet d'obtenir un ratio V Bois mort / V Bois vivant		
	Type de peuplement	Typologie locale ou SRGS	✓	Générale mais synthétique	Annexe 19	
	Sol et humus	Recouvrement de la litière	✗	Relativement homogène sur l'ensemble de la zone d'étude		
	Distance à la lisière la plus proche		◇	Travail de cartographie et de terrain, à maintenir si étude des trajectoires à l'échelle du paysage		
Présence d'un milieu humide ou ouvert	Type de zone humide, présence d'arbres, régénération...	✗	Rarement utilisé seulement dans les jeunes plantations dont les données étaient souvent écartées car trop extrêmes			
Lisière	Description générale	Typologie	℞	Proposition de maintien mais de simplification lors des traitements des données pour plus d'homogénéité	Annexe 19	
		Structure	Type de lisière et d'écotone	✗	Présent dans la typologie	
			Linéarité, recouvrement, étage et fragmentation	✓	Etat des lieux des lisières présentes sur un secteur mais relativement homogène et fort effet opérateur	
			Perméabilité	✓	Fort effet opérateur	
	Lisière forestière	Structure horizontale	G, N et V	✓	Méthode d'inventaire à angle fixe le long d'une ligne efficace et sans biais issu de l'opérateur	Annexe 5
		Structure verticale	Description de la strate arborée	◇	Redondance avec mesure de G/essence, à maintenir si cette description quantitative n'est pas réalisée	
			Description des strates arbustive et buissonnante	✓	Ne figure pas dans la surface terrière	
			Hauteur et continuité	◇	Intéressant mais non intégré lors de l'analyse	
	Peupl. Limi-trophe	Stratification verticale	Strate arborée, arbustive, taillis, buissonnante et herbacée	℞	Délicate à intégrer aux analyses, doit rester succincte et donner une bonne idée de la stratification globale du peuplement	
	Route	Présence et type		✗	Inutile	
Milieu ouvert	Milieux humides, terres agricoles, trouée forestière et zone urbanisée		✓	Description rapide sur le terrain mais détails difficilement intégrables aux analyses		

Figure 26 - Propositions d'amélioration du protocole de description des terrains de chasse sur les données et variables spécifiques aux placettes « peuplement » et aux placettes « lisière »

Cette étude a permis de distinguer les caractéristiques des milieux forestiers exploités par la Barbastelle et le Murin de Bechstein sur deux sites d'études rhônalpins. Cet approfondissement des connaissances de la biologie de ces espèces permet ensuite de préciser ou d'améliorer les conseils pour une gestion sylvicole préservant des chiroptères.

4. IMPLICATION EN GESTION FORESTIÈRE ET RÉALISATION D'UN OUTIL DE VULGARISATION

4.1. État des connaissances et intégration des résultats de l'étude : peuplement forestier, gestion forestière et Chiroptères

D'après Greenaway et Hill (2004), moins un peuplement n'a connu d'interventions, plus il semble favorable aux chauves-souris strictement forestières. Comment alors associer gestion forestière et préservation des populations de chiroptères ?

4.1.1. Caractéristiques des peuplements favorables aux chiroptères

Les différentes études et constats concernant les terrains de chasse et l'écologie du Murin de Bechstein et de la Barbastelle permettent d'en déduire les caractéristiques générales de peuplements favorables à ces deux espèces. Le régime alimentaire ainsi que les techniques de chasse et le comportement en vol constituent les bases de la sélection d'un peuplement plutôt qu'un autre.

Notons ici l'importance d'une certaine prise de recul par rapport aux connaissances inféodées à une seule espèce. Chaque espèce présente en effet des exigences particulières. Il est intéressant d'observer qu'en considérant l'ensemble des exigences des chiroptères, on touche finalement au domaine de la protection de la biodiversité au sein des habitats forestiers.

Les caractéristiques des peuplements forestiers influant sur la présence de chiroptères figurent donc ci-dessous, étayées ou non grâce aux résultats de l'étude réalisée.

→ La stratification du peuplement

Cette étude a démontré que les stratifications horizontale et verticale des peuplements influeraient sur l'activité de chasse du Murin de Bechstein au sein des peuplements étudiés ; la Barbastelle semblant seulement sensible à la stratification horizontale.

Ce résultat est en cohérence avec la littérature puisque les stratifications horizontale et verticale du peuplement ont un impact sur l'offre alimentaire et sont de même liées au comportement de chasse. La présence d'un sous-étage permet notamment le maintien de l'humidité et diminue la vitesse du vent. Par exemple, le Murin de Bechstein étant une espèce glaneuse, l'hétérogénéité du couvert lui est particulièrement favorable.

Ainsi une canopée continue avec un sous-étage, présente notamment au sein des futaies irrégulières ou des TSF, serait donc appropriée.

Plus un peuplement forestier est stratifié, plus sa richesse en chiroptères en activité de chasse augmente.

Pour aller plus loin : les effets de la structure sur l'activité de chasse, de l'importance de la structure du peuplement

La structure de la canopée et la structure spatiale des peuplements forestiers jouent un rôle important par rapport aux exigences des chauves-souris. L'heure d'émergence ou de sortie des gîtes peut varier suivant différents facteurs : exogènes c'est-à-dire environnementaux ou endogènes donc reliés aux phases des cycles de vie. Le niveau d'intensité lumineuse dépend ainsi de la présence de nuages ou de la couverture du feuillage des arbres et est à l'origine des variations quant à l'heure de sortie des gîtes.

Il a en effet été observé que la pluie peut modifier ou inhiber les comportements d'émergence (Entwistle *et al.*, 1996; Shiel and Fairley, 1999 ; *in* Russo, 2007). De même les femelles allaitantes s'éveillent plus tôt afin de profiter de l'émergence des insectes du crépuscule leur permettant de compenser leurs besoins énergétiques importants à l'inverse des femelles gestantes s'éveillant plus tard de part leur vulnérabilité accrue aux prédateurs (Duvergé *et al.*, 2000 *in* Russo, 2007). Ainsi en forêt ou zones de haies, l'émergence a lieu précocement grâce à une luminosité qui faiblit plus tôt et une meilleure protection face aux oiseaux nocturnes notamment. Même des changements fins dans la structure et la densité d'une forêt peuvent avoir un impact sur la vulnérabilité des chauves-souris aux prédateurs.

En résumé le maintien d'un couvert dense et sans interruption au sein d'un massif forestier offre la possibilité d'allonger les périodes de chasse des chiroptères et assure leur protection face aux prédateurs. En revanche cette densité peut être un désavantage dans la thermorégulation des femelles au sein des gîtes, d'où l'importance d'une offre en gîte élevée et diversifiée : différentes hauteurs et exposition ainsi que des environs plus ou moins fermés permettant de s'adapter aux différents stades et situations (allaitement et besoin énergétique forts, énergie dépensée en thermorégulation, prédation, dérangements...) (Russo, 2007).

→ La diversité en essences

La composition en essences des peuplements s'avère aussi intéressante dans les secteurs étudiés et pour les deux espèces, les préférences n'ont cependant pas pu être précisées excepté une importance éventuelle de la présence du Pin sylvestre pour le Murin de Bechstein. Les deux espèces ont majoritairement chassé au sein des peuplements autochtones à savoir des chênaies et pineraies plus ou moins mélangées. Ces deux essences seraient en effet plus intéressantes en termes de biodiversité que le Hêtre ou les autres résineux. De plus les Chêne, Mélèze et Pin sylvestre auraient un effet particulièrement favorable sur les organismes de la litière, la diversité des espèces de sous-bois et de la litière. Ces essences au couvert léger permettent en effet le développement d'un sous-étage plus dense que sous des hêtraies ou pessières. Enfin la diversité des espèces du houppier et du tronc, la faune et la flore des résineux et des essences exotiques est moins élevée respectivement que celles des feuillus et des essences autochtones (Gosselin *et al.*, 2006).

Cette étude s'est aussi intéressée à la composition botanique ou floristique : la présence de lierre et mousses pour le Murin de Bechstein ainsi que de ronces pour la Barbastelle intervenaient dans l'explication de l'intensité d'une activité de chasse. Ces données relatives à la présence de lierre, ronces ou mousses sont rarement prises en compte dans les études réalisées sur les chiroptères.

La diversité de la composition en essence d'un peuplement possède un double impact. D'une part elle entraîne une augmentation de la diversité et de la richesse de l'offre alimentaire puisque chaque essence possède un cortège entomologique plus ou moins divers et spécifique. D'autre part elle favorise l'hétérogénéité du peuplement puisque le recouvrement, l'emprise et la densité du houppier de chaque essence est différent.

→ L'âge et la maturité des peuplements

La maturité ou l'âge des milieux forestiers se sont avérés favorables aux activités de chasse du Murin de Bechstein plus particulièrement mais aussi de la Barbastelle dans cette étude.

Kerth *et al.* (2002) ont observé une préférence du Murin de Bechstein pour les peuplements feuillus âgés de 100 à 120 ans.

La maturité élevée d'un peuplement engendre d'une part une offre en gîtes potentiels, à travers la présence de bois de diamètre élevé ou de vieux arbres, et d'autre part une diversité en essences (pionnières à climaciques) et une hétérogénéité de structure.

En effet, la maturité plus ou moins élevée d'un peuplement est liée au cycle des coupes et donc à l'accélération ou au raccourcissement des cycles sylvigénésiques. Le régime des coupes peut entraîner souvent la disparition quasitotale des phases terminales et une forte réduction de la durée et de la surface des phases pionnières. D'après Gosselin *et al.* (2006), ici se joue un enjeu fort pour les espèces forestières à faible capacité de dispersion, sensibles aux coupes ou inféodées aux stades âgés, riches en gros et très gros bois et vieux arbres.

La maturité des peuplements, liée à l'âge d'exploitabilité, et la présence de peuplements très âgés s'avèrent particulièrement importants à prendre en considération pour la préservation du Murin de Bechstein tout particulièrement mais aussi de la Barbastelle.

→ **L'importance du bois mort**

L'étude du bois mort a donné des résultats en contradiction avec ce que la littérature propose puisqu'il est apparu comme influant négativement sur les activités de chasse. Cependant il est possible ici que ces résultats soient dus à un défaut d'échantillonnage ou de méthodologie, cette variable présentant en effet une variabilité très forte. La nature du bois mort a fait ressortir le stade de décomposition comme significatif pour le Murin de Bechstein, ce paramètre pourrait donc influencer sur son activité de chasse.

Néanmoins on se trouve au sein de peuplements présentant 19 m³/ha de bois mort en moyenne dans l'avant-pays savoyard et 11 m³/ha en Drôme provençale. Ces peuplements présentent donc déjà une quantité de bois mort moyenne et significative.

La quantité et la nature du bois mort au sein des peuplements s'avèrent doublement favorables aux chiroptères. Le bois vieillissant ou mort constitue un paramètre primordial lié à l'offre en gîtes d'une part et l'offre alimentaire des peuplements d'autre part (Kervyn, 2004 ; Russo *et al.*, 2004).

L'augmentation de la richesse et de la diversité de l'offre alimentaire est liée à la diversité de la nature du bois mort permettant la présence de nombreux micro-habitats spécifiques (Rouveyrol, 2009). Le régime alimentaire du Murin de Bechstein par exemple est composé notamment d'Édéméridés, d'autant plus abondants que la quantité de bois mort est élevée.

En outre à l'échelle des écosystèmes, le maintien de vieux arbres ou de bois morts permet d'assurer un grand nombre de fonctions écologiques telles que la présence de microhabitats pour les insectes saproxyliques, mousses, lichens ou champignons mais aussi l'offre en gîtes pour les oiseaux ou chiroptères et autres mammifères. Ces composantes du peuplement possèdent aussi des avantages abiotiques tels que la facilitation de la régénération notamment en montagne, la dynamique des cours d'eau, le contrôle des ravageurs forestiers ou encore en tant qu'élément indissociable du cycle des éléments et du stockage du carbone. Ainsi, la présence d'arbres vieillissant et mort, sur pied et au sol, assure plusieurs rôles au sein des peuplements. Au niveau écologique, ils sont les garants de la présence d'une richesse faunistique et floristique mais ils sont aussi liés aux cycles biogéochimiques permettant la transformation de la matière organique en matière minérale et assurant ainsi le maintien de la fertilité des sols (Rouveyrol, 2009).

La quantité et la diversité de nature du bois mort présent dans les milieux forestiers assurent une richesse entomologique ainsi qu'une offre en gîtes riche et variée.

→ **Le type et traitement du peuplement**

La Barbastelle présente dans notre étude une préférence pour les peuplements de type futaie par rapport aux taillis, TSF et plantations disponibles sur les deux sites.

Cependant, le plus souvent, à l'échelle des peuplements ou massifs, aucun lien direct n'est forcément décelé entre les types de peuplements forestiers présents et les communautés de chiroptères (Tillon, 2009). L'influence provient plutôt de la structure de la végétation à travers l'ensemble des paramètres qui ont été décrits ci-dessus.

Le traitement sylvicole n'influerait pas directement sur la présence de chiroptères mais plutôt ses conséquences en termes d'hétérogénéité et stratifications.

→ **Importance des lisières**

La Barbastelle a été principalement observée en activité de chasse en lisière sur les deux sites mais aussi dans des milieux ouverts avec haies ou encore le long de ripisylves. Le Murin de Bechstein chasse aussi parfois en lisière mais est beaucoup plus inféodé au peuplement forestier.

En effet, la Barbastelle est considérée en Europe comme une espèce de lisière (Ahlen, 1981 *in* Barataud 2004 ; Sierro, 1997 ; Barataud, 1999). Elle fréquente principalement les bordures de forêts, les routes et chemins forestiers, et la lisière horizontale au-dessus de la canopée (Barataud, 2003). En

outre, le Murin de Bechstein a déjà été observé en chasse le long de lisières de futaie résineuse présentant de la régénération par exemple (Meschede et Heller, 2003).

Ainsi la présence de lisières et de haies riches en essences et stratifiées ainsi que de clairières ou de lisière interne dans les peuplements forestiers est favorable à la Barbastelle tout particulièrement.

→ **Importance de la diversité et qualité des habitats**

La Barbastelle a chassé en lisière, au sein des peuplements, en ripisylve, milieu ouvert ou encore le long de haies sur les deux sites étudiés.

Le régime alimentaire du Murin de Bechstein notamment est très varié, il est alors conditionné par la présence d'habitats diversifiés ; d'où le besoin d'hétérogénéité au sein des peuplements afin d'offrir une diversité d'insectes élevée.

D'un point de vue plus global, les chiroptères étant directement dépendant de la diversité des milieux disponibles et de leur richesse entomologique, il est primordial d'assurer la présence et le maintien d'habitats de qualité au sein des peuplements et à l'échelle du paysage tels que les milieux humides, prairies, haies organisées en mosaïque ou encore la présence d'îlots de sénescence.

→ **Importance d'une vision globale et transversale**

L'étude à large échelle (c'est-à-dire sur les deux sites) des milieux forestiers a démontré que l'ensemble de ces caractéristiques de peuplements sont explicatives de l'intensité de l'activité de chasse des chiroptères ; à savoir maturité des peuplements, densité, stratifications horizontale et verticale, composition en essence et floristique et quantité de bois mort.

La préservation des chiroptères en milieu forestier nécessite donc une réflexion à l'échelle des massifs où les choix de gestion permettront l'hétérogénéité et la pérennité d'un couvert forestier continu ainsi qu'une offre en gîtes suffisante dans le temps et dans l'espace. Cette réflexion doit de plus s'étendre à l'échelle du paysage afin d'assurer la qualité de l'ensemble des milieux naturels et de leur connexion.

4.1.2. Pour une gestion forestière favorable aux chiroptères

Adapter la gestion forestière afin de s'approcher des caractéristiques des peuplements favorables aux Chiroptères repose donc, en partie, sur ce qui a été énuméré précédemment.

Il est cependant aussi très important de s'intéresser aux impacts de la gestion forestière à ses différentes étapes sur les populations de Chiroptères qui peuvent être entre autres :

- une modification de la qualité des proies disponibles ;
- l'augmentation de l'effet de lisière ;
- l'éloignement des terrains de chasse du gîte ;
- des interventions favorables aux espèces de stratégie opportuniste et donc pouvant être défavorables aux espèces glaneuses ;
- la disparition en grand nombre de gîtes sur les parcelles les plus âgées.



Figure 27 - Colonies de Grand Murin, une autre espèce de chiroptères forestières - Photo : G.Issartel

La Barbastelle et le Murin de Bechstein n'ont en commun que le caractère forestier. Ces deux espèces s'avèrent ensuite complètement différentes autant concernant les gîtes arboricoles qu'elles occupent que les terrains de chasse qu'elles exploitent. Leur technique de chasse, régime alimentaire et

étendue de prospection différent en effet beaucoup. Ainsi le problème de compétition pour les gîtes et terrains de chasse entre ces deux espèces ne se présente pas (Greenaway et Hill, 2004).

Cette gestion forestière doit finalement reposer sur deux axes primordiaux permettant d'assurer la pérennité des chiroptères à savoir, offrir un grand nombre de gîtes de différents types sur l'ensemble du peuplement et assurer une offre alimentaire riche et diversifiée à travers la qualité et la diversité des habitats.

La préservation de gîtes paraît plus concrète et aisée à mettre en œuvre, même si prédire la présence de chiroptères au sein d'un arbre est un exercice peu certain. En revanche, favoriser la présence d'insectes au sein de son peuplement s'avère plus abstrait, d'autant plus que chaque espèce connaît un régime alimentaire particulier, parfois encore peu connu. Ainsi les recommandations s'appuient davantage sur une gestion sylvicole favorisant une diversité importante des essences présentes ou encore la présence d'un sous-étage.

L'ensemble des mesures ici préconisées profitent à d'autres espèces (Mayle, 1990; Hutson et al., 2001 dans Russo *et al.*, 2004). Meschede et Heller (2003) ont en effet spécifié que les gîtes favorables aux chiroptères pouvaient aussi être occupés par 49 espèces différentes dont 20 oiseaux, 20 petits ou moyens mammifères et 8 invertébrés ; d'où l'intérêt de leur préservation mais aussi l'importance d'une offre élevée en gîtes potentiels. Ces observations démontrent bien l'intérêt de la préservation des chiroptères dans une logique globale de la préservation de la biodiversité.

4.1.2.1. Assurer une offre en gîtes

Les gîtes ont plusieurs fonctions telles que la protection contre les intempéries et les prédateurs, l'offre d'un espace suffisant pour une colonie et d'un microclimat stable. Ils sont aussi le lieu des interactions sociales. Le gîte optimal n'est pas connu mais il ne doit pas y avoir de courant d'air, ni d'infiltration d'eau de pluie. Il est souvent creusé depuis l'entrée vers le haut et le bas ou ouvert vers le bas. L'aire d'envol doit être libre à partir de deux mètres de hauteur pour les espèces à vol rapide ou partiellement à totalement cachée à basse hauteur pour les espèces à vol lent telles le Murin de Bechstein (Meschede et Heller, 2003 ; Tremauville, 1990).

L'offre en gîte est assurée par la présence d'arbres de gros diamètre, présentant des écorces décollées, des cavités ou encore des branches mortes dans des arbres sains ou déperissants. Une forte hétérogénéité de gîte est assurée par la diversité de leur position, nature ou état de décomposition (Russo, 2007).

Les facteurs d'apparition de gîtes dépendent ainsi au sein d'un peuplement des essences présentes, de la vitalité des arbres, des conditions météorologiques, de la présence de champignons lignivores mais aussi de pics, des dimensions et formes des arbres (diamètre, hauteur, feuillage).

Cette offre est notamment directement liée à la fréquentation du peuplement par des pics. Ainsi une gestion en faveur des pics s'avèrera bénéfique pour les chauves-souris et vice versa. Par contre la présence de pics au sein d'un peuplement n'assure pas immédiatement l'offre en gîtes nécessaire pour les chauves-souris. En effet la cavité creusée par un pic doit subir des transformations (pourriture, creusement) nécessitant du temps afin de pouvoir accueillir par la suite des colonies de chiroptères. Comme le soulignent Greenway et Hill (2004), toutes les espèces de pics devraient être intégrées et favorisées lors de la mise en place d'une gestion forestière en faveur des chiroptères.

Les arbres morts d'une hauteur importante peuvent offrir une succession de gîtes aux conditions thermiques et hygrométriques variées à travers les années au fur et à mesure que l'écorce se détache le long du tronc de la couronne au pied de l'arbre. Le chêne produit notamment ce type de gîte grâce à son écorce épaisse qui offre une bonne isolation en comparaison d'autres essences autochtones.

On observe une fidélité mais aussi une dynamique de changement autour des différents gîtes utilisés par une colonie (Meschede et Heller, 2003). Le Murin de Bechstein gîte par exemple en petites colonies de 20 à 30 individus et change fréquemment de gîtes pour en occuper en moyenne 50 par an (Tillon, 2009). Des changements fréquents peuvent connaître différentes causes telles :

- ↳ un taux de parasitisme élevé ;
- ↳ une stratégie d'évitement des prédateurs ;

- ↪ un microclimat défavorable, les cavités offrent un atténuation des conditions climatiques mais une surchauffe augmente les dépenses énergétiques lors des léthargies diurnes ;
- ↪ l'exploitation d'un nouveau territoire de chasse ;
- ↪ la recherche active de nouveaux gîtes de substitution ;
- ↪ la concurrence ou le rejet par l'avifaune par exemple.

Ainsi il serait intéressant d'estimer le nombre de cavités nécessaires aux populations de chiroptères, estimation délicate à réaliser mais il est néanmoins possible de se poser les questions suivantes:

- ◇ Quel est le taux de cavité exploitable au sein de mon peuplement ?
- ◇ Quelle est l'importance du rejet des chiroptères par d'autres occupants ?
- ◇ Quelle est la fréquence de changement de gîtes ?
- ◇ Observe-t-on une fidélité aux gîtes d'une année à l'autre ?

→ **Préservation des gîtes existants**

Il faut protéger systématiquement tout gîte arboricole connu en le marquant distinctement et durablement. Il est de plus conseillé d'éviter toute exploitation autour des gîtes de reproduction du 1^{er} mai au 31 août.

→ **Augmentation de l'offre en gîtes potentiels**

Le maintien d'arbres morts, d'arbres sénescents et d'arbres à cavités se présente comme nécessaire et indispensable (Kervyn, 2004). Finalement, les garde-fous proposés aujourd'hui sont d'avoir au moins 25 à 30 cavités d'arbres par hectare dans une forêt de production de 120 ans, soit une densité moyenne de 5 à 10 arbres à cavités par hectare (Tillon, 2009). À titre de comparaison, on estime qu'une vieille futaie de feuillus offre 7 à 10 arbres-gîtes par hectare, une forêt mélangée 4 à 6 /ha et un peuplement résineux 1 à 3 /ha (Meschede et Heller, 2003 ; Tillon, 2009). Ainsi ce seuil de 5 à 10 arbres-gîtes potentiels par hectare paraît élevé et difficile à atteindre si on considère la difficulté actuelle d'en préserver au moins 3 par hectare au sein des peuplements. Cependant, il faudrait pouvoir atteindre ces seuils au sein des zones de peuplement matures et considérer la répartition et l'organisation des gros bois à cavités sur l'ensemble du peuplement afin d'assurer une continuité d'offre en gîtes et de permettre aux populations d'aller d'un gîte à l'autre sans parcourir de grandes distances. En résumé il est essentiel d'assurer la pérennité de ressource en gîtes en créant un réseau constitué d'îlots riches en gîtes et de gîtes isolés répartis dans tout le peuplement.

Une gestion en faveur des pics est à intégrer ici puisque cette avifaune est à l'origine de nombreux gîtes occupés par les chiroptères (CRPF Normandie, 2010). Elle consiste en :

- la conversion des taillis et TSF en futaie régulière ou irrégulière feuillue ou mixte ;
- le maintien d'une mosaïque des peuplements de futaie assurant la diversité des milieux présents ;
- l'éloignement d'une évolution homogène à l'échelle des massifs notamment les futaies résineuses et taillis si la station le permet ;
- le maintien de bois mort au sol, de souches intactes sur place et des chandelles ;
- la défense de l'utilisation de produits insecticides ;
- le maintien des arbres à cavités ;
- l'installation d'îlots de sénescence ou de vieillissement ;
- le respect des périodes de nidifications en limitant les perturbations c'est-à-dire de fin avril à juillet ;
- le travail en faveur des peuplements feuillus sauf pour le pic noir qui est aussi présent dans les futaies résineuses lorsque l'offre alimentaire est importante.

La coupe des parcelles les plus âgées entraîne une diminution importante de l'offre en gîte ainsi qu'une perte de connectivité entre les gîtes ou les terrains de chasse. La logique globale consiste donc à mettre en place des réseaux de gîtes permettant de prévoir le remplacement des arbres-gîtes proches de la sénescence et de l'effondrement (Tillon, 2009).

→ **Le maintien d'une ambiance forestière autour du gîte**

La présence d'un couvert forestier autour du gîte est primordiale car elle assure des conditions thermique et hygrométrique adéquates ainsi qu'une protection contre les prédateurs nocturnes lors de la sortie et l'entrée au gîte. Ainsi, outre la préservation des gîtes arboricoles existants ainsi que d'arbres-gîtes potentiels, les alentours doivent aussi être gérés en fonction afin de maintenir une ambiance forestière.

→ **La pose de gîtes artificiels**

L'ensemble des auteurs s'accordent à ne pas proposer la pose de nichoirs en tant qu'alternative à la lacune de gîtes naturels (Kervyn, 2004, Greenaway et Hill, 2004). Cette solution semble en effet peu pertinente, les résultats étant mitigés dans les peuplements où cela a été testé : utilisation peu fréquente, dégradation des nichoirs en 10 ans, entretien nécessaire régulier. Ils peuvent de plus favoriser d'autres espèces (pipistrelles...) et apporter ainsi un déséquilibre des populations au désavantage de l'espèce que l'on souhaite préserver.

→ **Lors des interventions sylvicoles**

À défaut de certitude d'absence, tout abattage d'arbre susceptible d'héberger une colonie dans un massif connu pour ou supposé d'être occupé par une espèce forestière doit être réalisé de façon précautionneuse. Pénicaud (2000) propose de tronçonner en-dessous et largement au-dessus de la partie creuse ou encore d'éviter l'ébranchage de l'arbre-gîte afin d'amortir le choc de la chute. La réalisation d'un code de bonne conduite pour les bûcherons et les élagueurs professionnels pourrait ainsi être réfléchi dans le cadre plus global de la protection de la faune, la flore, de l'environnement et des sols lors des exploitations.

Le maintien des gîtes existants, un travail en faveur de la présence, diversité et continuité du bois vieux ou mort sur pied, à travers notamment la présence des populations de pics, et le maintien d'une ambiance forestière autour de ces arbres constituent les trois axes de l'amélioration de l'accueil des chiroptères au sein d'un peuplement.

4.1.2.2. Assurer la qualité et diversité des habitats présents

Il faut ici aborder une approche paysagère, une gestion sur de grandes surfaces c'est-à-dire à l'échelle des massifs et non des parcelles. De manière générale, en forêt de production, on cherche à favoriser l'hétérogénéité du peuplement. L'homogénéisation condamne à terme l'accueil en gîtes par des ruptures spatiales et temporelles de présence de cavités; de plus elle limite la diversité des techniques de recherche de nourriture (Tillon, 2009).

→ **Hétérogénéité des peuplements forestiers**

Un couvert constant dans l'espace et dans le temps doit être assuré au sein des peuplements. On en a en effet vu précédemment l'importance du couvert et de la présence d'un sous-étage sur la durée des temps de chasse, le microclimat des gîtes ou bien encore la protection contre les prédateurs. De plus afin d'assurer une offre suffisante en gîtes et en terrains de chasse adéquats (en termes de structure) ainsi qu'une offre alimentaire riche et variée profitable à l'ensemble des espèces forestières, l'hétérogénéité des peuplements doit être favorisée.

Cette hétérogénéité est la conséquence d'une part de la stratification verticale : strate dominante d'une densité permettant la présence et le développement de strates inférieures. La présence d'arbres de différents âges et ainsi de diverses catégories de diamètre assure de même une stratification horizontale. Le mélange d'essences participe aussi à cette hétérogénéité. Ainsi stratification horizontale et verticale et diversité en essences engendrent une qualité, quantité et diversité de l'entomofaune considérable, favorable aux chiroptères. En outre la présence de lisière stratifiée s'avère de même importante au sein des peuplements.

Cette hétérogénéité présente sur l'ensemble des peuplements et à différentes échelles permet alors la présence de milieux diversifiés appropriés à diverses espèces selon leur technique de vol et de chasse : effets de lisières pour la Barbastelle, peuplement riche en strates pour le Murin de Bechstein, zones moins stratifiées favorables au Grand Murin...

Plus précisément, concernant la composition en essences, les essences autochtones offrent une diversité alimentaire beaucoup plus riche (essences introduites présentant une diversité entomologique

plus faible de par l'éloignement de leur aire naturelle de répartition, leur implantation plus ou moins récente et ainsi l'absence de leur cortège entomologique spécifique (Southwood, 1961 dans Barataud *et al.*, 2009). Il faut donc essayer de privilégier au maximum la régénération naturelle des peuplements.

En termes de biomasse disponible et de répartition dans le temps, les feuillus nourrissent un cortège d'insectes phytophages plus riche et offrent une disponibilité plus constante que les résineux (soumis surtout à des infestations cycliques espacées de plusieurs années).

La préservation d'un couvert forestier continu dans l'espace et dans le temps ainsi que l'hétérogénéité désirée des peuplements se traduisent par exemple par des coupes de taille réduite ne devant pas occasionner de grandes ruptures, notamment par parquets d'un hectare au plus. Si le taillis est monospécifique, un travail en faveur des autres essences spontanément présentes doit être systématique ou alors un enrichissement avec des essences autochtones et adaptées dans les trouées peut être envisagé.

Selon Russo *et al.* (2007), au sein des peuplements âgés, des interventions sélectives par trouée permettent le maintien d'une structure étagée non équienne et d'un couvert continu et hétérogène. À l'inverse, au sein des peuplements plus jeunes, la préservation des dominants, co-dominants et dominés ainsi que d'une strate buissonnante permet d'assurer cette stratification et hétérogénéité.

Concernant la surface des interventions, il est conseillé de travailler sur des unités de gestion de 4 ha ou d'opter pour la futaie par bouquets ou parquets (0,5 à 4 ha) sur une parcelle de 20 ha par exemple (Tillon, 2009).

Barataud *et al.* (2009) insistent sur la fidélité du Murin de Bechstein à son territoire de chasse réduit et préconisent ainsi des coupes inférieures à 2 ha ainsi que le maintien d'une densité d'au moins 50 tiges/ha lors des interventions en futaie régulière.

→ **Maturité des peuplements**

De manière générale, il est favorable d'augmenter l'âge des peuplements ou de réserver des zones où l'âge d'exploitabilité est élevé. Les peuplements âgés offrent une disponibilité en gros bois et très gros bois importante permettant une offre en gîte suffisante aux chiroptères et autres faune.

Il est par exemple conseillé de conserver des surfaces minimales (150 ha) de peuplements feuillus âgés de plus de 60 ans pour les arbres de futaie, et d'au moins 25 ans pour les cépées. La préservation des chiroptères engendre donc le besoin de grandes surfaces de vieux peuplements, la présence d'îlots de sénescence ou de vieillissement (voir ci-dessous).

→ **Création et entretien de lisière**

La structure « idéale » d'une lisière repose sur ces différents principes :

- ✓ La profondeur idéale d'une lisière est d'une hauteur d'arbre.
- ✓ Elle est riche en espèces ligneuses et herbacées autochtones.
- ✓ Elle possède une structure inéquienne et étagée.
- ✓ Les différentes strates sont bien imbriquées et présentent des limites sinueuses et irrégulières.
- ✓ Elle est orientée de préférence sud-est à sud-ouest.
- ✓ Elle est reliée à d'autres éléments du paysage d'aspect naturel comme les haies ou bosquets.

Afin de structurer une lisière, on procède par des interventions progressives et jardinatoires ciblées en prenant en compte la direction du vent. L'ouverture se fait en 2 étapes (espacées de 7 à 15 ans) en enlevant des arbres isolés ou en groupe sur une largeur de 2 à 10 m afin de créer des structures hétérogènes en assurant la composition et le renouvellement progressif du massif.

On veille donc à :

- ✓ enlever les arbres dominants d'ombre (hêtres, frênes, épicéas, sapins);
- ✓ maintenir et favoriser les essences de lumière (chênes, érables, pins, cerisiers) et les espèces rares telles que les alisiers, érables et ormes champêtre ;
- ✓ maintenir ou favoriser les buissons notamment les épineux afin d'élargir la largeur potentielle de la lisière vers l'intérieur de la forêt ;
- ✓ favoriser les espèces servant de gîtes aux oiseaux (chênes, arbres-gîtes) ou à l'entomofaune (chênes, saules, bouleaux) ;

- ✓ maintenir des fruitiers tels que les sorbiers, cornouillers, pommiers et poiriers sauvages (aspect esthétique et alimentaire pour les oiseaux) ;
- ✓ préserver les éléments écologiques précieux ou à intérêt paysager (arbres remarquables, arbres secs sur pied ou avec trous de pics...) ;
- ✓ maintenir des arbres dépérissants ou morts tout en faisant attention à la sécurité.

Lors de ces interventions, on peut laisser des souches hautes, les bois peuvent être soit coupés et débardés, annelés (Service forestier du Bas-Valais, 2009).

Ainsi favoriser les effets de clairière ou les effets lisière lors des interventions en opérant par petites trouées est intéressant à appliquer et développer au sein des peuplements.

Il peut aussi être conseillé de conserver ou créer des doubles alignements arborés d'essences autochtones de part et d'autres des pistes d'exploitation et des cours d'eau, le long des lisières extérieures ou intérieures (clairières, étangs) (Roué et Barataud, 1999).

→ Éviter ou amoindrir les perturbations potentielles

Les impacts directs des interventions sylvicoles sur les populations de chiroptères sont encore peu ou mal connus et il est aujourd'hui difficile d'estimer la tolérance des différentes espèces au dérangement. Cependant on peut par exemple aujourd'hui affirmer que la fragmentation forestière est rédhibitoire pour le Murin de Bechstein (Tillon, 2009). Ainsi comme il a été précisé plus haut, la surface des interventions doit être limitée et raisonnée suivant les types de peuplement. Les coupes rases, qui doivent être évitées de manière générale, ne devraient pas dépasser une surface de 4 ha. La gestion forestière doit se faire par petites surfaces si possible (1, 3 à 5 ha) sans démultiplier les unités de gestion (Tillon, 2009).

Enfin il est important d'adapter au mieux les périodes d'interventions au cycle biologique des Chiroptères. Le risque le plus élevé de mortalité des colonies correspond aux périodes de reproduction; le risque étant considéré comme moyen lors de l'hibernation.

On conseille donc de manière générale d'intervenir lors des périodes de transit : de septembre à décembre; l'envol des juvéniles de la Barbastelle pouvant notamment être tardif (fin août) (Greenaway et Hill, 2004). Il est éventuellement possible d'intervenir au printemps mais il est alors nécessaire de prendre en compte les périodes de nidification des populations d'avifaune présentes dans le peuplement considéré.

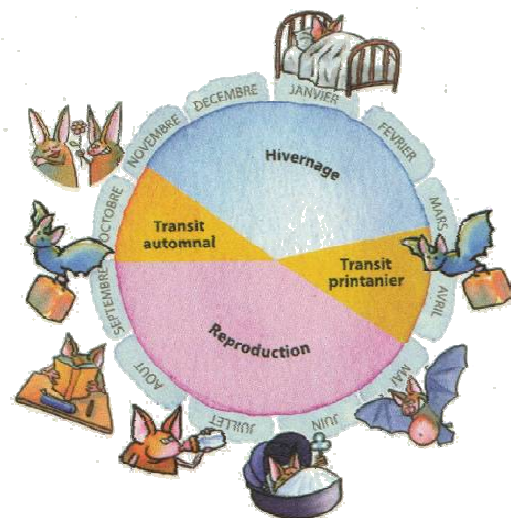


Figure 28 - Le cycle biologique annuel d'une chauve-souris - Source : Issartel et Vincent, 2007

Si on ajoute aux contraintes naturalistes, les contraintes liées à la protection des sols, les périodes d'enneigement ou encore tout simplement de planning, il appartient ici au gestionnaire de fixer des priorités.

→ Maintenir et entretenir les habitats non forestiers

Le maintien et l'entretien de milieux ouverts tels les prairies ou zones humides au sein des peuplements est de même conseillé car il offre une diversité entomologique singulière. Ainsi on peut profiter des tempêtes pour laisser des clairières fonctionner de manière autonome, créer des effets de clairière et s'intéresser particulièrement à la préservation de ripisylves de qualité (Tillon, 2009).

→ Qualité environnementale des exploitations

Les exploitations ne doivent pas être source de pollution ou de destruction de milieux fragiles tels les cours d'eau lors de leur franchissement. Il faut aussi éviter d'utiliser des insecticides ou herbicides en forêt.

→ Favoriser la présence de vieux bois, bois dépérissants ou mort

- **Lors de la gestion courante**

Le besoin en arbres sénescents, à cavité et de gros diamètre nécessite de préserver d'une part un nombre conséquent de tels arbres. Il est alors conseillé de profiter de la présence d'arbres fendus par les vents forts, de maintenir les arbres morts de gros diamètres (diamètre supérieur à 90 cm) (Tillon, 2009). Ces arbres, nommés "arbres bios", doivent être présents à une certaine densité minimale à l'hectare sur l'ensemble des peuplements. Ainsi, en forêt relevant du régime forestier, l'obligation de maintenir au moins un arbre mort par hectare (d'un diamètre supérieur à 35 cm), deux arbres à cavités ou de diamètre supérieur à 65 cm par hectare, un volis ou une chandelle par hectare en cas de chablis et les arbres remarquables (ONF, 2009) offre la possibilité de préserver les arbres-gîtes connus et potentiels en intégrant leurs caractéristiques aux critères de sélection de ces "arbres bios" localisés et marqués lors du martelage.

D'autre part la constitution d'îlots de sénescence ou de vieillissement permet d'assurer la présence de zones de quiétude pour les chiroptères en plus d'une augmentation de l'offre en gîtes.

Afin d'améliorer l'offre alimentaire pour les chiroptères, le bois mort sous toutes ses compositions, états et formes doit ainsi être présent et favorisé au sein des peuplements. En termes de gestion, le caractère dynamique du bois mort ainsi que la mobilité des espèces liée à la durabilité de leur habitat doivent impérativement être pris en compte (Rouveyrol, 2009). Ainsi les notions de diamètre, densité ou volume sont à considérer sans oublier la continuité spatiale et temporelle du bois mort, point crucial qui assure une connectivité des habitats et la présence des différents stades de décomposition au fil du temps.

La préservation d'arbres sénescents et morts connaît encore et toujours des difficultés à être appliquées en gestion. Les préjugés doivent être réfutés tels que la pullulation de ravageurs qui y serait liée. En effet conserver du bois mort augmente le nombre d'organismes décomposeurs mais aussi leurs parasites et prédateurs d'où une diminution de la fréquence et de l'intensité des phénomènes de pullulation des ravageurs. Seuls les peuplements à majorité d'épicéas, où le risque de pullulation de l'Ips typographe est probable, font exception. Il est alors proposé par exemple de laisser une zone tampon entre les peuplements laissés à leur sénescence et les pessières de production (Rouveyrol, 2009). Enfin il faut ainsi éviter l'exploitation systématique des arbres morts sur pied et au sol et bien considérer le gain (ou parfois la perte) économique lié à leur exploitation. Les volumes minimaux de bois mort proposés sont compris entre 5 m³/ha et 20 à 30 m³/ha ou 3 à 5 % du volume sur pied (FRAPNA, LECA et WWF, 2005).

- **La constitution d'un réseau d'îlots de vieillissement et de sénescence**

L'îlot « idéal » de sénescence repose tout d'abord sur la maturité des arbres, on recherche en effet les plus gros diamètres qui permettent d'économiser alors un temps précieux afin d'atteindre les stades de dépérissement le plus tôt possible alors que le volume de bois mort augmentera obligatoirement. En outre les vieux arbres bénéficient à un maximum d'espèces, fourniront le bois mort à moyen terme et sont souvent les plus déficitaires en forêt de montagne. Il est donc conseillé, lors du choix des emplacements des îlots de sénescence, de se baser sur la présence de gros bois et très gros bois feuillus surtout pour l'identification des zones les plus intéressantes mais aussi sur la présence d'arbres à cavités ou arbres secs, de bois mort au sol et présentant une naturalité élevée, c'est-à-dire zones non exploitées depuis au moins 50 ans par exemple.

Leur surface devrait être de quelques hectares (entre 3 et 5 mais toujours supérieur à 0,5 ha), l'idéal étant de varier les surfaces avec une majorité de petits îlots assurant la connectivité du réseau et quelques îlots plus étendus dans les zones moins accessibles. 5 à 10% de la surface forestière serait un but acceptable écologiquement et économiquement à atteindre qui relève plus d'un choix politique et de la bonne volonté du propriétaire (Rouveyrol, 2009). Il est en outre préférable de les situer loin des sentiers et pistes afin d'assurer la quiétude de ces sites et diminuer les problèmes de sécurité (Rouveyrol, 2009 ; Tillon, 2009).

En tenant compte des distances parcourues par les différentes espèces de chiroptères, il est possible d'apporter davantage de précisions. Ces îlots doivent être distants au plus de 1 à 2 km et la

présence d'arbres à cavités entre les îlots s'avère primordiale. De plus, la localisation de ces surfaces doit être évitée au milieu de vastes et jeunes peuplements. Il est en effet important de les positionner au sein d'un massif afin de réaliser un réseau fonctionnel évitant toute isolation d'une colonie.

Ces îlots sont à définir au cœur des parcelles de production et permettront en outre la venue d'autres essences. Il est conseillé de les délimiter précisément et distinctement sur carte et sur le terrain (Tillon, 2009).

Les choix de gestion reposent donc sur une réflexion quant à l'hétérogénéité et la maturité des peuplements ainsi qu'à la présence de zones de quiétude, de bois sénescents et morts et d'habitats diversifiés tels les lisières et clairières sur le long terme.

4.1.3. Chiroptères et traitements sylvicoles

L'ensemble des caractéristiques d'un peuplement favorable aux chiroptères converge vers l'intérêt du traitement irrégulier. Ce traitement permet en effet de travailler en faveur de l'hétérogénéité des peuplements, le mélange des essences et le maintien d'un couvert continu spatialement et temporellement grâce à ses interventions en trouées de surface limitée. Le maintien du bois mort sur pied et au sol, d'arbres à cavités et la préservation d'une ambiance forestière autour de ces arbres s'avèrent aussi plus aisés à réaliser en irrégulier. Une étude réalisée en Belgique a en effet montré qu'un peuplement à canopée continue, au sous-étage important et présentant des cavités adéquates hébergeait des densités d'individus (en gîte ou en chasse) de Murin de Bechstein plus élevées comparé à une chênaie équienne centenaire où la densité de population était faible (Kervyn, 2004, Roué et Barataud, 1999). Ainsi, selon les essences présentes, le passage d'un traitement régulier à l'irrégulier pied par pied ou par parquet est conseillé (Barataud *et al.*, 2009).

Le traitement en taillis-sous-futaie permet aussi de préserver de gros arbres sur le massif ainsi que la présence d'un sous-étage abondant et diversifié (Kervyn, 2004 ; Roué et Barataud, 1999).

Les taillis ne contiennent pas ou peu d'arbres de gros diamètre et sont souvent concernés par des coupes rases sur des surfaces conséquentes. Une gestion par parquets d'un hectare au plus avec une organisation spatiale discontinue couplée à un travail en faveur de l'ensemble des essences présentes naturellement est ainsi recommandée. De plus, lors du marquage de l'affouage, il est conseillé d'essayer de conserver des gros bois feuillus mal conformés.

Les plantations majoritairement monospécifiques d'essences non autochtones, équiennes et sans sous-étage accumulent les difficultés pour les populations de chiroptères. Il est donc conseillé de :

- Maintenir dans la plantation des arbres de la génération précédente ;
- Privilégier les essences autochtones et adaptées à la station ;
- Enrichir le peuplement avec d'autres essences ;
- Favoriser le développement d'un sous-étage ;
- Élargir le gradient d'intensité d'éclaircie pour obtenir des peuplements allant de denses à très clairs ;
- Allonger les rotations ;
- Proscrire l'emploi du décapage et des labours profonds lors des plantations.

Au sein des plantations, il est aussi recommandé (Greenaway et Hill, 2004) de :

- Préserver les peuplements naturels le long des cours d'eau et de ne pas y intervenir sauf cas particuliers (risques d'embâcle, lutte contre les envahissantes...) ;
- Réaliser des interventions sélectives permettant la présence d'un couvert continu ;
- Assurer la connexion entre ces plantations et les peuplements naturels avoisinant par la présence de haies ou de lisières feuillues.

Si le peuplement est essentiellement résineux tels les peuplements de montagne, la sylviculture devrait donc assurer une maturité élevée des peuplements, leur stratification, le maintien d'autres essences et préconisait une gestion par parquet ou bouquets. Les pessières pures par exemple assurent une offre en gîtes après plusieurs décennies et peuvent être un territoire de chasse attractif. Les pinèdes avec un sous-étage feuillu ou des parcelles isolées de feuillus présentent alors des arbres-gîtes et s'avèrent plus accueillantes pour la Barbastelle et le Murin de Bechstein.

✓ À l'échelle d'un massif

Il est aussi intéressant ici de prendre en considération l'évolution naturelle des habitats au sein d'un peuplement. En effet, l'évolution naturelle des peuplements abritant des barbastelles par exemple peut engendrer une modification des gîtes et terrains de chasse utilisés. Les colonies peuvent ainsi être amenées à devoir se déplacer pour retrouver de meilleures conditions de vie. Ce déplacement peut être aidé et limité en assurant la succession d'arbres-gîtes potentiels ainsi qu'un couvert arboré et arbustif suffisant. Une réflexion à large échelle est donc nécessaire à la survie des colonies de parturition. Si l'on raisonne sur une centaine d'années, cette réflexion doit ainsi concerner 5 à 10 fois l'aire du domaine vital d'une colonie de Barbastelle et assurer la succession des différentes classes d'âges et structure sur des surfaces réduites permettant des déplacements sur de petites distances (Greenaway et Hill, 2004).

La protection et la gestion des biotopes de chasse doit se baser sur leur accessibilité (notamment la distance au gîte) et sur leur disponibilité en proies. Ainsi trois paramètres sont à prendre en compte : les préférences pour les stations, le rayon d'action d'un individu ainsi que le territoire minimal viable d'une population. Voici les ordres de grandeurs de l'étendue de domaines vitaux et des distances parcourues connus à ce jour (Arthur et Lemaire, 2009 ; CPEPESC Lorraine 2009, Dietz *et al.* 2009) :

Espèce	Dimension du territoire de chasse individuel	Domaine vital moyen d'une colonie	Distance du territoire de chasse au gîte
Murin de Bechstein	5 à 100 ha	100 à 500 ha	100 m à 5 km
Barbastelle d'Europe	11 à 60 ha	70 à 300 ha	< 1 km pour les mâles 3 à 4,5 km pour les femelles

Figure 29 - Distances parcourues et étendues exploitées par les individus et colonies du Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe

✓ À l'échelle du paysage

Une réflexion à l'échelle du paysage est primordiale à intégrer lors de la préservation de chiroptères. La Barbastelle, espèce de lisière, ne semble pas trop sensible à la fragmentation des habitats (Kerth *et al.*, sous presse dans Roué et Barataud, 1999 ; Melber, 2009 dans Tillon, 2009). En revanche, le Murin de Bechstein l'est particulièrement (Tillon, 2009).

Le domaine vital d'une colonie de chauve-souris est plus ou moins vaste selon les espèces et intègre divers habitats et éléments linéaires qui ont toute leur importance en tant que terrains de chasse ou repères lors des déplacements entre gîtes ou terrains de chasse.

Ainsi outre leur utilisation en tant que terrain de chasse, les éléments linéaires naturels tels les haies, lisières ou ripisylves semblent essentiels pour une colonie qui peut être très territoriale et fidèle à ses terrains de chasse et gîtes au fil des années. La préservation, la création et l'entretien de corridors biologiques sont importants à intégrer à l'échelle du domaine vital des colonies et permet ainsi de maintenir des connexions entre les zones de gîtes ou les peuplements et massifs présents au sein d'un domaine vital. La création de lisières feuillues le long des plantations peut par exemple être recommandée.

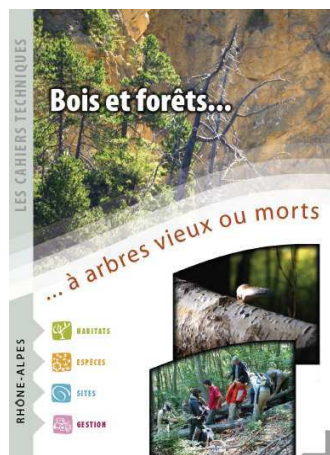
Concernant particulièrement la Barbastelle, la protection de vastes secteurs de forêts naturelles est essentielle certes mais tout autant que la restauration des interconnexions entre les peuplements.

Le maintien des prairies naturelles ou encore l'exploitation extensive des pelouses sèches, l'entretien et la création de vergers extensifs enherbés, de haies et de lisières forestières sont autant de mesures favorables et à réfléchir à l'échelle du paysage et de l'organisation du territoire. Le maintien de grandes structures paysagères non fragmentées et de leur réseau ainsi que le renoncement de l'utilisation à grande échelle de pesticides constituent encore les grandes lignes de la préservation de la biodiversité en général et s'appliquent de même pour la préservation des chiroptères.

La préservation des chiroptères en milieu forestier s'avère délicate puisqu'elle repose sur la qualité générale des peuplements forestiers présents. Ainsi une vulgarisation de ces connaissances semble particulièrement importante afin d'intégrer l'écologie complexe de ces mammifères lors des choix de gestion.

4.2. Réalisation d'un cahier technique sur la gestion sylvicole en faveur des Chiroptères

4.2.1. Les cahiers techniques du conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels et contexte



Le Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels (CREN) publie actuellement une collection des cahiers techniques basée sur des **exemples concrets et détaillés de gestion du patrimoine naturel de Rhône-Alpes à destination d'un public technique**. Ils s'appuient sur des résultats de suivis scientifiques obtenus sur divers sites et mettent en avant la prise en compte d'espèces à haute valeur patrimoniale dans la gestion d'habitats remarquables. Ainsi de nombreuses publications ont déjà vu le jour par l'intermédiaire de ce conservatoire et traitaient par exemple des forêts alluviales, tourbières alcalines ou encore des bois et forêts à arbres vieux ou morts (CREN, 2010).

Figure 30 - Couverture du cahier technique « Bois et forêts à arbres vieux ou morts » aux éditions du CREN Rhône-Alpes

La réalisation d'un cahier technique aux éditions du CREN s'inscrit dans le cadre du plan d'actions en faveur des Chiroptères en Rhône-Alpes qui cible l'amélioration des connaissances et leur vulgarisation pour la Barbastelle et le Murin de Bechstein. Les destinataires de ce guide seront donc les gestionnaires forestiers et des milieux naturels mais aussi les coopératives et exploitants forestiers. Les échéances de publication sont fixées à la fin 2011 – début 2012. Enfin la première moitié du cahier technique devrait être dédiée à la présentation des espèces, des habitats concernés et des pistes d'études existants en Rhône-Alpes. La seconde moitié du guide sera consacrée à la gestion forestière.

4.2.2. Constitution d'un comité de suivi de la réalisation du cahier technique

La volonté du CORA Faune Sauvage, qui est le principal rédacteur de ce cahier technique, est de réaliser un ouvrage permettant de sensibiliser les gestionnaires et propriétaires forestiers aux enjeux de conservation des chiroptères au sein des peuplements forestiers. L'accent est aussi particulièrement mis sur l'importance de **proposer des suggestions concrètes et proches de la réalité du terrain**. Aujourd'hui, les priorités et points de vue des naturalistes d'une part et des forestiers d'autre part peuvent apporter certains clivages qui sont souvent issus d'une méconnaissance des enjeux naturalistes ou forestiers. Ainsi la réalisation d'un cahier technique apportant **connaissances, réflexions, conseils et solutions adaptées est primordiale** afin de sensibiliser un maximum de gestionnaires ou propriétaires forestiers.

Le CORA Faune Sauvage étant une association de naturalistes, un comité de suivi de réalisation du cahier technique a donc été constitué afin d'assurer la richesse et l'exactitude du futur ouvrage. Ce comité réunit ainsi, en plus de chiroptérologues, des gestionnaires de la forêt publique (ONF), privée (CRPF, experts, Pro Silva), des milieux naturels protégés (parc national des Écrins), des chercheurs (CEMAGREF, AgroParisTech-ENGREF), des enseignants (CEFA de Montélimar) ainsi que des organismes œuvrant pour la préservation de forêts en libre évolution et de la biodiversité (REFORA, WWF France) ou encore des représentants de la région sur la thématique forêt et filière-bois (région Rhône-Alpes).

Ce comité a déjà été réuni à deux reprises (courant mai puis septembre 2010). Ces réunions ont permis de présenter les connaissances actuelles des populations de chiroptères en Rhône-Alpes ainsi que l'étude réalisée lors de mon stage. Le plan et contenu du cahier technique a de plus été bien discuté et précisé.

4.2.3. Réflexions et réalisation du plan

L'édition de l'ouvrage au CREN implique le suivi d'un plan type composé de 4 parties : Espèces, Habitats, Sites, Gestion. L'ensemble du plan détaillé figure en annexe 23.

Annexe 23. Plan détaillé du futur cahier technique « Gestion forestière en faveur des Chiroptères »

Il est primordial dans ce cahier technique de bien présenter les espèces et habitats concernés et de cibler les enjeux, sensibilités et vulnérabilités des chiroptères face à la gestion forestière. Le but n'est pas ici de proposer une mise sous cloche systématique mais de traiter la problématique dans son ensemble et aux différentes étapes de la gestion forestière. Il paraissait aussi important de mentionner les autres espèces de Chiroptère ainsi que l'avifaune et les mammifères inféodés aux milieux forestiers afin de montrer que les enjeux cités concernent la biodiversité dans son ensemble. Le but espéré ici est que **le gestionnaire ou propriétaire soit capable, à la suite de la lecture du cahier technique, d'intégrer le minimum à faire pour accueillir des chiroptères au sein de son peuplement.**

Cet ouvrage vise ainsi à offrir la possibilité aux gestionnaires et propriétaires d'intégrer l'enjeu de préservation des chiroptères lors de leurs choix de gestion et de la réalisation des interventions sylvicoles.

CONCLUSION

L'étude de la biologie des espèces, afin de mieux les protéger et d'assurer la stabilité et la croissance de leur population constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans le domaine de la conservation de la biodiversité. Cette mission ne peut donc être menée à bien sans l'étude des habitats et la connaissance du fonctionnement et de la dynamique des écosystèmes auxquels sont inféodées ces espèces menacées. Ainsi cette étude se base sur les connaissances existantes des populations de Chiroptères en Rhône-Alpes et avait pour objectif de déterminer la sélection exercée par le Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe sur les habitats forestiers de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard.

Les Chiroptères s'avèrent délicats à étudier, que ce soit en termes d'évaluation de l'état des populations ou de détermination des habitats qui leur sont favorables. Ces mammifères aux mœurs singulières sont en effet très sensibles à la qualité générale de l'ensemble des milieux naturels puisque, suivant la période de leur cycle biologique, ils gîtent ou chassent dans des milieux variés (gîtes cavernicoles en hiver et arboricoles en été par exemple).

L'étude des espèces de Chiroptères considérés comme forestiers permet donc de s'intéresser d'une part aux caractéristiques des peuplements et milieux forestiers utilisés pour le gîte et pour la chasse et d'autre part aux impacts de la gestion sylvicole sur ces populations de chiroptères.

L'étude réalisée repose donc en premier lieu sur l'état des connaissances des peuplements forestiers abritant ces deux espèces. Cette première étape a permis de déterminer les caractéristiques des peuplements à décrire sur les terrains de chasse et d'élaborer un protocole de description utilisant les mesures couramment employées lors d'inventaire forestier ou de description d'espaces naturels protégés. Le Murin de Bechstein et la Barbastelle d'Europe chassant respectivement préférentiellement dans les peuplements et en lisière, deux protocoles ont été réalisés. La description des lisières a demandé d'adapter les méthodes de relevé à la linéarité de la mesure grâce à la méthode de l'inventaire à angle fixe le long d'une ligne, méthode décrite et critiquée précisément dans ce rapport.

La description des terrains de chasse et des placettes situées aléatoirement a ensuite donné lieu à la caractérisation des milieux forestiers présents et disponibles et la détermination d'une ou plusieurs sélections, si elles existaient.

Le regroupement de données et la création d'indicateurs ont permis d'obtenir des variables synthétiques tout en gardant une bonne précision dans la description des milieux forestiers.

Les analyses statistiques se sont faites en deux étapes. La première a permis à travers la réalisation d'ACP et d'AFCM de déterminer et sélectionner les variables caractérisant le mieux les milieux forestiers. La seconde étape a reposé sur la modélisation du temps passé en activité de chasse par les chiroptères en fonction de ces variables sélectionnées grâce à la méthode des GLM.

Ces analyses ont donc été réalisées pour les deux espèces et sur les deux sites. Différents cas de figure ont donc été étudiés selon que l'on s'intéressait aux peuplements, aux lisières ou aux deux milieux forestiers simultanément ainsi qu'à une ou deux espèces ou sur un ou deux sites. Cette multiplicité des cas à étudier était nécessaire afin de réaliser un travail précis sur la biologie des espèces et les caractéristiques des habitats concernés mais a aussi beaucoup réduit la taille des jeux de données disponibles bien que le travail de terrain fût déjà conséquent. Ainsi la qualité et fiabilité des analyses statistiques ne permettent pas systématiquement d'en déduire des résultats concrets et certains. Cependant des tendances ont pu être observées comme l'importance de la maturité ou de la stratification des peuplements pour le Murin de Bechstein ou du type de traitement pour la Barbastelle. Les résultats sur le bois mort sont en revanche en contradiction avec la littérature et les connaissances actuelles, on envisage la présence d'un biais issu de la méthodologie d'inventaire ou de la forte variabilité des mesures effectuées. À grande échelle et en considérant les deux espèces, l'ensemble des caractéristiques des milieux forestiers semblent avoir de l'importance. Ainsi la préservation des Chiroptères à l'échelle du massif repose sur une réflexion globale s'intéressant à la structure et composition du peuplement.

Les résultats de cette étude ont bien sûr été comparés à la littérature existante. Cet état des lieux des caractéristiques des peuplements forestiers favorables aux chiroptères a permis en dernière partie de ce rapport de faire le point sur l'impact de la gestion sylvicole sur leurs populations et donc de proposer des modalités de gestion qui leur sont favorables, ou en tout cas ne les menaçant peu. Cet état des connaissances et l'ensemble de ces propositions forment la base de la réalisation d'un cahier technique sur la gestion sylvicole et la préservation des chiroptères en milieu forestier, qui paraîtra dans la collection du CREN fin 2011.

Cette étude constitue un pas supplémentaire vers l'amélioration des connaissances de la biologie du Murin de Bechstein et de la Barbastelle d'Europe et de leurs habitats de chasse. Les associations de naturalistes telles que le CORA Faune sauvage réalisent un travail de terrain aux conditions difficiles tout à fait conséquent et permettent à travers leurs études une connaissance de plus en plus étendue et précise des populations de Chiroptères et de leurs habitats. La protection de sites à fort enjeu Chiroptère reposant sur ces connaissances a ainsi pu être réalisée, en Rhône-Alpes notamment, et repose sur la fermeture de grotte ou encore la préservation d'arbres-gîtes. Cette prospection et l'étude de populations s'accompagnent aussi d'activités de sensibilisation du public. En milieu forestier, la préservation des terrains de chasse est particulièrement délicate à bien mener. Le manque d'études, la nécessité d'une réflexion à l'échelle des massifs et sur l'ensemble des caractéristiques des peuplements et la diversité des propriétaires, gestionnaires et acteurs du monde sylvicole apportent donc toute la complexité de cet enjeu de préservation des chiroptères en milieu forestier. Ainsi l'étude proposée ici a le mérite de s'attaquer à ce sujet et de proposer un protocole de description adapté aux terrains de chasse forestiers de chiroptères. L'ensemble des données disponibles issues des radiopistages en France ou en Rhône-Alpes pourraient faire l'objet d'une étude scientifique plus conséquente comme une thèse. À défaut d'opportunité de réalisation d'un travail de cette envergure, il reste à espérer que mon travail servira aux futures études et qu'une homogénéité d'approche, de méthodologie de description, d'échantillonnage et d'analyses permettra des comparaisons de résultats fructueuses.

La réalisation du cahier technique a quant à elle l'objectif de mettre à disposition du monde forestier les connaissances actuelles concernant les chiroptères et donc de conseiller l'ensemble des forestiers dans leur choix de gestion, réflexions et conseils applicables dès aujourd'hui pour assurer la pérennité de ces mammifères singuliers, conseils qui seront donc à actualiser au fur et à mesure de l'avancement des études et connaissances.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARTHUR L. et LEMAIRE M. 2009 - Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse – Publications scientifiques du Muséum, Biotopie Editions, Mèze (collection Parthénope), MNHN - Paris, 544 p.

BARATAUD M. 2004 – Relationship of *Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774) sonar with its habitat and prey – *Le Rhinolophe* 17, p.87-100.

BARATAUD M., GRANDÉMANGE F., DURANEL A. et LUGONA. 2009 - Etude d'une colonie de mise-bas de *Myotis bechsteinii* Kuhl, 1817 – Sélection des gîtes et des habitats de chasse, régime alimentaire, implications dans la gestion de l'habitat forestier – *Le Rhinolophe* 18, p.83-112.

CALENGE C. 2006 – The package adehabitat for the R software : a tool for the analysis of space and habitat use by animals - Ecological Modelling, sous presse.

CAVALHERI E., FEBVRE V., FERTIN H., FIORINA L., HARENG J., HERVOUET A., MICHEL A., LACUISSE D., LAVIEILLE C., MACIEJEWSKI L. et VUINEE L. 2009 - Etude de l'impact du changement climatique sur les essences forestières et les espèces herbacées rares - Etudiants en spécialisation « Gestion des milieux naturels » AgroParisTech-ENGREF, Module Analyse spatiale et temporelle des espèces et des communautés, encadré par Piedallu C. et Perez V., 323 p.

CEMAGREF, CRPF Rhône-Alpes et ONF, 2006 – Guide de sylviculture de montagne : Alpes du Nord françaises – Gauquelin X. et Courbaud B. (coord.) – 289 p.

CENTRE RÉGIONAL DE LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE DE NORMANDIE – Brochures sur la gestion forestière en faveur du Pic cendré, du Pic noir et du Pic mar ; url : <http://www.crpfn.fr>, consulté en juin 2010.

CHAUVIN H. 2010 – Etude des gîtes et des territoires de chasse de la Barbastelle, *Barbastella barbastellus*, en forêts domaniale de l'Aigoual, en vue d'une gestion forestière conservatoire, Rapport de stage, Master 2 « Expertise Faune Flore, inventaire et indicateurs de biodiversité », Université Pierre et Marie Curie Paris, 30 p.

CONSERVATOIRE RHÔNE-ALPES DES ESPACES NATURELS, url : <http://www.cren-rhonealpes.fr>, consulté en août 2010.

CPEPESC Lorraine 2009 – La Barbastelle d'Europe – *Barbastella barbastellus* et Le Vespertilion de Bechstein – *Myotis bechsteinii* - Connaître et protéger les Chauves-souris de Lorraine – Schwaab F., Knochel A. et Jouan D. (coord.), Ciconia, 33 (N.sp.) : p. 293-316 et 491-512.

CRAWLEY M.J. 2007 – The R Book – John Wiley & Sons Ltd., 942 p.

CRPF Rhône-Alpes, 2005 – Schéma régional de gestion sylvicole des forêts privées de Rhône-Alpes : pour une gestion et un développement durables, 55 p.

DIETZ C., VON HELVERSEN O. et DIETMAR N. 2009 - L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord – Les encyclopédies du naturaliste, Delachaux et Niestlé, 399 p.

FRAPNA, LECA et WWF 2005 – Bois mort et à cavités : une clé pour des forêts vivantes – Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R. et Rambaud D. (coord.) – Editions Tec et Doc, 396 p.

GAUCHER A. 2009 – Le Murin de Bechstein – *Myotis bechsteini*, la Barbastelle d'Europe – *Barbastella barbastellus* : Sélection de l'habitat : méthodologies et premiers résultats en Rhône-Alpes

– Rapport de stage, MASTER 2 « Ecologie des ressources naturelles et développement durable », Institut de biologie et d'écologie appliquée d'Angers, 53 p.

GIRARD-CLAUDON J. et VINCENT S. 2008– Etudes des gîtes et habitats de chasse de la Barbastelle *Barbastella barbastellus* dans l'avant-pays savoyard, en vue de sa conservation – Groupe Chiroptères Rhône-Alpes – CORA FS, 49 p.

GOSELIN M., VALADON A., BERGES L., DUMA Y., GOSELIN F., BALTZINGER C., et ARCHAUX F. 2006 – Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations – Convention ONF et CEMAGREF – Action 5 : Biodiversité et gestion forestière, 161 p.

GREENAWAY F. et HILL D. 2004 - Woodland management advice for Bechstein's bat and Barbastelle bat - English Nature Research Reports 658, 30 p.

GROUPE CHIROPTERES RHONE-ALPES CORA Faune Sauvage 2008 – Plan de restauration des Chiroptères en Rhône-Alpes 2008-2010, 34 p.

HAYE S. 2006 – Mise en place d'un protocole d'évaluation de la naturalité des forêts gérées en irrégulier – Mémoire de fin d'études, 14^e promotion Formation des ingénieurs forestiers, ENGREF-Nancy 78 p.

ISSARTEL G. et VINCENT S. 2007 - Les gîtes cavernicoles à chauves-souris, Collection «Les cahiers techniques » du conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels, Faverot P. (coord.), 15 p.

KANUCH P., DANKO S., CELUCH M., KRISTIN A., PJENCAK P., MATIS S. et SMIDT J. 2008 - Relating bat species presence to habitat features in natural forests of Slovakia (Central Europe) - *Mamm. biol.* 73, p.147–155

KERTH G., WAGNER M., WEISSMAN K. et KOENIG B. 2002 - Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz – Dans : Abschlussbericht des Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F+E) « Untersuchungen zur Ökologie von Fledermäusen in Wäldern unter besonderer Berücksichtigung wandernder Arten und Formulierung von Empfehlungen für ihren Schutz », Deutschen Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

KERVYN T. 2004 - Résumé du colloque sur la gestion forestière en faveur des chauves-souris - 16 et 17 septembre 2004, Université de Bournemouth, Angleterre, Centre de Recherche de la Nature, des Forêts et du Bois de Wallonie.

LUSTART P. 2001 - Les territoires de chasse des chiroptères de la forêt de Fontainebleau - *Le Rhinolophe* 15, p.167-173.

MESCHEDE A. et HELLER K.-G. 2003 – Ecologie et protection des chauves-souris en milieu forestier - *Le Rhinolophe* 16, 248 p.

MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER 2005 - Protocole de suivi d'espaces naturels protégés - Bruciamacchie M. (coord.), site internet : <http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Protocole.pdf>, consulté en mars 2010

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS 2009 – Instructions INS-09-T-71 « Conservation de la biodiversité dans la gestion courante des forêts publiques »

PENICAUD P. 2000 – Les chauves-souris et les arbres – Connaissance et protection – Plaquette du SFPEM

PRO SILVA FRANCE ET PARC NATUREL RÉGIONAL DES VOSGES DU NORD 2003 – Brochure « Critères Ecologiques et notation écologique d'un arbre », url : http://www.prosilva.fr/brochures/brochure_CriteresNaturalistes.pdf, consulté en février 2010.

RAKOTOMALALA R. 2009 – Pratique de la régression logistique – Régression logistique binaire et polytomique Version 2.0 – Université Lumière Lyon 2, 272 p.

ROUE S. et BARATAUD M. 1999 - Habitats et activités de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice - *Le Rhinolophe* vol. spéc.(2), p.111-116.

ROUVEYROL P. 2009 - Caractérisation d'un îlot idéal de vieux arbres en forêt de montagne – Etat des connaissances et synthèse pour la réalisation d'un guide de gestion – Mémoire de fin d'études, 16^e promotion Formation des ingénieurs forestiers 2005-2009, 185 p.

ROUVIERE L. 2009 – Régression sur variables catégorielles – Université Rennes 2, 71p. - Disponible sur le site www.sites.univ-rennes2.fr, consulté en juillet 2010.

RUSSO D., CISTRONE L., JONES G. et MAZZOLENI S. 2004 - Roost selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*, Chiroptera: Vespertilionidae) in beech woodlands of central Italy : consequences for conservation – *Biological conservation* 117, p.73-81

RUSSO D., CISTRONE L. et JONES G. 2005 - Spatial and temporal patterns of roost use by tree-dwelling barbastelle bats *Barbastella barbastellus* - *Ecography* 28, p.769-776.

RUSSO D., CISTRONE L. et JONES G. 2007 - Emergence time in forest bats: the influence of canopy closure, *Acta Oecologica*, p.1-8, doi:10.1016/j.actao.2006.11.001.

SERVICE FORESTIER DU BAS-VALAIS, 2009 – Document d'aide pour la gestion des lisières forestières - Biodiversité en forêt - Objectif 2 : Réseaux Lisières prioritaires.

SIERRO A. 1994 - Ecologie estivale d'une population de Barbastelles (*B. barbastellus*, Schreber 1774) au Mont Chemin (Valais) : sélection de l'habitat, régime alimentaire et niche écologique - Travail de diplôme Univ. Neuchâtel. 78 p.

SIERRO A. et ARLETTAZ R. 1997 - Barbastelle bats (*Barbastella* spp.) specialize in the predation of moths: implications for foraging tactics and conservation - *Acta Oecologica* 18 (2), p. 91-106.

TAPIERO A. à paraître - Dossier Biodiversité : Chauves-souris et la gestion forestière, Forêts de France

THIERSANT M.-P. De et DELIRY C. (coord.) 2008 – Liste rouge des Vertébrés Terrestres de la région Rhône-Alpes – CORA Faune Sauvage, Région Rhône-Alpes, 283 p.

TILLON L. 2009 – Biologie, écologie et perception du paysage par les Chiroptères : Les chauves-souris : Qui sont-elles ? Où et comment vivent-elles ? - ONF DEDD Département Biodiversité, Formation « Les Chiroptères et la gestion forestière », Rambouillet, 12 – 15 mai 2009, 88 p.

TREMAUVILLE Y. 1990 - Capture de criquets par un Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteini*) - *Petit Lérot*, 33, p.8.

UNIVERSITÉ DE L'ÉTAT DE PENNSYLVANIE – Analysis of discrete Data : Lesson 7 : GLM and Poisson regression, url : http://www.stat.psu.edu/online/courses/stat504/07_poisson/, consulté en juillet 2010

LISTE DES CONTACTS

Nom	Prénom	Organisme	Poste	Coordonnées	Adresse mail
André	Jean	Université de Savoie REFORA		UMR-CNRS 5553 LECA 73376 Le Bourget du Lac cedex 04 79 75 88 91	je.andre@free.fr
Borel	Christophe	CPEPESC		Parc de loisirs de la Forêt de Haye Bat. 150 Allée des Bureaux 54840 Velaine-en-Haye 03 83 23 19 48	borel.christophe@gmail.com
Boudot	Didier	ONF	Responsable d'unité territoriale	UT Die-Saillans 04 72 31 84 50	didier.boudot@onf.fr
Bruciamacchie	Max	Agroparistech -ENGREF	Enseignant	14 rue Girardet CS 4216 54 042 Nancy 03 83 39 68 51	max.bruciamacchie@engref.agroparistech.fr
Bugnot	Jean-Loup	Pro Silva	Expert forestier	04 74 24 07 42	jl.bugnot@foret-bois.com
Chantepy	Christophe	DDAF de la Drôme	Forêt et filière bois	33 avenue de Romans BP 2145 26021 VALENCE Cedex 04 75 82 51 15 04 75 82 51 15	christophe.chantepy@drome.gouv.fr
Chauvin	Christophe	CEMAGREF	Ingénieur- chercheur : gestion intégrée des forêts	2 rue de la papeterie BP 76 38402 Saint Martin d'Hères Cedex 04 76 76 27 72	christophe.chauvin@cemagref.fr
Dodelin	Benoît	Bureau d'études		40 av. Jean Jaures 69 007 Lyon	benoit.dodelin@laposte.net
Farny	Gilles	Parc national des Ecrins	Responsable Faune	Domaine de Charance 05000 Gap 04 92 40 20 10	gilles.farny@ecrins-parcnational.fr
Faverot	Pascal	Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels	Chargé secteur communication	Maison Forte, 2 rue des Vallières 69390 Vourles 04 72 31 84 50	pascal.faverot@espaces-naturels.fr
Givors	Alain	Pro Silva	Expert forestier	144, av Jacques Dupré 07170 Villeneuve de Berg 04 75 94 34 50	alain.givors@orange.fr
Jouan	Dorothee	CPEPESC		Parc de loisirs de la Forêt de Haye Bat. 150 Allée des Bureaux 54840 Velaine-en-Haye 03 83 23 19 48	dj.cpepesc.lorraine@gmail.com
Laguet	Sébastien	ONF	Agence Savoie - Agent patrimonial – Responsable Faune	Maison forestière 113, rue général Dunoyer 73 290 La Motte Servolex 04 79 25 96 80	sebastien.laguet@onf.fr
Laurent	Joanny	ONF	Responsable d'unité territoriale Tricastin- Barronies	UT Tricastin-Baronnies 04 90 28 89 50	joanny.laurent@onf.fr

Louis	Jean-Claude	ONF	Agence Haute-Savoie - Agent patrimonial et réseau mammifères	Maison forestière de la Motte 1570 route de Servoz 74 190 Passy 04 50 78 08 15	jean-claude.louis@onf.fr
Massonat	Bernard	ONF	Responsable d'unité territoriale	Maison forestière 1812 RN 6 73490 La Ravoire 04 79 72 90 26	bernard.massonat@onf.fr
Parrain	Nicolas	CEFA école forestière	Enseignant	103, Av. de Rochemaure 26200 Montélimar 04 75 01 34 94	nicolas.parrain@wanadoo.fr
Rolland	Bruno	CRPF Rhône-Alpes	Ingénieur environnement - qualité - communication	Parc de Crécy 18 avenue du Général de Gaulle 69 771 St-Didier au Mont d'Or 04 72 53 60 90	bruno.rolland@crpf.fr
Schwaab	François	CIRIL	Directeur	Centre Interuniversitaire de Ressources Informatiques de Lorraine Rue du Doyen Roubault 54500 Vandoeuvre-Les-Nancy 03 83 68 24 07	francois.schwaab@ciril.fr
Tillon	Laurent	ONF	Département Biodiversité - Responsable faune et petits mammifères	3 rue Groussay 78120 Rambouillet 01 40 19 80 38	laurent.tillon@onf.fr
Tomasini	Julien	AFI		24, Quai Vauban 25000 Besançon 09 51 21 45 48	julien.tomasini@prosilva.fr
Traversier	Jean-Louis	ONF Agence Drôme-Ardèche	Responsable Environnement Foncier et Chasse	16 rue la Pérouse - BP 919 26009 Valence cedex 04 75 82 15 52	jean-louis.traversier@onf.fr
Vallauri	Daniel	WWF France		6 rue des Fabres 13001 Marseille 04 96 11 69 45	dvallauri@wwf.fr
Vinet	Olivier	ONF Lozère	Coordinateur du bureau d'études territorial	Agence Lozère 5 av. de Mirandol 48000 Mende 04 66 65 63 00	olivier.vinet@onf.fr
Wlerick	Lise	ONF	Direction territoriale Rhône-Alpes Responsable service environnement	42 quai Charles Roissard 73 026 Chambéry 04 79 69 96 34	lise.wlerick@onf.fr

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 -	Description de la technique du radiopistage	71
ANNEXE 2 -	Présentation générale de l'étude réalisée dans l'avant-pays savoyard.....	73
ANNEXE 3 -	Présentation générale de l'étude réalisée en Drôme provençale	75
ANNEXE 4 -	Description de lisière par la méthode d'inventaire à angle fixe le long d'une ligne : description et critiques	76
ANNEXE 5 -	Protocole de description des peuplements forestiers et des lisières forestières exploités lors de l'activité de chasse du Murin de Bechstein et de la Barbastelle	80
ANNEXE 6 -	Méthodologie de cartographie des habitats des domaines vitaux des colonies..	97
ANNEXE 7 -	Carte des terrains de chasse à décrire.....	100
ANNEXE 8 -	Méthodes et formules de calcul pour le traitement des données.....	101
ANNEXE 9 -	Création d'indicateurs : composition en essence	103
ANNEXE 10 -	Création d'indicateurs : stratification des peuplements	104
ANNEXE 11 -	Création d'indicateurs : quantité et nature du bois mort	105
ANNEXE 12 -	Principes des ACP, AFCM et test de Hill et Smith.....	107
ANNEXE 13 -	Présentation des GLM suivant la loi de Poisson.....	110
ANNEXE 14 -	Description des peuplements forestiers et des lisières de la Drôme provençale	115
ANNEXE 15 -	Description des peuplements forestiers et des lisières de l'avant-pays savoyard	129
ANNEXE 16 -	Étude des corrélations entre les variables	142
ANNEXE 17 -	Graphiques des corrélations entre les variables	145
ANNEXE 18 -	Résultats détaillés des ACP, AFCM et test de Hill et Smith.....	150
ANNEXE 19 -	Tableaux récapitulatifs des résultats des GLM	173
ANNEXE 20 -	Modélisation du temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein	176
ANNEXE 21 -	Modélisation du temps passé en activité de chasse par la Barbastelle.....	186
ANNEXE 22 -	Modélisation du temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein et la Barbastelle	194
ANNEXE 23 -	Plan détaillé du futur cahier technique « Gestion forestière en faveur des Chiroptères »	200

ANNEXE 1 - DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE DU RADIOPISTAGE

Cette méthode de suivi permet d'obtenir des résultats précis quant à la localisation des gîtes, des trajets et des terrains de chasse des individus équipés et suivis.

➤ **Équipement et suivi des individus**

La première étape consiste ainsi à capturer et équiper des individus. Une fois capturé (par la méthode décrite ci-dessus), chaque animal est équipé d'un émetteur omnidirectionnel VHF activé (*Very High Frequency*) qui émet à une fréquence déterminée qui lui est propre.



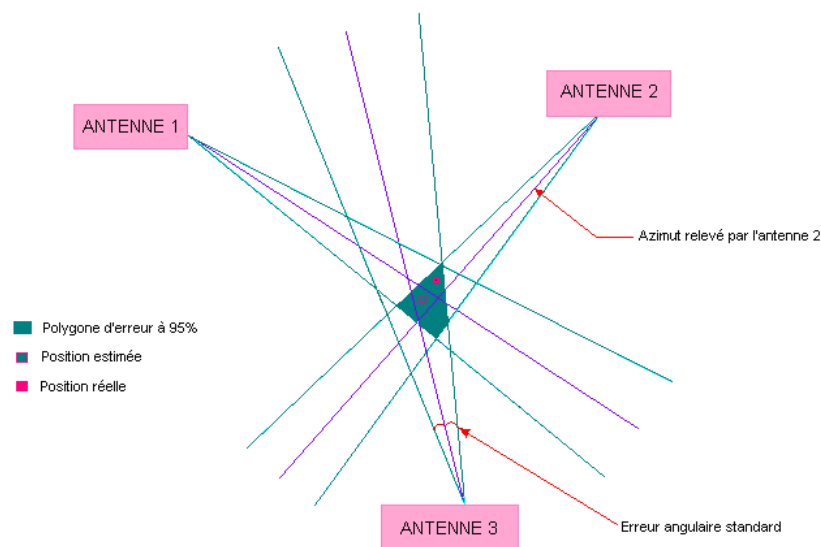
L'équipement de l'animal se fait par une tonsure légère d'environ 1 cm de long sur le dos et sur laquelle l'émetteur est maintenu grâce à une colle spéciale non toxique pour les animaux. Afin de ne pas gêner ou nuire à l'animal équipé, le poids de l'émetteur ne doit pas dépasser 5 à 10% du poids de l'individu équipé (Aldridge, 1988 ; Kenward, 1987 et Bontadina *et al.*, 2002 dans Gaucher 2009). Enfin on espère le plus souvent que cet émetteur restera fixé à l'animal pendant 15 jours.

Barbastelle équipée d'un émetteur (Photo : R.Letscher)

Le suivi peut alors commencer. Dès le crépuscule et la sortie de gîte des individus équipés, l'utilisation d'antenne directionnelle propageant un signal régulier permet de retrouver et suivre l'individu sur le terrain. Ce suivi fait appel à deux techniques : la triangulation d'azimuts synchrones et le « Homing-In ».

Le radiopistage nécessite la présence de plusieurs équipes (au minimum 3), munies de récepteur, antenne, boussole et GPS. Elles captent à distance le signal de l'émetteur des individus équipés et relèvent un azimut (l'angle entre la direction de l'animal et le Nord). La disposition stratégique des équipes sur le terrain, tels les points hauts permettant une vue dégagée sur la zone étudiée, et la prise d'azimuts synchrones toutes les 5 minutes permet ensuite, par un croisement de ces azimuts, d'estimer la position de l'animal. Chaque azimut connaît une erreur angulaire liée au matériel, à l'observateur, au relief ou bien aux conditions climatiques. On estime alors que l'émetteur se situe dans l'aire délimitée par l'intersection des angles obtenus, aire appelée « polygone d'erreur ».

Les positions obtenues renseignent ainsi sur les voies de déplacement des individus, les distances parcourues, les secteurs fréquentés et l'étendu des domaines vitaux.



Estimation de la position d'un animal par la triangulation d'azimuts synchrones

La méthode du « Homing-in », ou HI, permet quant à elle de situer précisément l'individu suivi. Lors du radiopistage, une équipe peut en effet être menée à s'approcher le plus possible d'un individu suivi qui reste sur une zone spécifique et semble ainsi être en activité de chasse. Ainsi lorsque le signal du récepteur est particulièrement fort et de qualité, on considère être en HI. Localisation pouvant être plus ou moins longues (de quelques minutes à plusieurs heures), elle est donc considérée comme un terrain de chasse de l'individu suivi. Compte-tenu de la précision du matériel, la précision de ce type de localisation est estimée à 25 m.

Le suivi se poursuit ensuite la journée et permet de retrouver les individus et découvrir leurs gîtes.

➤ **Résultats**

Technique demandant un fort investissement humain et financier, ses résultats dépendent de nombreux paramètres plus ou moins contrôlables. Ainsi le résultat des captures préliminaires au suivi, la tenue des émetteurs ou encore les conditions météorologiques et topographiques constituent ces conditions permettant le bon suivi des populations.

Un traitement de l'ensemble des localisations obtenues par individu et pour une même colonie permet de définir leur domaine vital respectif. La méthode utilisée ici est celle du Polygone convexe minimum (PCM) et consiste à former le plus petit polygone possible à partir des points de localisation. Le domaine vital d'un individu est ainsi tracé entre ses localisations extrêmes.

Le radiopistage permet ainsi de connaître ou estimer le domaine vital des individus et colonies, leurs routes de vol et leurs terrains de chasse de manière plus ou moins exhaustive suivant les conditions et la qualité de la réalisation de la phase de terrain.

ANNEXE 2 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE RÉALISÉE DANS L'AVANT-PAYS SAVOYARD



Délimitée à l'est par la chaîne de l'Epine et à l'ouest par le Rhône, cette région de basses montagnes a une altitude moyenne comprise entre 500 et 600 mètres. La chaîne de l'Epine culmine à 1500 m et la vallée du Rhône est située aux alentours de 200 m d'altitude.

Carte de l'Avant-pays savoyard
Source : <http://jmcp.chez-alice.fr>

Le paysage est de type bocager avec un recouvrement important de peuplements feuillus. Les milieux ouverts sont principalement des prairies de fauche ou de pâture. Dans le lit majeur du Rhône la populiculture et la maïsiculture occupent une majeure partie des terres agricoles (Gaucher, 2009).

Vue sur l'Avant-pays savoyard
Photo : J. Girard-Claudon



Les radiopistages ont donc eu lieu à deux reprises en été et une fois au printemps.

Année	Espèces	Femelle	Mâle	Total	Nombre de HI
2007	Barbastelle	18	0	18	111
	Murin de Bechstein	0	0	0	0
2008	Barbastelle	2	4	6	39
	Murin de Bechstein	2	0	2	4
2009	Barbastelle	1	1	2	35
	Murin de Bechstein	9	0	9	48
Total		32	5	37	237

Nombre d'individus suivis et de terrains de chasse localisés lors des différents radiopistages réalisés dans l'avant-pays savoyard

Au cours de ces études, les Barbastelles suivies ont essentiellement fréquenté des gîtes situés en bâti, résultat assez surprenant puisqu'elles sont souvent observées au sein de gîtes arboricoles. Il est donc probable qu'elles ne trouvent pas de gîtes en milieu forestier leur offrant des conditions optimales en période de reproduction (Girard-Claudon et Vincent, 2008).

Parmi les deux colonies de Murin de Bechstein connues, les gîtes ont été localisés dans le trou d'un vieux poirier, au sein d'un noyer et d'un platane.

ANNEXE 3 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE RÉALISÉE EN DRÔME PROVENÇALE



Le relief semi-montagneux s'organise autour de deux vallées : à l'ouest le Jabron et au sud le Lez, séparées par un relief montagneux dont le plus haut point culmine à 898 m.

Carte de la Drôme provençale
Source : <http://www.provenceweb.fr>

Le climat méditerranéen favorise en plaine l'agriculture (notamment la viticulture et la culture de lavande) tandis que les reliefs sont le plus souvent laissés à la garrigue, aux taillis de chênes, de pins sylvestres et de genévriers (Gaucher, 2009).



Vallée du Lez
Source : <http://www.cartesfrance.fr>

Ces deux radiopistages ont eu lieu en été et au printemps, celui de 2010 a permis d'équiper à nouveau des femelles des 2 espèces en été.

Année	Espèces	Femelle	Mâle	Total	Nombre de HI
2008	Barbastelle	4	2	6	38
	Murin de Bechstein	10	2	12	39
2009	Barbastelle	5	0	5	37
	Murin de Bechstein	6	0	6	65
Total		25	4	29	179

Nombre d'individus suivis et de terrains de chasse localisés lors des différents radiopistages réalisés en Drôme provençale

Les gîtes localisés en Drôme provençale étaient situés en bâti pour la Barbastelle.

Une colonie d'une soixantaine de femelles de Murin de Bechstein gîte depuis plusieurs années dans une allée de platane. Parmi les 2 arbres utilisés, le premier est creusé d'une carie et l'autre présente une branche morte. Deux arbres-gîtes supplémentaires, utilisés par un même mâle, ont été découverts et sont situés au sein de deux cavités dans des arbres de faible diamètre entre 10 et 50 cm au-dessus du sol.

ANNEXE 4 - DESCRIPTION DE LISIÈRE PAR LA MÉTHODE D'INVENTAIRE À ANGLE FIXE LE LONG D'UNE LIGNE : DESCRIPTION ET CRITIQUES

Ce protocole a été mis en application pour la description de lisières exploitées par des chauves-souris en activité de chasse. Il était important dans cette étude de décrire quantitativement et qualitativement les lisières. Des données telles que la surface terrière, la densité ou bien encore l'étagement de la lisière constituent des paramètres importants à décrire car traduisant bien la structure et richesse biologique d'une lisière.

➤ **Principe de l'inventaire à angle fixe le long d'une ligne**

Les mesures couramment réalisées lors des inventaires forestiers (surface terrière, densité...) au sein des peuplements ont ici été relevés en s'adaptant à la « linéarité » de la description. Plusieurs types de placettes à surface fixe peuvent ainsi être envisagées (circulaire à miroir ou bien encore rectangulaire) mais semblent fastidieuses à mettre en place sur le terrain. Ainsi l'ensemble des données a été relevé par inventaire à angle fixe le long d'une ligne.

Cette méthode reprend le principe du relascope : un arbre est relevé d'autant plus loin que son diamètre est important selon la relation suivante :

$$k < \frac{d_{1,30}}{l}$$

$d_{1,30}$: diamètre à 1,30 m en m
 l : distance de l'arbre au point de l'inventaire en m
 k : coefficient relascope en %

Cette méthode d'inventaire présente ainsi l'avantage de privilégier la description des arbres de gros diamètres, éléments important de la biodiversité.

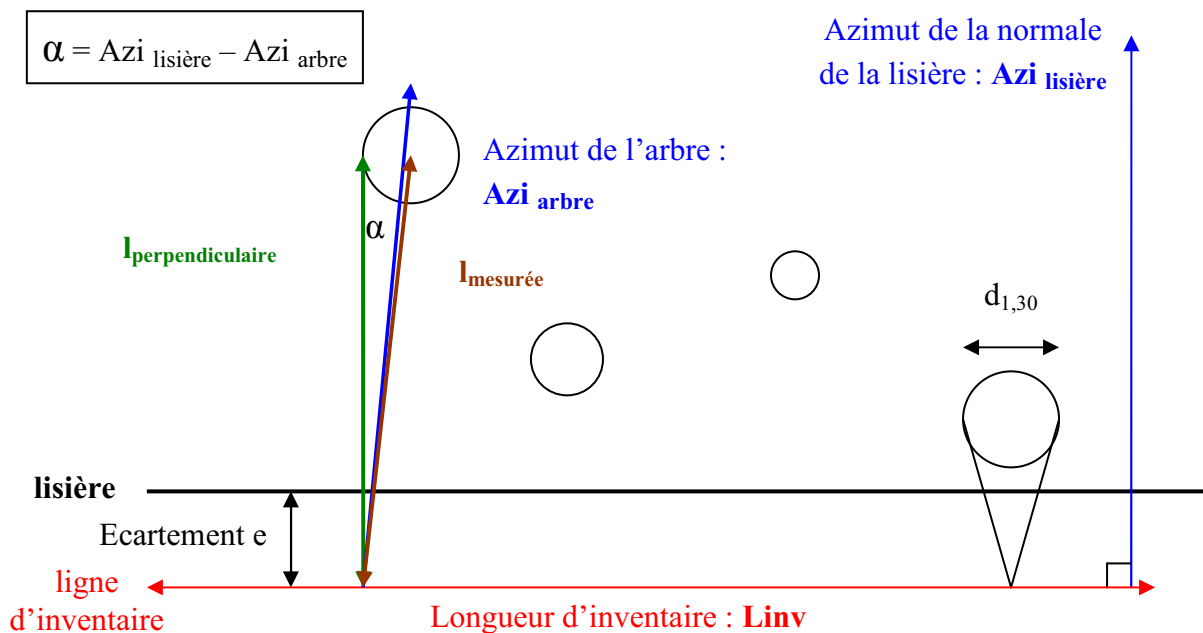


Schéma du principe de l'inventaire à angle fixe le long d'une ligne

Dans notre étude, la **longueur d'inventaire** sur une placette décrite *Lin_v* est égale à 30 m.

Le long de cette ligne et selon le principe relascopique, un arbre est inventorié selon le rapport entre son **diamètre à 1,30 m** $d_{1,30}$ et sa **distance à la perpendiculaire** à la lisière $l_{perpendiculaire}$.

• **Choix du coefficient relascopique**

Le coefficient choisi k doit être assez élevé afin de se limiter à la description des arbres constituant la lisière et donc ne pas aller trop en profondeur au sein du peuplement. Ce coefficient a été fixé à 4 % dans notre cas ; ainsi à 10 m de profondeur au sein de la lisière, le diamètre d'un arbre inventorié doit être supérieur ou égal à 40 cm.

• **Encombrement le long de la lisière et écartement**

Les limites des lisières sont souvent constituées de buissons denses ne facilitant pas la prise de mesure, l'inventaire est donc réalisé avec un **écartement** e de la lisière afin de faciliter le parcours le long de la ligne d'inventaire.

• **Correction de la distance mesurée entre l'arbre et la ligne d'inventaire**

Afin d'obtenir $l_{perpendiculaire}$ (distance perpendiculaire à la ligne d'inventaire entre l'arbre inventorié et la ligne d'inventaire), l'**azimut de la normale à la lisière** $Azi_{lisière}$ est relevé ainsi que l'**azimut de chaque arbre inventorié** le long de la ligne Azi_{arbre} . La distance mesurée pour chaque arbre inventorié sur le terrain $l_{mesurée}$ permet donc de calculer $l_{perpendiculaire}$ à partir de l'angle α égal à la différence entre l'azimut de la lisière et l'azimut de l'arbre et grâce à la formule suivante :

$$l_{perpendiculaire} = l_{mesurée} \times \cos \alpha \quad \text{avec } \alpha = Azi_{lisière} - Azi_{arbre}$$

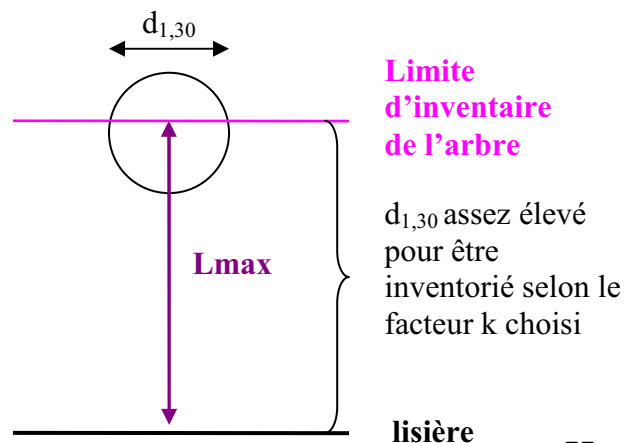
ainsi si $Azi_{lisière} = Azi_{arbre}$, alors $l_{perpendiculaire} = l_{mesurée}$.

➤ **Étapes de calcul**

• **Calcul du coefficient relascopique réel *kréel***

Puisque les mesures ont été effectuées à un écartement e de la lisière, la valeur du coefficient k doit être corrigée. Pour un diamètre à 1,30 m fixé $d_{1,30}$ et en considérant la distance maximale d'inventaire L_{max} pour ce diamètre, nous avons donc :

$$k = \frac{d_{1,30}}{L_{max}} \quad \text{et} \quad k_{réel} = \frac{d_{1,30}}{L_{max} - e}$$



$$D'où k \text{ réel} = \frac{k \times L \text{ max}}{L \text{ max} - e}$$

• **Calcul du poids p_i de chaque arbre inventorié i**

Ainsi pour chaque arbre inventorié i , nous avons :

$$p_i = \frac{10\,000}{L_{\text{inv}} \times (L_{\text{max}} - e)} = \frac{10\,000 \times k \text{ réel}}{L_{\text{inv}} \times d_{1,30}}$$

On obtient alors les données souhaitées à l'hectare par la formule suivante :

$$G/\text{ha} = \sum p_i \times g_i \quad N/\text{ha} = \sum p_i \quad \text{avec } p_i \text{ et } g_i \text{ le poids et la surface terrière de l'arbre } i.$$

➤ **Concrètement sur le terrain**

• **Fiche de relevés**

Voici les données à relever pour chaque placette et pour chaque arbre :

Placette N° :	Longueur d'inventaire L_{inv} : m	Facteur relascope k :
Écartement e : m	Azimut de la normale à la lisière $Az_{\text{lisière}}$:	

Essence	d _{1,30}	l _{mesurée}	Azi _{arbre}	Autres données relatives à l'arbre : état sanitaire, qualité, présence de cavités....
↑				
↓				

-
- Ensemble des arbres inventoriés sur la placette
-

• **Organisation sur le terrain**

Le matériel nécessaire à la mise en place et description de ces placettes est un télémètre, un compas forestier, un décimètre et une boussole. Cette description nécessite la présence de deux personnes.

L'une d'elles reste sur la ligne d'inventaire, elle prend les notes, relève l'azimut des arbres inventoriés et tient la mire du télémètre.

La seconde circule dans la lisière et mesure le diamètre et la distance des arbres à la ligne d'inventaire, elle indique aussi toutes les autres données devant être relevées (herbacées présentes dans la lisière, état sanitaire des arbres inventoriés...).

➤ Retour sur expériences

Sur le terrain

Au sein de lisières peu ou moyennement encombrées par la végétation, une placette est décrite en moyenne en 15 minutes. Cette méthode est aisée à appliquer et permet d'obtenir une description quantitative et qualitative précise des lisières. Elle permet en outre de se libérer de l'effet opérateur particulièrement significatif sur l'ensemble des descriptions qualitatives.

Finalement ce qui limite le plus la rapidité d'inventaire est ici la prise de note réalisée par la personne située le long de la ligne d'inventaire. Elle doit en effet noter les diamètres, l'essence, l'état sanitaire, la distance mais aussi prendre l'azimut de l'arbre, tout en progressant en parallèle de la personne qui prend les mesures dans la lisière.

Choix du coefficient relascopique k

La valeur du coefficient relascopique k choisie doit s'adapter à chaque placette, notamment suivant la valeur de l'écartement e . Si e est élevé (supérieur à 2 m par exemple) alors nous avons de fortes chances que la différence $L_{max} - e$ soit inférieure à 1. Puisque le poids d'un arbre est inversement proportionnel à cette différence, il peut donc dans certains cas atteindre des valeurs très élevées.

Ce cas se présente surtout pour les perches et petits bois, ils sont en effet relevés jusqu'à une longueur maximale d'inventaire L_{max} faible et peuvent donc présenter des poids importants suivant la valeur de e .

Si l'écartement e est élevé ou si le nombre d'arbres de petits diamètres semble important le long de la lisière, il est donc recommandé de diminuer le coefficient relascopique k à 3 % par exemple. Ainsi les valeurs de L_{max} augmentent et un nombre plus important d'arbres est inventorié. Le poids des arbres de petits diamètres est ainsi diminué et les variables quantitatives calculées sont mieux réparties entre les différentes classes de diamètre présentes.

L'objectif était ici de mesurer précisément la surface terrière, la densité et les volumes présents au sein des lisières. Il est ensuite possible d'intégrer toutes les précisions désirées pour chaque arbre inventorié (état sanitaire, présence de cavité, qualité de la grume, etc.) et donc d'appliquer cette méthode dans divers contextes d'études.

ANNEXE 5 - PROTOCOLE DE DESCRIPTION DES PEUPELEMENTS FORESTIERS ET DES LISIÈRES FORESTIÈRES EXPLOITÉS LORS DE L'ACTIVITÉ DE CHASSE DU MURIN DE BECHSTEIN ET DE LA BARBASTELLE

Ce protocole doit décrire précisément les terrains de chasse utilisés par les chauves-souris afin de pouvoir déterminer par la suite les paramètres qui influencent la sélection de certaines zones de chasse.

Les terrains de chasse se situant sur différents types d'habitats : en lisière, au sein des peuplements ou encore en ripisylve, ce protocole doit donc englober l'ensemble des cas de figure pouvant de présenter. Le nombre de localisations étant élevé, le temps passé par placette doit donc être limité et maximisé.

Ainsi les données relevées sur le terrain ont été choisies en fonction de leur influence sur l'activité de chasse mais aussi selon le rapport entre le temps du relevé et l'apport de la variable relevée. Ainsi pour chaque type de terrain de chasse, les données à relever ont donc été sélectionnées à partir du contexte forestier de l'étude (données utilisées couramment en gestion forestière lors des inventaires permettant une bonne description des peuplements) mais aussi des connaissances plus moins précises de l'écologie des deux espèces étudiées ici (paramètres pouvant influencer la disponibilité alimentaire ou la mobilité des animaux en vol par exemple).

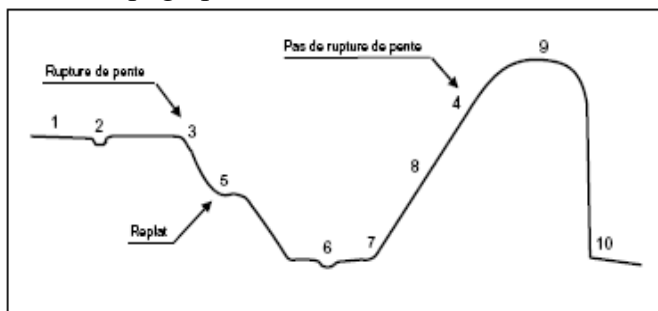
Par exemple, les données floristiques sont très limitées puisqu'un vrai relevé serait trop coûteux en temps par rapport à l'information fournie ; en revanche le bois mort nous paraît primordial à bien estimer, d'où la précision des relevés préconisés.

Remarque : Toutes les longueurs indiquées (rayon des cercles d'inventaire, longueur des transects d'échantillonnage correspondent à des longueurs en plan et qui sont donc à rectifier selon la pente du terrain. Excepté l'angle intervenant lors de l'échantillonnage du bois mort au sol qui correspond à l'angle entre le terrain et le tronc de l'arbre inventorié.

Pour toutes les placettes, on précise :

➤ **Données générales**

- N° de placette : déterminé au préalable, issu des données de radiopistage
- Coordonnées géographiques : issues du radiopistage ou de l'échantillonnage aléatoire
- Date du relevé
- Auteur du relevé
- Espèce concernée : lorsqu'il s'agit d'un terrain de chasse issu du radiopistage
- Exposition
- Pente
- Altitude
- Topographie :



- 1 : plateau
- 2 : dépression sur plateau
- 3 : haut de versant avec rupture de pente
- 4 : haut de versant sans rupture de pente
- 5 : replat
- 6 : fond de vallon
- 7 : bas de versant
- 8 : milieu de versant
- 9 : crête
- 10 : pied de falaise

Lorsque le terrain de chasse est situé au sein d'un peuplement forestier, on réalise alors :

➤ **Placette « Peuplement forestier »**

Sur une placette de 25 m de rayon (distance de précision estimée pour les terrains de chasse situés lors du radiopistage (points HI)), on relève :

Rq : L'ensemble des données peuvent être précisé grâce aux données issues des gestionnaires ou propriétaires forestiers concernés (aménagement, PSG...) notamment concernant l'âge des peuplements.

↳ Les données relatives au peuplement :

- **Traitement et structure :** Taillis simple, TSF, Futaie régulière, Futaie irrégulière, Futaie jardinée, Plantation, Autre (taillis fureté...)

- **Origine :**

Préciser si le peuplement est issu d'une colonisation naturelle (âgé au plus de 30 ans) ou bien d'une régénération artificielle ou naturelle ou d'un peuplement en conversion en précisant l'âge

En TSF, préciser la classe d'âge des plus vieilles réserves

En irrégulier, préciser la classe d'âge la plus élevée présente

Estimer si possible l'âge : < 30 ans ; compris entre 30 et 80 ans ou 80 ans et plus

En taillis et TSF, estimer l'âge du taillis : jeune et dense ; entre 15 et 40 ans ; 40 ans et plus

- **Structure horizontale :**

- **G** = Surface terrière à relever pour les arbres précomptables ($d_{1,30} > 7,5$ cm) ventilée par essence et par classe de diamètre grâce au relascope à chaînette

	PB	BM	GB	TGB
Classe de diamètre	20 - 25	30 - 45	50 - 55	60 et +
Limites (en cm)	17,5 – 27,5	27,5 – 47,5	47,5 - 57,5	57,5 et +

- **Dmax arbres inventoriés** = diamètre maximal inventorié lors du relevé de la surface terrière, indicateur de la maturité du peuplement

- **V/ha** = Volume à l'hectare : calculé à partir de la surface terrière et des tarifs de cubage appliqué dans la zone concernée

- **N/ha** = Nombre de tiges à l'hectare : estimé à partir du nombre de tiges précomptables ou de perches présentes dans un cercle de 10m de rayon (distance à l'horizontale donc corriger la pente si nécessaire), donnée obtenue à l'hectare en multipliant le résultat par 31

- **Structure verticale :**

- **Ho** = hauteur dominante potentielle : hauteur moyenne des arbres à l'âge d'exploitabilité, en mètres.

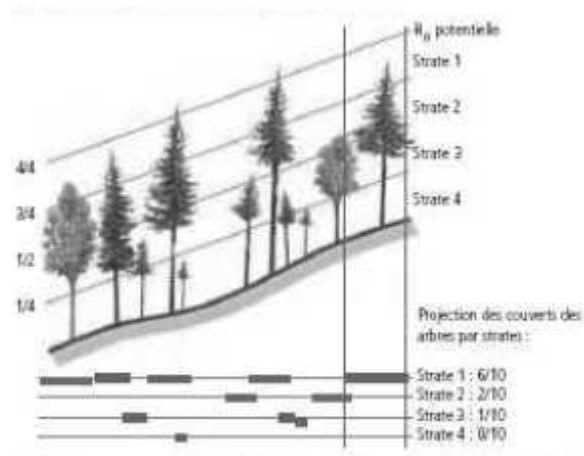
- **Recouvrement total** : estimer en pourcentage de couvert, compris entre 0 (milieu ouvert) et 100% (canopée complètement fermé)

- **Recouvrement par strates :**

Décomposer la hauteur du peuplement en 4 strates (amplitude verticale d'une strate = $H_0/4$) :

- Strate 1 : $0,75H_0 < H < H_0$
- Strate 2 : $0,50H_0 < H < 0,75H_0$
- Strate 3 : $0,25H_0 < H < 0,50H_0$
- Strate 4 : $3 \text{ m} < H < 0,25H_0$
- Régénération : $0,5 \text{ m} < H < 3 \text{ m}$

Source : Nicolas Sardat CEMAGREF
 Guide sylviculture de montagne
 (CEMAGREF, CRPF Rhône-Alpes et ONF,
 2006)



Préciser pour chaque strate son pourcentage de recouvrement par classe de 10% ainsi que les essences dominantes la composant, de même pour le taillis.

Remarque : La somme de ces recouvrements peut dépasser 100% par superposition des différentes strates. Il n'y a ici aucune limite de diamètre.

• **Etat sanitaire global**

Note	0	1	2
Etat sanitaire	Bon	Moyen	Mauvais

On précise alors les observations ayant permis cette notation : dépérissements (transparence du houppier, mortalité de branches...), dégâts d'insectes ravageurs ou de champignons...

• **Données floristiques :**

- Préciser le pourcentage de recouvrement des espèces herbacées ainsi que les espèces dominantes la composant : $H < 0,50\text{m}$
- Précisez la présence et abondance de mousses, de lierre et de liane
- Précisez les espèces invasives présentes ainsi que leur abondance

Note	1	2	3
Abondance	Quelques pieds (<20 % de la surface)	Nombreux pieds (20 à 70 % de la surface)	Recouvrement quasi-total (>70 % de la surface)

- **Distance à la lisière la plus proche :** A déterminer sur le terrain ou sur carte
- **Type de peuplement :** selon la typologie disponible sur la zone d'étude

↪ Données relatives au sol et à l'humus au sein du peuplement

- **Humus :** précisez le recouvrement de la litière présente en %

Note	1	2	3
Recouvrement du sol	75 à 100 %	25 à 75 %	0 à 25 %

↪ Milieu humide : si présent sur la placette

- **% recouvrement de la superficie totale de la placette**
- **Type de milieu humide**
 - **Eau stagnante** (étang, mare...) : estimer la surface
 - **Eau courante** (ruisseau, rivière...): préciser la largeur

Si ce milieu est boisé ou ripisylve,

- **Essences** : préciser les essences présentes et leurs proportions
- **Fermeture du couvert** : en %
- **Espèces herbacées, mousses, lierre, liane et espèces invasives** : cf. « Données relatives au peuplement »

↳ Milieu ouvert - trouée:

- **% recouvrement de la superficie totale de la placette**
- **Origine de la trouée** : trouée d'exploitation, chablis, prairie...
- **Régénération** : précisez si elle est naturelle ou artificielle, les essences ainsi que l'abondance

Note	1	2	3
Abondance	Quelques pieds (<20% de la surface)	Nombreux pieds (20 à 70% de la surface)	Recouvrement quasi-total (>70% de la surface)

- **Espèces herbacées, mousses, lierre et espèces invasives** : cf. « Données relatives au peuplement »

↳ Traces anthropiques :

Notes allant de 0 à 2, observation sur la placette de 25 m de rayon

- **Traces d'interventions sylvicoles** : noter la présence/absence et estimer si ces traces sont anciennes ou récentes concernant :
 - Souches
 - Blessures de débardage
 - Coupe de taillis
 - Trouée d'exploitation
 - Ornières
- **Pollution**
- **Drainage**

Ces éléments permettront notamment de savoir si des exploitations ont déjà eut lieu au sein du peuplement.

Variable		Note	Signification
Traces d'intervention sylvicole	Souches	0	Absente
	Blessures de débardage	1	Présente et récente (<5ans)
	Coupe de taillis	2	Présente et ancienne
	Trouée		
	Autres		
	Ornières	0	Absente
1		Profondeur faible ou sur une faible surface	
2		Profonde ou sur ne grande surface	
Pollution	0	Absente	
	1	Nocivité faible : pièce de métal, canette, petits morceaux de plastique	
	2	Forte nocivité : bidon d'huile non biodégradable, goudron sur les arbres, nombreuses cartouches de chasse...	
Drainage	0	Absente	
	1	Fossé en voie de comblement	
	2	Fossé actif et entretenu	

↳ Environs : Au-delà de la placette, observation des environs (être notamment attentif lors du cheminement)

- **Habitations/bâtiments** : si oui, préciser si on observe la présence d'arbres (estimation de leur âge si possible compris entre 30 et 60 ans/60 et 90 ans ou 90 ans et plus) et un éclairage
- **Milieu naturel ouvert / Terres agricoles** : spécifier si l'utilisation est en culture, prairie ou verger haute-tige (estimation de l'âge si possible compris entre 30 et 60 ans/60 et 90 ans ou 90 ans et plus) ou la présence de trouées forestières et leurs origines
- **Milieu humide** : préciser alors s'il s'agit d'un cours d'eau ou d'eaux stagnantes et si le milieu est ouvert ou boisé, préciser alors les essences présentes
- **Eléments linéaires**: présence d'une route, d'un sentier en lisière ou au sein du peuplement

↳ Observations : Notez toutes informations complémentaires.

↳ Quantification du bois mort

Une fiche par placette : préciser le N° de placette

- **Bois mort sur pied**

Sur une placette de 20m de rayon et pour les arbres de $d_{1,30} > 30$ cm et sur 10 m de rayon, pour les arbres de $d_{1,30} > 7,5$ cm, on relève :

- **Arbres entiers :**

- ✓ Diamètre à 1,30m
- ✓ Hauteur
- ✓ Essence, si possible
- ✓ Stade de décomposition : écorce et décomposition du bois
- ✓ Origine : ravageurs, foudre...

- **Arbres non entiers (sans houppier, volis...) et hauteur > 1,30cm**
 - ✓ Diamètre à 1,30m
 - ✓ Hauteur
 - ✓ Essence, si possible
 - ✓ Stade de décomposition : écorce et décomposition du bois
 - ✓ Origine : ravageurs, foudre...
 - ✓ Coefficient de décroissance (suivant littérature ou 1cm/m par défaut)
- **Souches : hauteur comprise entre 40 cm et 1,30 m et $d_{1,30} > 10\text{cm}$**
 - ✓ Diamètre médian
 - ✓ Hauteur
 - ✓ Stade de décomposition : écorce et décomposition du bois
 - ✓ Origine : naturelle, coupe...

- **Bois mort au sol**

Pour les $d_{1,30} > 5\text{cm}$: réalisation de relevés sur 3 transects de 20m selon les azimuts 0° , 120° et 240°

On relève :

- ✓ Diamètre
- ✓ Essence
- ✓ Stade de décomposition : écorce et décomposition du bois
- ✓ Origine : naturelle, coupe...
- ✓ Angle formé avec le sol (intervient dans le calcul du volume)

Pour les $d_{1,30} < 5\text{cm}$: estimation visuelle de la quantité de bois mort, précisez :

- ✓ Abondance :

Critère d'abondance	Absent ou rare	Moyenne	Elevée
% recouvrement de la placette	< 20%	Entre 20 et 70%	< 70%

- ✓ Répartition : Diffuse, en amas, diffuse et en amas

Détermination du stade de décomposition

Ecorce

1. Présente sur tout le billon
2. Présente sur plus de 50% de la surface
3. Présente sur moins de 50% de la surface
4. Absente du billon

Pourriture du bois

1. Dur ou non altéré
2. Pourriture < 1/4 du diamètre
3. Pourriture comprise entre 1/4 et 1/2 du diamètre
4. Pourriture comprise entre 1/2 et 3/4 du diamètre
5. Pourriture supérieure à 3/4.

Lorsque le terrain de chasse est situé en lisière :

➤ **Placette Lisière**

Sur une placette linéaire de 30m de long sur 15m de large environ, on observe :

↪ **Description de la lisière :**

→ **Description générale qualitative**

- **Type de lisière :** interne ou externe (donnant sur un milieu ouvert)
- **Type d'écotone :** préciser les 2 milieux concernés si lisière externe
- **Structure horizontale :** préciser la linéarité ou sinuosité de la lisière
- **Structure verticale :** préciser l'étagement en opposition à une lisière droite, présence d'au moins une strate entre le peuplement et le milieu limitrophe
- **Recouvrement des houppiers sur la lisière :** oui/non
- **Fragmentation des structures, continuité de la lisière * :**

1 : Pas ou peu de fragmentation, bonne continuité globale (peu de rupture totale de la lisière)

2 : Intermédiaire

3 : Lisière très fragmentée, mauvaise continuité globale (beaucoup de rupture totale)

- **Eclaircissement de la lisière * :**

1 : Voûte végétale continue ou Voûte végétale morcelée de quelques taches de lumière

2 : Couvert aux alentours continu, aplomb du cours d'eau (ou route, etc.) globalement ouvert

3 : Couvert aux alentours discontinu, aplomb du cours d'eau (ou route, etc.) totalement ouvert ou Alentours dégagés, cours d'eau (ou route, etc.) en pleine lumière

- **Typologie de la lisière * :**

Numéro de classe attribué à cet habitat selon la typologie de la lisière (voir tableau ci-dessous) :

Type de structure au centre de la lisière	Milieu forestier	Milieu non forestier
L - Sentier	a - Feuillus	1 - Vergers, parcs ou friches arbustives
M- Chemin forestier	b - Mixte avec PS	2 - Friches herbacées, prairies hautes ou pâturées extensivement
N - Route	c - Mixte	3 - Prairies pâturées intensivement ou cultures
O - Cours d'eau	d - Jeunes peuplements feuillus ou mixtes	4 - Landes
P - Haie	e - Résineux avec PS dominant	5 - Vignes
Q - Rien	f - Autres résineux dominants	6 - Parking
		7 - Sol nu
		8 - Haies
		9 - Autre (éboulis, ...)

Ainsi, toutes les combinaisons sont possibles. Par exemple, une lisière interne entre deux peuplements de feuillus avec un chemin forestier sera notée « Laa ». Une lisière externe entre un peuplement mixte et une prairie haute sera notée « Qc2 ». Dernier exemple, une haie bordée de deux cultures sera notée « P33 », etc.

→ **Description quantitative et qualitative**

• **Relevé de données relatives aux arbres de lisière : surface terrière et densité**

On procède ici par l'inventaire à angle fixe le long de la ligne située à quelques mètres de la lisière (distance e de 2 à 5 mètres), méthode décrite en annexe 4 de ce rapport. En se plaçant perpendiculairement à la ligne d'inventaire face à l'arbre, on vérifie son bon alignement grâce à une boussole. On réalise une correction de distance si nécessaire (par calcul d'un cosinus).

On note donc :

- Essence
 - Diamètre
 - Distance de l'arbre à la ligne d'inventaire
 - Angle θ par rapport à la perpendiculaire de la ligne d'inventaire
 - Etat sanitaire de l'arbre
 - Correction de la distance perpendiculaire suivant l'angle θ mesuré
 - Poids de l'arbre, calculé par la suite
- Précisez l'état sanitaire global de la lisière

Sur une placette linéaire de 30m de long sur 15m de large environ :

• **Description des différentes strates * :**

- **Strate arborée, arbustive et buissonnante** : préciser sa présence, continuité horizontale, hauteur et les différentes essences observées en % de recouvrement

Continuité horizontale (par strate) :

1 : bonne continuité, la strate est présente sur tout le linéaire

2 : continuité moyenne, la strate s'interrompt à quelques endroits

3 : faible continuité, la strate est régulièrement interrompue

- **Strate herbacée, mousse, lierre, liane et espèces envahissantes ou invasives** : cf. « placette peuplement »

* *L'ensemble de ces descripteurs sont issus de propositions d'Hélène Chauvin et Olivier Vinet qui ont réalisés un travail similaire en forêt domaniale de l'Aigoual (Chauvin, 2009)*

- **Traces d'interventions sylvicoles** : cf. « placette peuplement »

↪ **Données relatives au peuplement limitrophe**

- **Traitement et structure du peuplement** : cf. « placette peuplement »
- **Origine du peuplement** : cf. « placette peuplement »

↪ **Données relatives au 2^e milieu :**

- **Route ou piste forestière**
 - **Description de la route**
 - Type de route : préciser le revêtement
 - Emprise : préciser la largeur de la route en mètres
 - Ouverture : complète ou effet « voûte »

➤ **Description de la 2^e lisière** : cf. « Description de la lisière »

➤ **Description du 2^e peuplement limitrophe** : cf. « Données relatives au peuplement limitrophe »

Sur une placette linéaire de 30m de long sur 15m de large environ :

- **Milieu humide** : cf. « placette peuplement »
- **Milieu en terres agricoles** :

Spécifiez si l'utilisation est en culture (et le type de culture : maïs, lavande, vigne...), en prairie ou en verger hautes-tiges (estimation de l'âge si possible compris entre 30 et 60 ans/60 et 90 ans ou 90 ans et plus), puis préciser la présence de haies

Décrire la strate herbacée, la présence de mousse et lierre ou de plantes invasives

- **Trouée forestière** :

Précisez s'il y a présence de régénération naturelle ou artificielle, l'essence des semis, leur abondance et origine.

Précisez la présence d'arbres : spécifiez dans tous les cas si des arbres sont présents ainsi que leur âge et essences (estimation de l'âge si possible compris entre 30 et 60 ans/60 et 90 ans ou 90 ans et plus)

Décrire la strate herbacée, la présence de mousse et lierre ou de plantes invasives

- **Zone urbanisée**
 - **Habitations/bâtiments**
 - **Route/chemin** : préciser le type de revêtement, la largeur
 - **Présence d'arbres** : spécifier dans tous les cas si des arbres sont présents ainsi que leur âge et essences (estimation de l'âge si possible compris entre 30 et 60 ans/60 et 90 ans ou 90 ans et plus)
 - **Présence de haies**
 - **Eclairage**

↪ **Environs** : cf. « placette peuplement »

↪ **Observations** : cf. « placette peuplement »

↪ **Quantification du bois mort sur les placettes de lisière:**

- **Bois mort sur pied**

Même méthode que pour l'évaluation de la surface terrière mais en distinguant s'il est entier, sa hauteur, stade de décomposition et origine

- **Bois mort au sol**

Pour les $d_{1,30} > 5\text{cm}$: Echantillonnage linéaire sur un transect de 60 m en partant d'une extrémité de la placette et en avançant au sein du peuplement parallèlement et à une distance de 5m de la lisière cf. « placette peuplement »

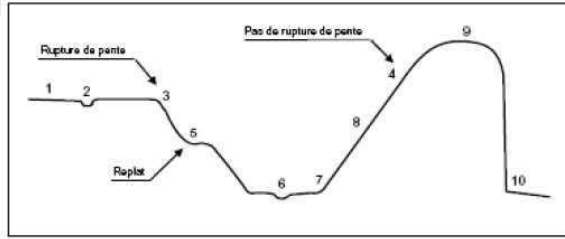
Pour les $d_{1,30} < 5\text{cm}$: Estimation visuelle de la quantité de bois mort, sur 30m de long et 15m de large environ cf. « placette peuplement »

Ci-dessous les trois fiches de terrain du protocole de description des peuplements (trois fiches en tout) et des lisières (cinq fiches en tout)

Protocole de description des terrains de chasse des Chiroptères : Placette Peuplement

Données générales

N° placette _____
 Coordonnées géographiques X _____
 Y _____
 Date du relevé _____
 Auteur du relevé _____
 Espèce concernée _____
 Altitude _____
 Exposition _____
 Pente _____
 Topographie _____



Placette circulaire de rayon 25m

Données relatives au peuplement

Traitement et structure T TSF Freg Freg ssét Firreg Fjard
 Plant Autre

Origine	Age		
	<30	entre 30 et 80	>80
Colonisation naturelle < 30 ans <input type="checkbox"/>			
Régénération artificielle <input type="checkbox"/>			
Régénération naturelle <input type="checkbox"/>			
Peuplement en conversion <input type="checkbox"/>			
T.S.F. : âge des plus vieilles réserves			
Irégulier : classe d'âge la plus élevée présente			
Taillis et T.S.F.	jeune et dense	entre 15 à 40	>40 ans

Structure horizontale

Essence _____

G/ha _____

Classe de diamètre	PB	BM	GB	TGB	Total
G/ha					

Dmax arbres inventoriés (cm) _____ V/ha _____

Densité N dans cercle de R=10m _____ N/ha _____

Structure verticale

Ho _____ m
 Recouvrement total _____ % %couvert, pas de limite de diamètre

Recouvrement par strate	% (classe de 10)	Essences/familles dominantes et %
Strate 1		0,75Ho < H < Ho
Strate 2		0,5Ho < H < 0,75Ho
Strate 3		0,25Ho < H < 0,5Ho
Strate 4		3 m < H < 0,25Ho
Régénération		0,5 m < H < 3m

Etat sanitaire global
 Arbres dépérissants 1 2 3
 Causes: _____

Données floristiques

	% recouvrement	Essences/familles dominantes et %
Strate herbacée		H < 0,5m
Abondance/espèces	Mousse	Lierre Liane

Espèces invasives

Abondance _____

Distance à la lisière la plus proche _____ m

Type de peuplement _____

Sol - Humus

1 : 75 à 100% litière ; 2 : 25 à 75% litière ; 3 : 0 à 25% litière 1 2 3

Placette peuplement 2/2

N°Placette

Milieu humide					
% recouvrement placette					
Type de milieu humide	ES	EC	Préciser :		
Emprise (surface ou largeur)					
Si boisé alors préciser :					
Essences	Essence 1	Essence 2	Essence 3		
Recouvrement (en%)					
	% recouvrement	Essences/familles dominantes et %			
Strate herbacée					
	Mousse	Lierre	Liane		
Abondance/espèces					
Espèces invasives					
Abondance					

Milieu ouvert - trouée					
% recouvrement placette					
Origine de la trouée	Anthropique <input type="checkbox"/>	Naturelle <input type="checkbox"/>	Préciser (exploitation, chablis, prairie...) :		
Régénération					
Essence					
Abondance					
Origine					
	% recouvrement	Essences/familles dominantes et %			
Strate herbacée					
	Mousse	Lierre	Liane		
Abondance/espèces					
Espèces invasives					
Abondance					

Traces anthropiques					
Traces d'interventions sylvicoles	0	1	2	Récentes	Anciennes
souches					
blessures de débardage					
coupe de taillis					
trouée d'exploitation					
ornières					
autres : élagages...					
Pollution					
Drainage					

Au-delà des 25m et observations lors du parcours					
Environs					
Habitations/bâtiments	présence d'arbres <input type="checkbox"/>	âge :			
	Eclairage <input type="checkbox"/>				
Milieu naturel ouvert/Terres agricoles	culture <input type="checkbox"/>				
	prairie fauchée/pâturée <input type="checkbox"/>				
	verger haute-tige <input type="checkbox"/>	âge :			
	trouée <input type="checkbox"/>	origine			
Milieu humide	Eau courante <input type="checkbox"/>	boisé <input type="checkbox"/>			
	Essences :				
	Eau stagnante <input type="checkbox"/>	boisé <input type="checkbox"/>			
	Essences :				
Éléments linéaires	Haies <input type="checkbox"/>				
	Route <input type="checkbox"/>				
	Fréquentation : sentier... <input type="checkbox"/>				

Observations

Placette lisière

Données générales N° placette Coordonnées géographiques X Y Date du relevé Auteur du relevé Espèce concernée Exposition Pente Topographie	
---	--

Lisière	
Type lisière	interne <input type="checkbox"/> externe <input type="checkbox"/>
Type d'écotone : forêt	milieu ouvert ou terre agricole <input type="checkbox"/> bâtiment, habitations <input type="checkbox"/> route <input type="checkbox"/>
Code typo lisière:	<input style="width:100%;" type="text"/>
Structure horizontale : Linéarité de la lisière	Droite <input type="checkbox"/> Sinueuse <input type="checkbox"/>
Structure verticale : Étage de la lisière	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Recouvrement des houppiers sur la lisière	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Fragmentation des structures, continuité de la lisière	1 (pas ou peu) <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 (bcp ruptures) <input type="checkbox"/>
Perméabilité de la lisière (0%=mur)	% <input style="width:50%;" type="text"/>

Description des arbres composant la lisière par inventaire linéaire à angle fixe
 Longueur de la ligne m Angle d'inventaire: k = 4°
 Écartement e m
 Orientation de la lisière °

Essence	Diamètre	Distance	Angle θ	Etat sanitaire	ri = Distance x cosθ	Poids

Etat sanitaire global des arbres de la lisière
Arbres dépérissants 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
Causes <input style="width:100%;" type="text"/>

Observations sur 30m de long et 15m de large côté peuplement forestier

	Arborée (>3m)	Arbustive (1,5 à 3m)	Buissonnante (<1,5m)
Strates			
Présence			
Continuité horizontale*			
Hauteur			
Espèces observées et %			
<small>*Continuité horizontale : 1, 2 ou 3 (Présente sur tout le linéaire, interruption à quelques endroits ou régulièrement interrompue)</small>			
Strate herbacée	% recouvrement	Essences/familles dominantes et %	
Abondance/espèces	Mousse	Lierre	Liane
Espèces invasives			
Abondance			

Traces d'interventions sylvicoles	0	1	2	Récentes	Anciennes
souches					
blessures de débardage					
coupe de taillis					
trouée d'exploitation					
ornières					
autres : élagages...					
Pollution					
Drainage					
Fossé	oui <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/>	si présence : largeur m		profondeur : m

Placette lisière 2/4

N°Placette

Peuplement limitrophe			
Traitement et structure	T <input type="checkbox"/> Plant <input type="checkbox"/>	TSF <input type="checkbox"/>	Freg <input type="checkbox"/> Freg ssét <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>
	Firreg <input type="checkbox"/>	Fjard <input type="checkbox"/>	
Origine	Age		
	<30	entre 30 et 80	>80
Colonisation naturelle < 30 ans <input type="checkbox"/>			
Régénération artificielle <input type="checkbox"/>			
Régénération naturelle <input type="checkbox"/>			
Peuplement en conversion <input type="checkbox"/>			
T.S.F. : âge des plus vieilles réserves			
Irrégulier : classe d'âge la plus élevée présente			
Taillis et T.S.F.	jeune et dense	entre 15 à 40	>40 ans
Strate	Essences/espèces	densité (claire/normale/dense)	
dominante			
sous-étage			
taillis			
buissonnante			
herbacée			

2e milieu : Forêt avec ou sans route/piste forestière ou cours d'eau

Description de la route

Type de route Terrain naturel Empierrée Revêtue

Emprise : largeur totale m

Description du cours d'eau plus bas dans milieu humide

Description de la 2e lisière

Structure verticale : Oui Non

Etagement de la lisière

Structure horizontale : Droite Sinueuse

1 = voûte continue / 3 route dégagée par exemple

Linéarité de la lisière

Recouvrement des houppiers sur la lisière Oui Non Eclaircissement (pour double lisière) 1 2 3 Fragmentation des structures, continuité de la lisière 1 (pas ou peu) 2 3 (bcp ruptures)

Perméabilité de la lisière (0%=mur) %

Description des arbres composant la lisière par inventaire linéaire à angle fixe

Longueur de la ligne m Angle d'inventaire : k = 4%

Ecartement e m

Orientation de la lisière °

Essence	Diamètre	Distance	Angle θ	Etat sanitaire	$r_i = \text{Distance} \times \cos \theta$	Poids

Observations sur 30m de long et 15m de large côté peuplement forestier

Strates	Arborée (>3m)	Arbustive (1,5 à 3m)	Buissonnante (<1,5m)
Présence			
Continuité horizontale*			
Hauteur			
Espèces observées et %			

*Continuité horizontale : 1, 2 ou 3 (Présente sur tout le linéaire, interruption à quelques endroits ou régulièrement interrompue)

Etat sanitaire global des arbres de la lisière

Arbres dépérissants 1 2 3

Causes

Abondance/espèces	Mousse	Lierre	Liane

Placette lisière 3/4

N°Placette

Traces d'interventions sylvicoles	0	1	2	Récentes	Anciennes
souches					
blessures de débardage					
coupe de taillis					
trouée d'exploitation					
ornières					
autres : élagages...					
Pollution					
Drainage					
Fossé	oui <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/>	si présence :	largeur m	profondeur : m

Description du 2e peuplement limitrophe

Traitement et structure	T <input type="checkbox"/>	TSF <input type="checkbox"/>	Freg <input type="checkbox"/>	Freg ssét <input type="checkbox"/>	Firreg <input type="checkbox"/>	Fjard <input type="checkbox"/>
	Plant <input type="checkbox"/>			Autre		
Origine		Age				
		<30	entre 30 et 80	>80		
Colonisation naturelle < 30 ans <input type="checkbox"/>						
Régénération artificielle <input type="checkbox"/>						
Régénération naturelle <input type="checkbox"/>						
Peuplement en conversion <input type="checkbox"/>						
T.S.F. : âge des plus vieilles réserves						
Irrégulier : classe d'âge la plus élevée présente						
Taillis et T.S.F.		jeune et dense	entre 15 à 40	>40 ans		
Strate	Essences/espèces		densité (claire/normale/dense)			
dominante						
sous-étage						
taillis						
buissonnante						
herbacée						

Cas où le deuxième milieu est ouvert : Observations sur 30m de long et 15m de large

2e milieu : milieu humide

Type de milieu humide	ES <input type="checkbox"/>	EC <input type="checkbox"/>	Préciser :
surface, largeur, profondeur			Permanence : temporaire <input type="checkbox"/> permanent <input type="checkbox"/>

Si boisé alors préciser :

Essences	Essence 1	Essence 2	Essence 3		
Recouvrement (en%)					

Si cours d'eau alors préciser:

Sinuosité	forte <input type="checkbox"/>	faible <input type="checkbox"/>		
Zone (comparée à l'ensemble du cours d'eau)	calme <input type="checkbox"/>	agitée <input type="checkbox"/>	normale <input type="checkbox"/>	
Blocs	présence <input type="checkbox"/>	absence <input type="checkbox"/>		

2e milieu : Terres agricoles

culture	<input type="checkbox"/>	
prairie fauchée/pâturée	<input type="checkbox"/>	
verger haute-tige	<input type="checkbox"/>	
haies	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>

2e milieu : Trouée forestière

Origine de la trouée Anthropique Naturelle Préciser (exploitation, chablis, prairie...):

Régénération				
Essence				
Abondance				
Origine				

Présence d'arbres (d>7,5cm)

Essence				
Age				

Pour 2e milieu = milieu humide, terres agricoles ou trouée forestière

	% recouvrement	Essences/familles dominantes		
Strate herbacée				
				H < 0,5m
	Mousse	Lierre	Liane	
Abondance/espèces				
Espèces invasives				
Abondance				

Placette lisière 4/4

N°Placette

2e milieu : zone urbanisée

Habitations/bâtiments

Oui

Non

Route/chemin

Oui

Non

Type de route

Terrain naturel

Empierrée

Revêtue

Emprise : largeur totale

m

Présence d'arbres (d>7,5cm)

Essence					
Age					

Présence de haies

Oui

Non

Eclairage

Oui

Non

Environs

Au-delà de la placette - Observations lors du parcours

Habitations/bâtiments	présence d'arbres	<input type="checkbox"/>	âge :
	Eclairage	<input type="checkbox"/>	

Milieu naturel ouvert/Terres agricoles	culture	<input type="checkbox"/>	
	prairie fauchée/pâturée	<input type="checkbox"/>	
	verger haute-tige	<input type="checkbox"/>	âge :
	trouée	<input type="checkbox"/>	origine

Milieu humide	Eau courante	<input type="checkbox"/>	boisé	<input type="checkbox"/>
	Essences :			
	Eau stagnante	<input type="checkbox"/>	boisé	<input type="checkbox"/>
Essences :	boisé			

Éléments linéaires	Haies	<input type="checkbox"/>	
	Route	<input type="checkbox"/>	
	Fréquentation : sentier...	<input type="checkbox"/>	

Observations

ANNEXE 6 - MÉTHODOLOGIE DE CARTOGRAPHIE DES HABITATS DES DOMAINES VITAUX DES COLONIES

L'ensemble de la cartographie a été réalisée avec le logiciel de cartographie MapInfo®.

Pour chaque individu, des localisations de gîtes et de terrains de chasse sont disponibles en plus de l'ensemble des localisations issues des triangulations synchrones d'azimut.

Les domaines vitaux pour chaque individu puis chaque colonie ont donc été délimités à partir de l'ensemble de ces localisations et par la méthode des « polynômes convexe minimum ». Cette méthode consiste à former le plus petit polygone possible à partir des points donnés, elle est la plus simple et la plus couramment utilisée. Une carte représentant le domaine vital et l'ensemble des points de localisations et de terrains de chasse d'un individu figure en annexe 7.

Le domaine vital des colonies en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard fournit ainsi le secteur disponible et en partie exploité par les différents individus suivis. Sur ces domaines vitaux, les habitats ont été cartographiés à partir des orthophotographies, des cartes IGN et des cartes 1/25 000^e.

➤ Première étape : Cartographie des habitats

Les types d'habitats cartographiés sont donc :

- Zones urbaines
 - avec arbres
 - sans arbres
 - Zones agricoles
 - Prairie fauchée/pâturée
 - Cultures
 - Vignes
 - Autres terrains agricoles
 - Zones humides
 - Eau stagnante : Marais, étang, lac...
 - Roches et éboulis

 - Milieu forestier :
 - Forêt de feuillus
 - Forêt de résineux
 - Forêt mixte
 - Plantation résineuse
 - Plantation de feuillus : peupleraie, truffière, plantation de fruitiers...
 - Friche forestière
 - Ripisylve : boisement autour des cours d'eau
 - Trouée d'exploitation
- } Milieu ouvert

Concernant la cartographie des milieux forestiers, les données de l'IFN ont permis de confirmer ce qui était observé sur les photographies aériennes. Une vérification sur le terrain à partir de points situés en hauteur a aussi permis d'éclaircir les zones de doute notamment concernant la ségrégation entre les peuplements feuillus et les peuplements résineux.

➤ **2^e étape : Cartographie des haies et lisières internes**

Les éléments linéaires tels que les lisières internes et externes ou les haies ont été cartographiés. Les lisières internes correspondent aux routes, pistes et larges sentiers présents au sein des peuplements. Les haies ont été dessinées à partir des photographies aériennes.

➤ **3^e étape : Délimitation des lisières externes**

Les lisières externes ont aussi été délimitées par un traitement expliqué ci-dessous. Les lisières externes correspondent à la limite entre les peuplements forestiers et les milieux ouverts. Ainsi en convertissant les polygones en polylignes et en sélectionnant pour chaque milieu forestier les polylignes limitrophes d'un milieu ouvert, on obtient alors les lisières externes.

➤ **4^e étape : Caractérisation des habitats selon la présence de haie ou lisière**

Une fois toute la superficie couverte par les différents habitats, chaque milieu ouvert s'est vu spécifié s'il était avec ou sans haie. De même les peuplements forestiers ont été qualifiés suivant la présence de lisière interne ou externe.

Un tampon a donc été réalisé autour des haies présentes dans les milieux ouverts, des routes incluses dans les peuplements forestiers et des lisières externes précédemment délimitées. Ce tampon a été fixé à 25 m de large car il s'agit de l'ordre de précision des HI. Voici les types d'habitat obtenu :

Position par rapport au tampon	Intérieur/Côté peuplement*	Extérieur/Côté milieu ouvert*
Haie	Milieu ouvert avec haies	Milieu ouvert sans haie
Lisière interne	Milieu forestier avec lisière interne	Milieu forestier sans lisière interne
Lisière externe*	Lisière externe	Milieu ouvert avec lisière externe

On obtient par exemple une prairie avec haies, une culture sans haie, forêt de feuillus avec lisière interne ou une forêt de résineux sans lisière interne. Les lisières externes donnent alors des habitats du type lisière externe de forêt de feuillus ou prairie avec lisière externe de forêt de feuillus.

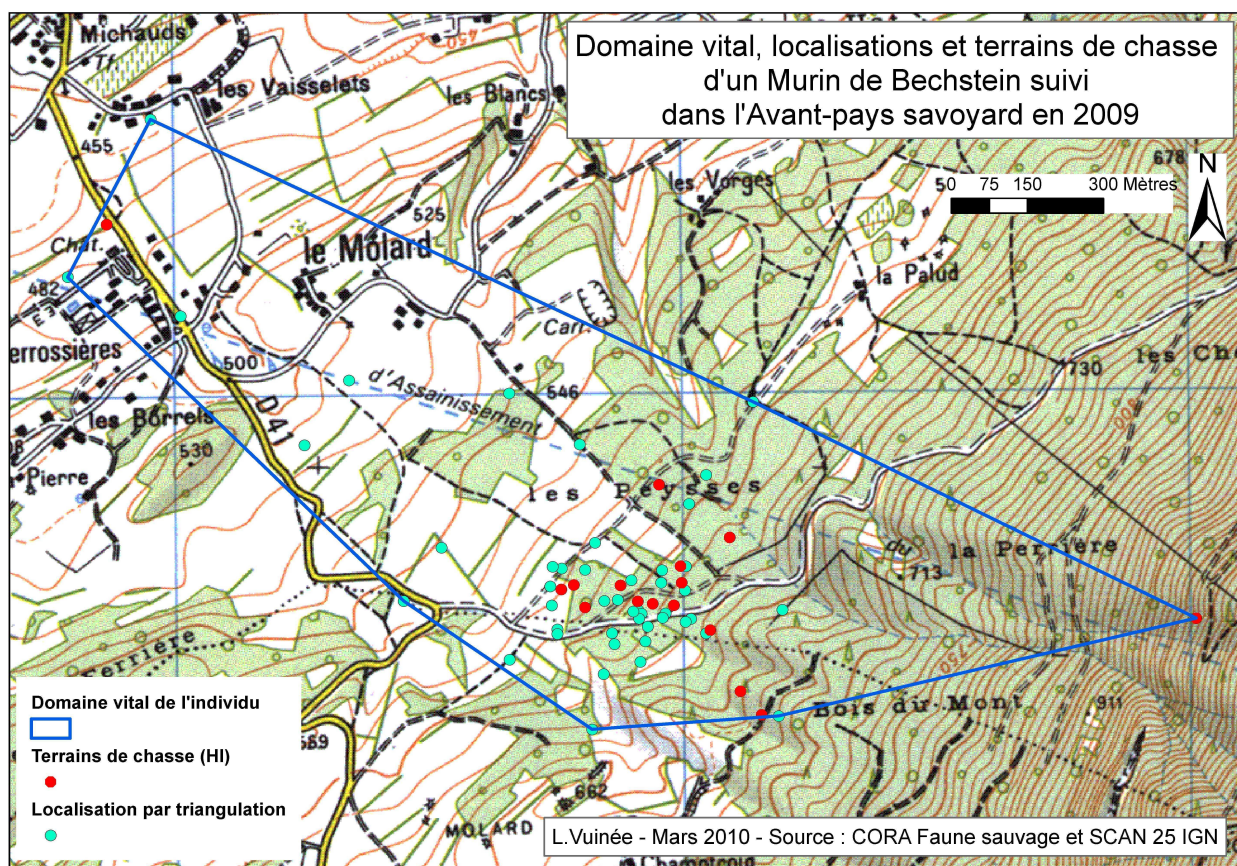
La difficulté de cette méthode réside dans la superposition des tampons créés sur les haies et les lisières internes et externes. Il faut alors décider d'une hiérarchisation des habitats ouverts et fermés (lisière l'emportant sur les haies par exemple) puis procéder par des suppressions d'habitats suivant d'autres habitats (fonction « supprimer extérieur » de Mapinfo notamment). On arrive suite à une manipulation fastidieuse et devant se dérouler dans une chronologie réfléchie et fixée à l'avance (suppression des lisières externes de ripisylve suivant les lisières externes de

forêt de résineux, puis même manipulation sur les lisières de forêt de résineux suivant les forêt de feuillus, etc...) à supprimer au fur et à mesure la superposition des tampons.

On obtient alors au final une cartographie fine des habitats, très découpée pouvant être utilisée pour analyser la sélection des habitats par chaque individu ou espèce. En appliquant un tampon de 25 m autour des points de Homing In, on obtient les habitats exploités en tant que terrain de chasse. Les superficies obtenues par individu ou par colonies peuvent donc être comparées aux superficies totales disponibles sur le domaine vital des individus ou des colonies (méthode K-Select par exemple).

Lors de mon étude, cette cartographie a été utile lors de la sélection des terrains de chasse à décrire. Un croisement des points HI avec cette carte m'a en effet permis de cibler les individus qui ont majoritairement chassé en milieu forestier ou en lisière.

ANNEXE 7 - CARTE DES TERRAINS DE CHASSE À DÉCRIRE



ANNEXE 8 - MÉTHODES ET FORMULES DE CALCUL POUR LE TRAITEMENT DES DONNÉES

Ce tableau résume les outils de mesure, méthodes et formules de calcul utilisés et appliqués pour le calcul des surfaces terrières, volumes des bois vivants et volumes sur pied et au sol des bois morts.

Données	Peuplement	Lisière
Surface terrière par ha : G/ha	Relascope à chaînette	$\sum(g_i \times p_i)$ avec p_i le poids de l'arbre
Densité de perches et précomptables par ha : N/ha	$N = N_{R10} \times 31$ avec N_{R10} = nombre de tiges inventoriées dans le cercle de rayon 10 m	$N = \sum p_i$ avec p_i le poids de l'arbre
Volume des arbres vivants par ha : V/ha	Pour les précomptables : <ul style="list-style-type: none"> • En Drôme provençale : Utilisation du tarif Algan 6 • Dans l'avant-pays savoyard : Utilisation des tarifs Algan 9 pour les peuplements résineux (plantations ou futaie) et 4 pour les peuplements feuillus (taillis ou TSF) Pour les perches : $V = fH \times G$ avec $fH=7$ (valeur communément utilisée pour les taillis) $V/ha = \sum \text{Tarif}_{\text{CatDiamètre}} \times G_{\text{CatDiamètre}}$	
Volume des arbres morts sur pied entiers : $v_{\text{BM pied entier } i}$	Utilisation des mêmes tarifs que ceux des arbres vivants : $v_{\text{BM pied entier } i} = \text{Tarif}_{\text{CatDiamètre}} \times g_{i \text{ CatDiamètre}}$ $V_{\text{BM Pied entier}} / \text{ha} = \sum v_{\text{BM pied entier } i}$	
Volume des arbres morts sur pied non entiers : $v_{\text{BM pied non entier } i}$	Formule du cylindre : $v_{\text{BM pied non entier } i} = \pi \times \frac{d_{H1/2 i}^2}{4} \times H$ Avec $d_{H1/2}$ le diamètre médian de l'arbre c'est-à-dire à mi-hauteur et calculé à partir d'un coefficient de décroissance estimé à 1 cm/m H = hauteur de l'arbre	
Volume des souches : $v_{\text{souche } i}$	Formule du cylindre : $v_{\text{souche } i} = \pi \times \frac{d_i^2}{4} \times H_{\text{souche } i}$	

Données	Peuplement	Lisière
<p>Poids à appliquer aux mesures du bois mort pour obtenir des données à l'hectare</p> <p>Ainsi qu'aux mesures du bois vivant pour les placettes « Lisière »</p>	<p>Si $d_{i\text{ BM}} > 30$ cm, inventaire dans un cercle de rayon 20 m :</p> $V_{\text{BM}>30}/\text{ha} = 8 \times \sum v_i$ $G_{\text{BM}>30}/\text{ha} = 8 \times \sum g_i$ $N_{\text{BM}>30}/\text{ha} = 8 \times \sum i$ <p>Si $d_{i\text{ BM}} < 30$ cm, inventaire dans un cercle de rayon 10 m :</p> $V_{\text{BM}<30}/\text{ha} = 32 \times \sum v_i$ $G_{\text{BM}<30}/\text{ha} = 32 \times \sum g_i$ $N_{\text{BM}<30}/\text{ha} = 32 \times \sum i$ <p>Au total :</p> $V_{\text{BM}}/\text{ha} = V_{\text{BM}>30}/\text{ha} + V_{\text{BM}<30}/\text{ha}$ $G_{\text{BM}}/\text{ha} = G_{\text{BM}>30}/\text{ha} + G_{\text{BM}<30}/\text{ha}$ $N_{\text{BM}}/\text{ha} = N_{\text{BM}>30}/\text{ha} + N_{\text{BM}<30}/\text{ha}$	$p_i = \frac{10\,000 \times k_{\text{réel}}}{L_{\text{inventaire}} \times d_{1,30}}$ <p>Avec $k_{\text{réel}} = \frac{k \times L_{\text{maximal d'inventaire}}}{L_{\text{maximal d'inventaire}} - \text{écartement}}$</p>
<p>Volume de bois mort au sol : $V_{\text{BM sol}}/\text{ha}$</p>	$V_{\text{BM sol}}/\text{ha} = \sum \frac{\pi^2 \times 10\,000}{8 \times L_{\text{inventaire}}} \times d_i^2$	

Précisions concernant le calcul du bois mort sur pied et au sol au sein des lisières

Concernant les placettes lisières, le bois mort sur pied a été inventorié de la même manière que les bois vivants. En ce qui concerne le bois mort au sol, si la lisière était externe alors 60 m de linéaire étaient inventoriés dans la lisière. Si elle était interne, alors 30 m étaient inventoriés par lisière soit 60 m au total sur la placette.

À l'échelle de la placette, les mesures réalisées ou calculées étaient donc soit égales à celles calculées sur la lisière externe, soit, pour les lisières internes, égales à la moyenne des valeurs calculées sur les deux lisières décrites.

ANNEXE 9 - CRÉATION D'INDICATEURS : COMPOSITION EN ESSENCE

Pour les bois vivants, un regroupement de la surface terrière par essence a été réalisé selon les classes suivantes :

Code	Détail	Essences concernées	Indicateur de
G_{FuHumid}	Feuillus des milieux humides	Aulnes, saules, trembles et peupliers	Caractéristique des zones plus humides
G_{Ch}	Chênes	Chênes pubescents et sessiles	Essence majoritaire
G_{Er}	Erables	Champêtre, sycomore, plane, à feuilles d'Obier et de Montpellier	Très présent dans le secteur
G_{Autres feuillus}	Autres feuillus	Tilleul, frêne, bouleau, merisier, hêtre, châtaignier, noisetier, charme, noyer, prunelier, fruitiers et robinier	Des essences minoritaires mais traduisant une richesse spécifique
G_{pins}	Pins	Pin sylvestre, Pin noir et Pin maritime	Essence en peuplement plus ou moins mélangé
G_{Autres résineux}	Autres résineux	Sapin pectiné et de Nordmann, épicéa et if	Essences minoritaires
G_{Douglas}	Douglas	Douglas	Cas des plantations monospécifiques

ANNEXE 10 - CRÉATION D'INDICATEURS : STRATIFICATION DES PEUPEMENTS

Voici les autres regroupements réalisés traduisant la stratification et la composition en essence :

Code	Détail	Données concernées	Indicateur de
G_{GB+TGB}	Surface terrière des gros bois et très gros bois	G_{GB}, G_{TGB}	Age du peuplement, stratification horizontale et présence d'éléments riche pour la biodiversité
G_{total}	Surface terrière totale	$G_{PC}, G_{Perches}$	Stratification horizontale - Présence d'arbres dépassant 17,5cm (de nombreux peuplements présentaient une forte proportion de perches)
G_{PC}	Surface terrière des précomptables	$G_{PB}, G_{BM}, G_{GB}, G_{TGB}$	Stratification horizontale - Présence d'arbres dépassant 17,5cm (de nombreux peuplements présentaient une forte proportion de perches)
$G_{perches}$	Surface terrière des perches	$G_{Perches}$	Stratification horizontale – effet de l'encombrement des perches
N_{total}	Densité des perches et précomptables	N_{PC}, N_{Pe}	Stratification horizontale du peuplement et encombrement
N_{PC}	Densité des précomptables	$N_{PB}, N_{BM}, N_{GB}, N_{TGB}$	Stratification horizontale - Présence d'arbres dépassant 17,5cm (de nombreux peuplements présentaient une forte proportion de perches)
N_{Pe}	Densité des perches	$N_{Perches}$	Stratification horizontale – effet de l'encombrement des perches
RFu	% du recouvrement des feuillus des 4 strates	RSt1Fu, RSt2Fu, RSt3Fu, RSt4Fu	Composition en essences feuillue du recouvrement
RRx	% du recouvrement des résineux des 4 strates	RSt1Rx, RSt2Rx, RSt3Rx, RSt4Rx	Composition en essences résineuse du recouvrement
PrFuSt12	% du recouvrement des feuillus des strates 1 et 2	RSt1Fu, RSt2Fu	Composition en essences feuillues des strates dominantes
PrRxSt12	% du recouvrement des résineux des strates 1 et 2	RSt1Rx, RSt2Rx	Composition en essences résineuses des strates dominantes
PrFuSt34	% du recouvrement des feuillus des strates 3 et 4	RSt3Fu, RSt4Fu	Composition en essences feuillues des strates inférieures
PrRxSt34	Recouvrement des résineux des strates 3 et 4	RSt3Rx, RSt4Rx	Composition en essences résineuses des strates inférieures
NbSt>2	Présence d'au moins 2 strates	Présence / absence des strates 1, 2, 3 et 4	Stratification verticale
NbSt>3	Présence d'au moins 3 strates	Présence / absence des strates 1, 2, 3 et 4	Stratification verticale
PrIS	Présence d'interventions sylvicoles	Ensemble des interventions décrites (coupes de taillis, souches, pollution...)	Naturalité des peuplements décrits
PrInv	Présence / absence de plantes invasives	Présence de la Renouée du Japon, Impatiente de l'Himalaya...	Présence et impact des plantes introduites

ANNEXE 11 - CRÉATION D'INDICATEURS : QUANTITÉ ET NATURE DU BOIS MORT

Les données relatives au bois mort ont été regroupées selon modalités suivantes.

Pour le bois mort total (sur pied et au sol) :

- **V_{BM} total en m^3/ha :**
 - ✓ Regroupement selon les essences : feuillus, résineux et inconnu
 - ✓ Regroupement suivant le stade de décomposition : peu/moyennement/très décomposé
 - ✓ Regroupement par catégorie de diamètre : Perches, PB, BM, GB ou TGB
 - ✓ Regroupement par origine : naturelle ou anthropique (N ou A)

Pour le bois mort sur pied :

- **$G_{BM Pied}/ha$ en m^2/ha :**
 - ✓ Regroupement par catégorie de diamètre
- **$N_{BM Pied}/ha$ en nombre de tiges / ha :**
 - ✓ Regroupement par catégorie d'essence
 - ✓ Regroupement par catégorie de diamètre

Pour le bois mort au sol :

- **$V_{BM Sol}$ total en m^3/ha**
 - ✓ Regroupement selon les essences
 - ✓ Regroupement suivant le stade de décomposition
 - ✓ Regroupement par origine

Voici les variables obtenues à partir des regroupements réalisés :

Code	Détail	Données concernées	Indicateur de
3 indicateurs : V_{BM} Fu/ BM Rx / BM Inc Calculé de même pour $N_{BM Pied}$	Volume de bois mort total feuillus / résineux / inconnu	V_{BM} de toutes les essences feuillues / résineuses / inconnue	Composition en essence du bois mort
$V_{BM 1}$ Calculé de même pour $V_{BM Sol}$	Volume de bois mort peu décomposé	Code de décomposition 1- et 2-	Stade de décomposition du bois mort
$V_{BM 2}$ Calculé de même pour $V_{BM Sol}$	Volume de bois mort moyennement décomposé	Code de décomposition 31, 32 et 41, 42 ; soit une bonne décomposition de l'écorce mais un bois sec ou peu décomposé	
$V_{BM 3}$ Calculé de même pour $V_{BM Sol}$	Volume de bois mort très décomposé	Code de décomposition 33, 34, 43 et 44 ; stade avancé pour l'écorce et le bois	
$V_{bois\ mort > BM}$ et $V_{bois\ mort\ GB + TGB}$ Calculé de même pour $V_{BM Sol}$, $G_{BM Pied}$ et $N_{BM Pied}$	Volume de bois mort sur pied des BM et/ou GB et TGB	$V_{BM BM}$, $V_{BM GB}$, $V_{BM TGB}$	Richesse ornithologique et entomologique et en microhabitats
$PrV_{BM Total N}$	Proportion du volume de bois mort d'origine naturelle	$V_{BM total}$, $V_{BM Naturel}$, $V_{BM Anthropique}$	Origine du bois mort : naturelle ou anthropique

Remarque : Abréviations utilisées :

Code type de bois mort	type de bois mort	Code Origine	Origine	Code stade de décomposition	Stade de décomposition
NE	Pied non entier	N	Naturelle	1	Peu avancé
E	Pied entier	A	Anthropique	2	Moyennement avancé
Sou	Souche			3	Très avancé

Rappel : La codification utilisée dans cette étude pour la description du stade de décomposition du bois mort figure en annexe 5.

ANNEXE 12 - PRINCIPES DES ACP, AFCM ET TEST DE HILL ET SMITH

➤ La création d'axes factoriels

Le principe de l'ACP et de l'AFCM est de remplacer les p variables initiales par de nouvelles variables (qui sont les facteurs principaux), combinaisons linéaires des variables initiales et choisies de sorte qu'elles soient non corrélées entre elles, de variance maximale et le plus liées possibles aux variables de départ. Le test de Hill et Smith permet de réaliser une ACP et une AFCM de manière simultanée.

Les variables ayant des unités différentes, une homogénéisation des observations est indispensable. Ainsi les ACP sont réalisées sur des données standardisées (c'est-à-dire centrées et réduites). Le point de référence de l'ACP est donc ramené à la moyenne des variables et la dispersion des variables à amenée à 1 pour chaque variable (c'est-à-dire que l'écart-type de chaque variable vaut 1). Le nuage de point est alors dilaté pour les variables regroupées et est concentré pour les variables dispersées.

Ainsi les axes factoriels créés expliquent une partie de l'information contenue dans les données, ce qui est illustré par le graphique des éboulis des valeurs propres. Les axes les plus explicatifs (au nombre de 2 ou 3 en général) peuvent donc être sélectionnés.

L'ACP fournit alors un tableau donnant la participation de chaque variable à chaque axe factoriel retenu.

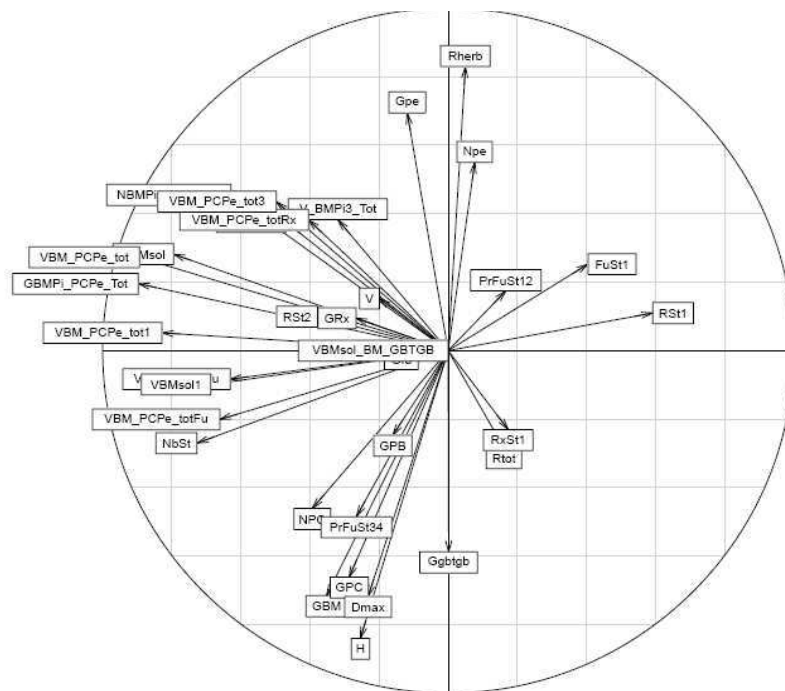
Par une projection des différentes variables sur les axes factoriels mais aussi des différents relevés, on peut alors définir les variables les plus significatives en termes de description des habitats forestiers. Cela permet aussi d'observer le lien qui existe entre les différentes variables.

La projection des placettes sur ces axes permet aussi de trouver les placettes « extrêmes » présentant par exemple une surface terrière particulièrement élevée ou encore une quantité de bois mort très importante. Ces placettes sont alors très influentes sur les résultats et peuvent alors être supprimées du jeu de données car elles masquent les tendances générales de structuration des données.

➤ Représentation et interprétation graphique

Voici donc les graphiques obtenus lors de la réalisation de ses analyses :

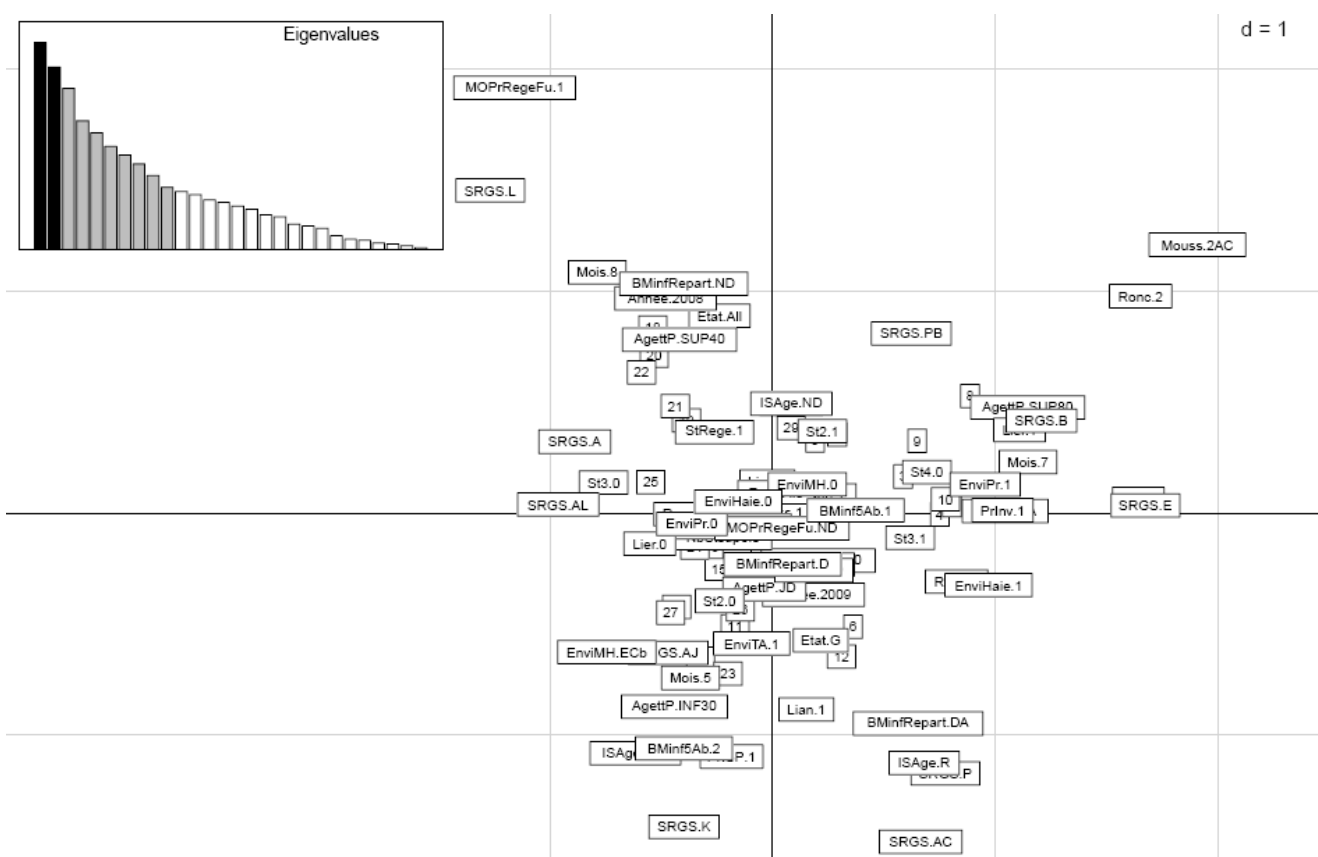
Représentation des variables dans le premier plan factoriel



Exemple d'un cercle de corrélation issu de la réalisation d'une ACP représentant la position des variables suivant le premier axe factoriel (axe des abscisses) et le second axe factoriel (axe des ordonnées)

Le rayon du cercle est égal à 1. Les variables proches des axes des abscisses ou des ordonnées et proches de 1 sont donc les composantes participant le plus à l'axe factoriel considéré. De plus lorsque des variables sont regroupées, elles agissent de manière similaire sur l'axe et sont probablement corrélées entre elles. A l'inverse, des variables opposées sur un même axe présentent des variations opposées.

Ici par exemple le diamètre maximal inventorié (Dmax) et la hauteur du peuplement (H) expliquent une part importante du deuxième axe factoriel et sont positivement corrélées. De même le recouvrement en herbacées (RHerb) est une composante importante de cet axe mais quand cette variable augmente, alors Dmax diminue par exemple.



Exemple de représentation graphique issue de la réalisation d'une AFCM représentant la position des variables et des placettes (chiffre indiquant leur numéro) suivant le premier axe factoriel (axe des abscisses) et le second axe factoriel (axe des ordonnées) en plus du graphique des éboulis des valeurs propres (en-haut à gauche)

On observe ici par exemple que parmi toutes les variables qualitatives testées, celles qui structurent le plus le jeu de données sont l'abondance de mousse (Mouss.2AC par exemple), de ronces (Ronc.2) ou encore le type de peuplement suivant la codification SRGS (SRGS.AC par exemple le long du premier axe factoriel).

ANNEXE 13 - PRÉSENTATION DES GLM SUIVANT LA LOI DE POISSON

➤ Fonction et type de relations considérées

La modélisation par les GLM suivant une loi de Poisson concerne l'analyse de données de comptages ou encore données de dénombrement.

On s'intéresse au nombre de fois "n" où se produit un événement d'intérêt, on nomme alors Y ce nombre. La méthode ici utilisée suppose que Y suit une distribution de probabilité de Poisson. Cette loi de fonction exponentielle, caractérisée par un paramètre μ , a l'expression suivante :

$$P(Y = n) = \frac{\mu^n * e^{-\mu}}{n!}$$

L'espérance mathématique et la variance de cette loi sont toutes deux égales à μ .

Le modèle de Poisson fait donc partie des modèles linéaires généralisés dont la fonction de lien est le logarithme et dont la fonction est la suivante :

$$\text{Log } Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}$$

La modélisation du temps passé Y est ainsi une combinaison linéaire des covariables X et de leurs paramètres β .

L'équivalent de cette fonction en passant à l'exponentielle donne donc (1) :

$$Y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) = \exp(\beta_0) \exp(\beta_1 x_{i1}) \exp(\beta_2 x_{i2}) \dots \exp(\beta_k x_{ik})$$

$\exp(\beta_0)$ représente l'effet de la moyenne μ , quand $X = 0$

$\exp(\beta_1)$ montre que toute augmentation d'une unité de la variable x_{i1} a un effet multiplicateur de $\exp(\beta_1)$ sur la moyenne de Y, μ . Ainsi :

- Si $\beta_1 = 0$, alors $\exp(\beta_1) = 1$, et la valeur obtenue est $\mu = E(Y) = \exp(\beta_0)$, donc Y et X ne sont pas liées.
- Si $\beta_1 > 0$, alors $\exp(\beta_1) > 1$, et la valeur prévue $\mu = E(Y)$ est $\exp(\beta_0)$ fois plus élevée que lorsque $X = 0$.
- Si $\beta_1 < 0$, alors $\exp(\beta_1) < 1$, et la valeur prévue $\mu = E(Y)$ est $\exp(\beta_0)$ fois plus faible que lorsque $X = 0$.

➤ Critères pour l'amélioration et la validation du modèle

• Analyse de la déviance

La déviance correspond à la différence entre le modèle étudié et le modèle parfait qui expliquerait le temps passé sur les terrains de chasse. On cherche donc ici à obtenir une déviance la plus basse possible.

• Test du Khi²

Pour chaque variable incluse dans le modèle, un test du Khi² est réalisé entre la différence entre la déviance du modèle sans la variable et celle du modèle avec la variable et le nombre de degré de liberté, ce qui fournit une P-Value.

Au risque de 10%, on peut rejeter l'hypothèse nulle, c'est-à-dire que les données ne sont pas compatibles avec l'hypothèse de nullité du coefficient, la variable est donc globalement significative.

- **Critère d'Akaike (A.I.C.) et optimisation du modèle**

L'ajustement d'un modèle au jeu de données observées est d'autant meilleur que l'AIC est faible. L'AIC est défini par la formule suivante :

$$AIC = -2\text{Log}L + 2p$$

où p est le nombre total de paramètres estimés pour la régression et L la vraisemblance.

Avec

$$L = \Sigma[ri \log(\pi_i) + (ni-ri) \log(1-\pi_i)]$$

Où r est le nombre de réussite ; n le nombre d'essais ; p la probabilité de réussir.

La fonction « StepAIC » disponible dans le package MASS sur R permet de réaliser une sélection par optimisation sur le critère AIC (Akaike). Cette sélection part du constat que plus le nombre de variables augmente, plus la déviance diminue (ou la vraisemblance augmente), même si la variable ajoutée n'est pas pertinente. La solution consiste donc à contrebalancer la réduction de la déviance avec une quantité traduisant la complexité du modèle et le problème de sélection devient un problème d'optimisation. Cette optimisation peut se faire en ajoutant au fur et à mesure des variables (direction = « Forward ») ou au contraire par suppression des variables (direction = « Backward ») ou bien les deux combinés en alternant (direction = « Forward / Backward »). On vérifie alors que chaque ajout de variable ne provoque pas la sortie d'une autre variable. La règle d'arrêt repose alors sur le fait que l'adjonction ou le retrait d'une variable n'améliore plus le critère.

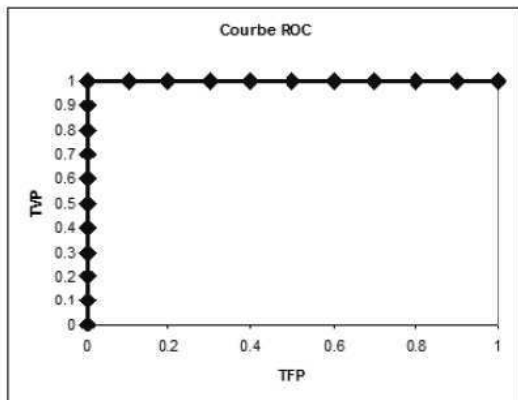
- **Matrice de confusion, courbe ROC et critère AUC**

La qualité d'un modèle de régression logistique peut être estimée grâce à la matrice de confusion qui permet de croiser le temps passé en activité de chasse par le modèle avec celui réellement observé.

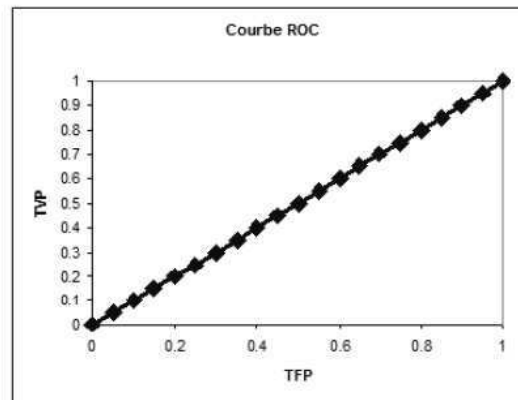
Une matrice de confusion repose sur le calcul mathématique de quelques indices plus empiriques permettant d'estimer la qualité du modèle établi, à savoir :

- le succès, qui est le pourcentage de valeurs correctement prédites ;
- la sensibilité, décrivant le pourcentage de valeurs réelles correctement prédites ;
- la spécificité, qui correspond au pourcentage d'absences réelles d'activité de chasse correctement prédites.

Cette matrice de confusion mène à une représentation graphique de la courbe ROC (Receiver-Operating Characteristics) permettant de définir statistiquement un seuil distinguant les prédictions de temps passé en chasse. La courbe ROC est issue du test de toutes les valeurs successives du seuil. A partir de cette courbe est déterminée la qualité du modèle grâce à l'AUC (Area Under the Curve). Cette aire correspond à la probabilité que la prédiction d'une présence de l'activité de chasse soit supérieure à celle d'une absence. Dans le cas du modèle parfait, l'AUC est maximale et est égale à 1. L'AUC est donc un estimateur de l'efficacité du modèle (FIF-ENGREF – Module ASTEC, 2009).



[A] Discrimination parfaite. Tous les positifs sont situés devant les négatifs lorsque l'on trie le tableau selon un score décroissant.



[B] Pas de discrimination. Les positifs et les négatifs sont mélangés c.-à-d. présentent des scores en moyenne identiques.

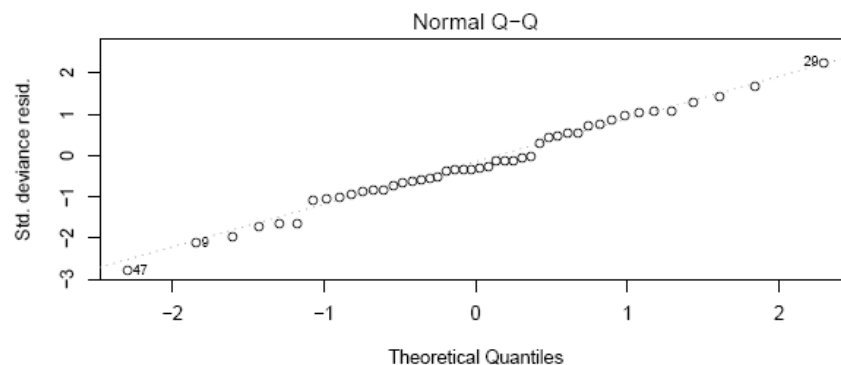
Courbe ROC selon les deux situations extrêmes de la modélisation (Rakotomalala, 2009)

Valeur de l'AUC	Qualité du modèle
0,9 à 1	Excellent
0,8 à 0,9	Bon
0,7 à 0,8	Correct
0,6 à 0,7	Médiocre
0,5 à 0,6	Mauvais

Signification statistique de la fiabilité des modèles

→ Analyse graphique pour la validation et compréhension du modèle

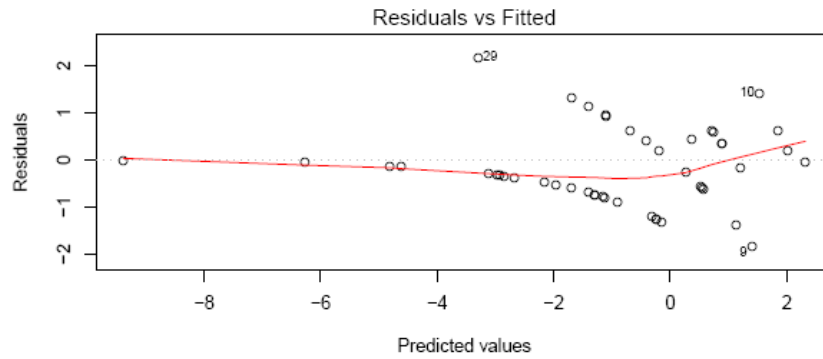
- **Etude de la normalité des résidus**



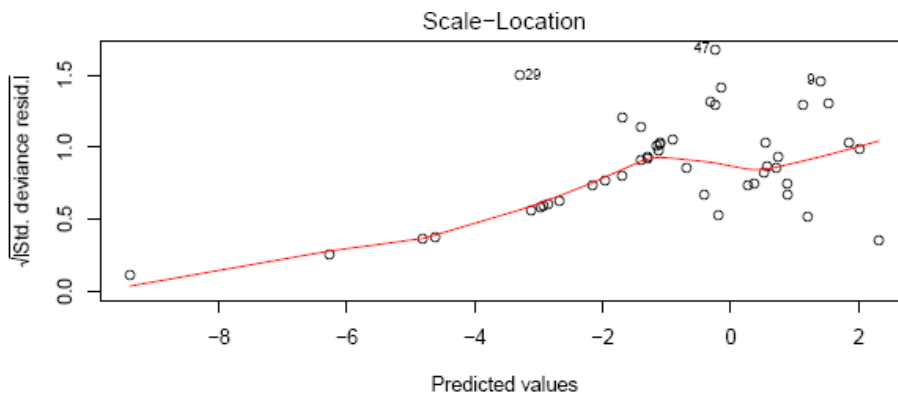
Représentation graphique quantile-quantile normal des résidus (normalité des résidus)

Ce graphique permet d'estimer la proximité du modèle à la distribution normale. La distribution des résidus par rapport à la normalité permet en effet d'observer les phénomènes de sous-dispersion ou de sur-dispersion pour les valeurs ajustées.

- **Analyse des résidus**



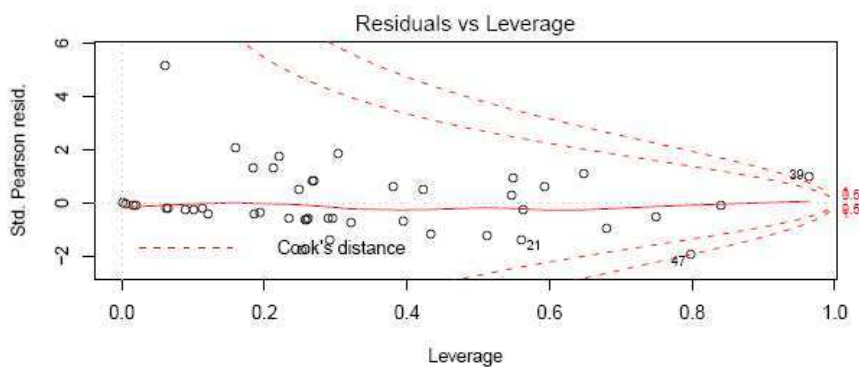
Représentation graphique des résidus en fonction des valeurs ajustées d'un modèle final



Représentation graphique de la valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées

Plus la valeur absolue du résidu est importante, moins la modélisation est de qualité pour le point considéré. Il appartient à chacun de se fixer les seuils au-delà desquels les points méritent une étude plus approfondie, seuil fixé à -2 et +2 dans cette étude (Rouvière, 2009).

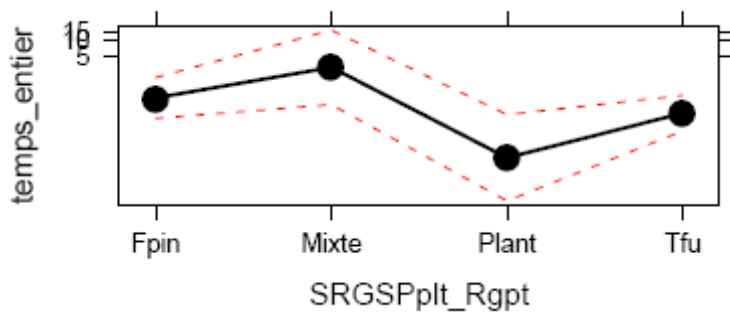
- **Effet de levier et distance de Cook**



Représentation graphique des résidus de Pearson en fonction du levier

La distance de Cook permet de quantifier l'écart entre les vecteurs de paramètres estimés en présence et en l'absence du point considéré. La distance de Cook peut être calculée à partir du résidu de Pearson standardisé. La conjonction d'un résidu et un levier élevés produit une distance de Cook élevée (Rakotomalala, 2009). Ainsi les points dépassant une valeur seuil de la distance de Cook constitue des points influents, c'est-à-dire à résidu élevé et effet de levier important. Ces points peuvent alors être éliminés du jeu de donnée car « pèsent trop lourd » dans la réalisation de la modélisation.

- **Etude de l'effet des variables**



Ce graphique permet d'observer l'effet de la variable considérée, ici qualitative, sur le modèle réalisé.

Représentation graphique du lien entre le temps passé en chasse et une variable qualitative

ANNEXE 14 - DESCRIPTION DES PEUPELEMENTS FORESTIERS ET DES LISIÈRES DE LA DRÔME PROVENÇALE



La Drôme provençale (Source : <http://www.cdrp-drome.com>)

➤ **Présentation de la Drôme provençale et du site d'étude**

→ **Géologie, topographie et climat**

Le relief collinéen du site d'étude situé en Drôme provençale s'organise autour de deux vallées, à l'ouest celle du Jabron et au sud celle du Lez. Le point culminant atteint 898 m.

La roche mère est de nature calcaire et les sols sont pour les sommets et replats des lithosols avec des affleurements rocheux dominants. Les versants sont concernés par des sols bruns calcaires rendziniformes. L'humus est carbonaté ou de type mull. La profondeur de sol constitue ainsi le facteur le plus limitant.

Le climat est méditerranéen avec des vents humides de secteur Sud. Malgré une pluviosité annuelle assez importante, l'ambiance climatique s'avère relativement sèche (plus de 40 % des précipitations de septembre à décembre et souvent de façon violente).

La pluviométrie moyenne annuelle est de 900-1000 mm et la température moyenne annuelle de 13°C. Le climat est ainsi subméditerranéen humide assez chaud.

Ce climat explique ainsi la présence de viticulture et de lavandiculture en plaine tandis que les reliefs sont le plus souvent laissés à la garrigue, aux taillis de chênes, de pins sylvestres et de genévriers.

→ **Peuplements forestiers de la Drôme provençale**

• **Essences et peuplements présents**

Sur l'ensemble du secteur concerné par les domaines vitaux des colonies de chauves-souris étudiées, les peuplements forestiers présents sont majoritairement du taillis de chêne pubescent,

des futaies de pin noir et de pin sylvestre ainsi que des peuplements mixtes. On note aussi la présence de hêtres et érables, peuplements peu fréquents et peu étendus cantonnés aux bas de pente et fonds de ravins. La strate buissonnante est constituée de buis qui peut s'avérer envahissant par endroit, accompagné d'aubépines, noisetiers, cornouillers, troènes, fusains... Les taillis et futaie de pin sylvestre s'avèrent souvent de qualité médiocre. Des reboisements en résineux ont aussi été réalisés cèdres, pin noir d'Autriche ou encore pin laricio de Corse.

• **Historique, traitements passés et situation actuelle**

Ces forêts s'avèrent le plus souvent le résultat de la déprise agricole. Les peuplements présentent souvent une certaine hétérogénéité puisqu'en cours d'évolution naturelle et possèdent quelques noyaux anciens. Enfin le taillis fut le traitement le plus courant par le passé, assurant ainsi un apport en bois de chauffe. Les rotations étaient de 20 ans ; aujourd'hui élevées à 35-40 ans.

L'ensemble des boisements présente des signes de dépérissements (descente de cimes et nombreuses branches mortes) au-delà de 50 ans, le climat sec et venteux ainsi que le sol pierreux constituent les principales causes de ces observations.

Des risques sanitaires sont à craindre par la présence de la chenille processionnaire pour les pins et le bombyx disparate concernant les chênes pubescents.

Certaines forêts sont couvertes par le schéma DFCI Vallée du Rhône-Collines Rhodaniennes. Le chêne pubescent présente une inflammabilité moyenne et une combustibilité forte, ces deux paramètres étant forts pour le pin.

Les débouchés sont le bois de chauffage pour les feuillus, de la palette, poteau, charpente et trituration pour les résineux.

➤ **Présentation générale des placettes décrites en Drôme Provençale**

Les terrains de chasse de 4 barbastelles et 10 murins de Bechstein ont été étudiés dans ce secteur (respectivement 1 indéterminée (c'est-à-dire non reproducteur ou trop jeune) et 3 non allaitantes ; 4 gestantes, 2 allaitantes, 1 non gestante, 1 juvénile et 2 indéterminées).

Sur l'ensemble des lisières décrites, la moitié était des lisières externes et l'autre des lisières internes.

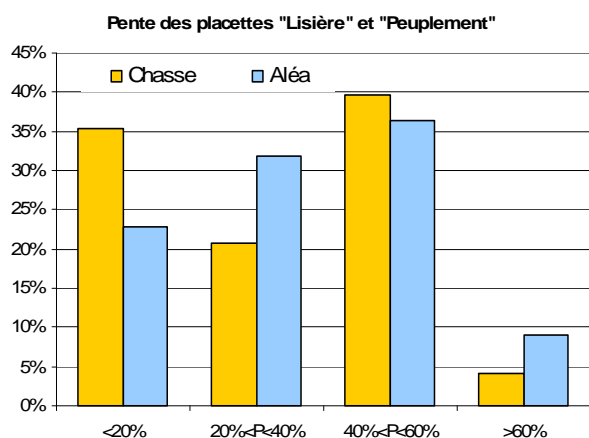
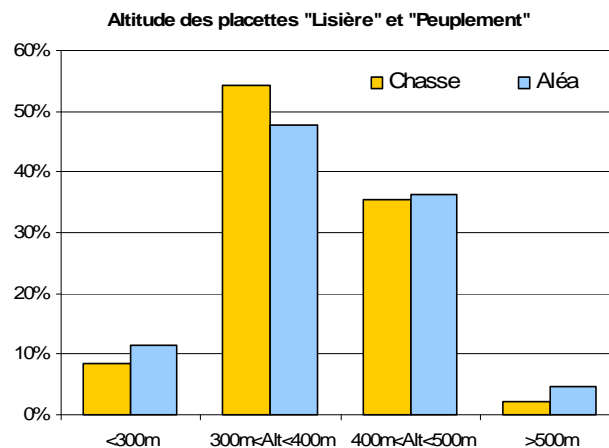
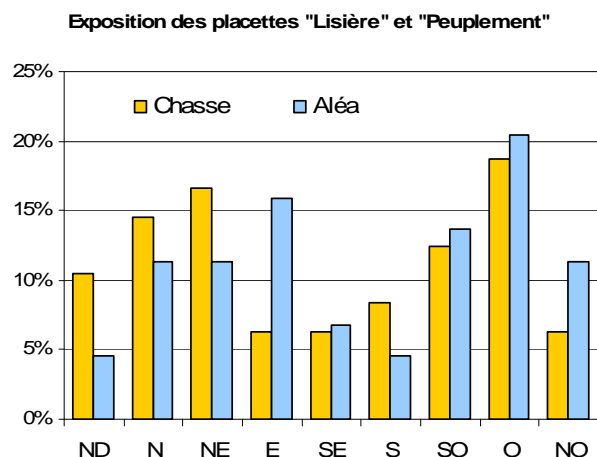
Les peuplements décrits concernaient essentiellement le Murin de Bechstein.

Placettes en Drôme provençale		Aléatoire	Chasse	Total
Barbastelle	Lisière	10	15	25
	Peuplement	1	1	2
	Total	11	16	27
Murin de Bechstein	Lisière	21	23	44
	Peuplement	21	21	42
	Total	42	44	86
Total		53	60	113

Nombre de placettes décrites en Drôme provençale par espèces et type de placette

En considérant le nombre de placettes décrites, la méthode d'échantillonnage et l'hétérogénéité des peuplements forestiers, les descriptions qui vont suivre permettent seulement d'illustrer les peuplements rencontrés. On essaiera quand même d'observer s'il existe, à ce niveau déjà, des distinctions visibles entre les habitats forestiers exploités par la Barbastelle d'Europe et le Murin de Bechstein. On comparera notamment les résultats des terrains de chasse par espèce à ceux des placettes aléatoires.

→ **Situation et topographie des habitats forestiers décrits en Drôme provençale**



On observe que l'ensemble des habitats forestiers décrits (terrain de chasse et placette aléatoire) se situent dans des conditions topographiques variées. Une large gamme d'exposition, pente et altitude est en effet concernée. Cependant aucune différenciation ne se distingue entre la situation des terrains de chasse et des placettes aléatoires.

Exposition, altitude et catégorie de pente des habitats forestiers décrits en Drôme provençale

→ **Analyse des lisières forestières de la Drôme provençale**

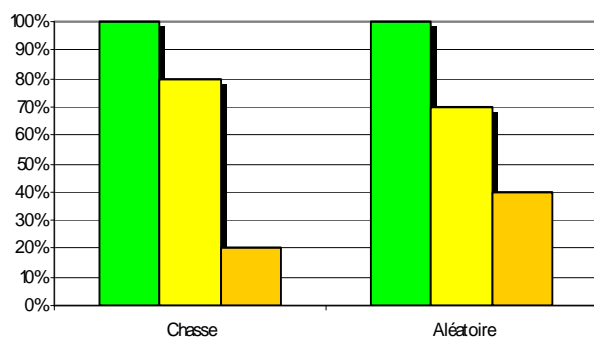
• **Linéarité, perméabilité, continuité et écotone**

Concernant la linéarité, l'étagement, la continuité de la lisière ainsi que le recouvrement du houppier aucune préférence notable n'est observée.

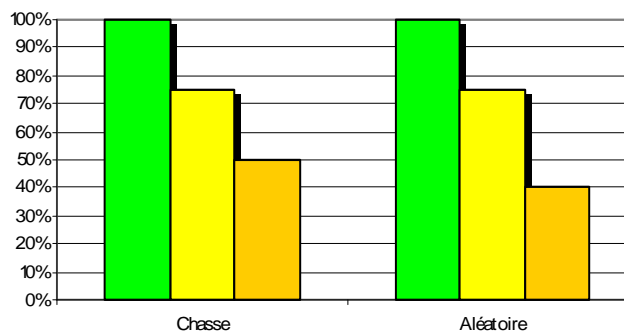
La perméabilité des lisières est en moyenne égale à 50% et comprise entre 30 et 80%.

➤ Stratification des lisières

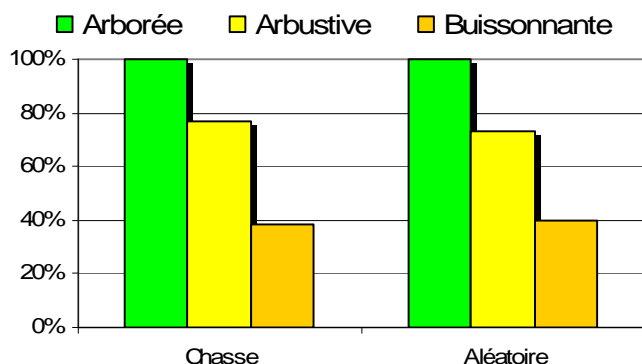
Stratification des lisières - Barbastelle



Stratification des lisières - Murin de Bechstein



**Stratification des lisières
Barbastelle et Murin de Bechstein**



La stratification des lisières est ici traduite par la présence ou l'absence des strates arborée, arbustive et buissonnante. Ainsi les graphiques suivant correspondent à la proportion de lisières où ces strates ont été observées.

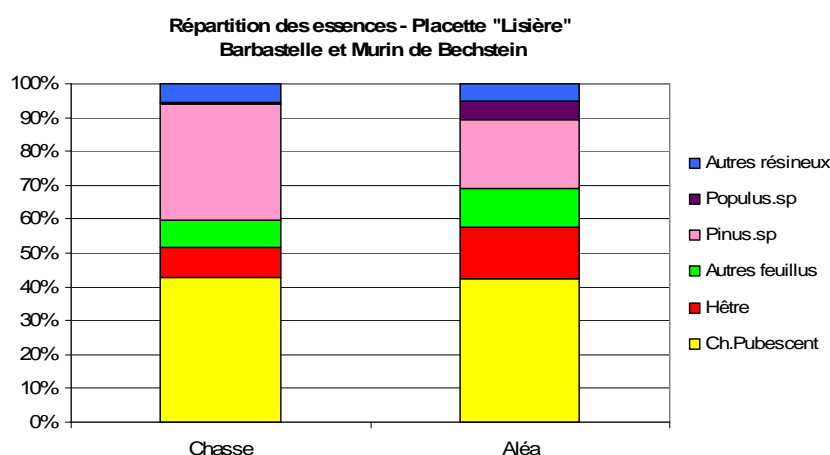
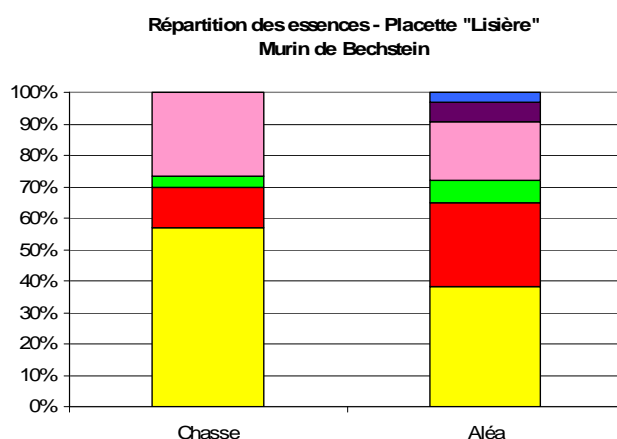
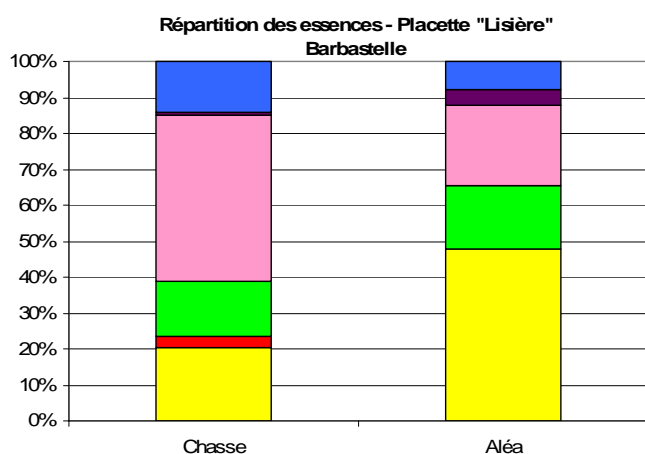
On remarque que les lisières étudiées s'avèrent souvent stratifiées avec la présence d'une strate buissonnante. Aucune différenciation ne ressort entre les terrains de chasse et les placettes aléatoires.

Stratification des lisières décrites en Drôme provençale

• Composition de la strate arborée

La composition en essences (en pourcentage de recouvrement) de la strate arborée des lisières internes ou externes montre pour les deux espèces confondues que les terrains de chasse sont à composition essentiellement mixte feuillus-résineux. Les placettes aléatoires présentent une part un peu plus élevée de feuillus (70% contre 50% sur les terrains de chasse).

On observe de plus que la Barbastelle présente une activité de chasse au sein des peuplements à majorité de résineux contrairement au Murin de Bechstein qui semble préférer les peuplements feuillus.



Rq : Les essences observées outre le chêne, hêtre et pins sont le tilleul, peupliers, robinier, érables plane et sycomore ou bien encore de l'if. En arbustif ou buissonnant ; viorne, alisier blanc, buis, genévrier, aubépine, cornouiller, sureau, laurier ou encore genêt à balai complètent la liste des essences présentes sur le site.

Répartition du couvert selon les essences des lisières forestières décrites en Drôme provençale

• Description de la surface terrière, densité et volume des lisières

Voici les résultats obtenus sur les terrains de chasse situés en lisière forestière :

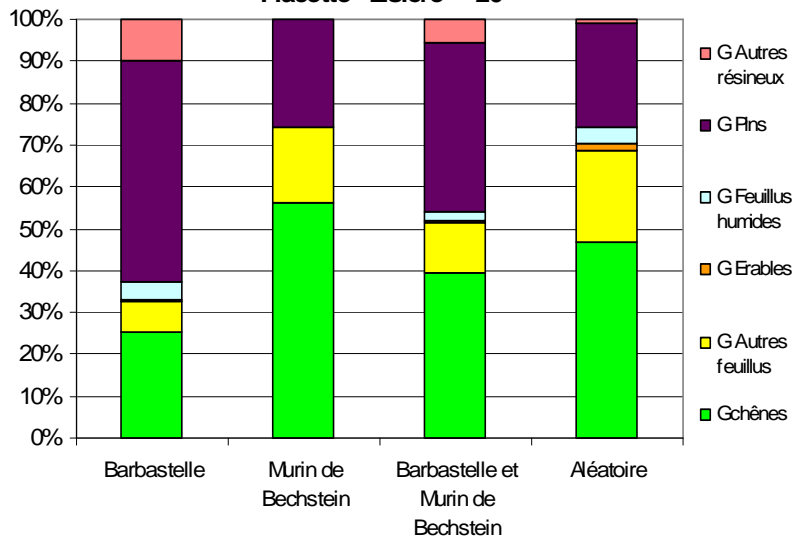
Variables	Moyenne	Maximum
$G_{Perches+PC}$	26m ² /ha	61m ² /ha
G_{PC}	19,5m ² /ha	51m ² /ha
N_{PC}	340 tiges/ha	1000 tiges/ha
N_{Pe}	460 tiges/ha	1800 tiges/ha
V	190m ³ /ha	510 m ³ /ha

Données sur la surface terrière, la densité et le volume de bois des lisières forestières des terrains de chasse de la Drôme provençale

Ayant peu de point de comparaison, on peut estimer ici que la surface terrière est relativement basse alors que les densités, et notamment de perches, assez élevées.

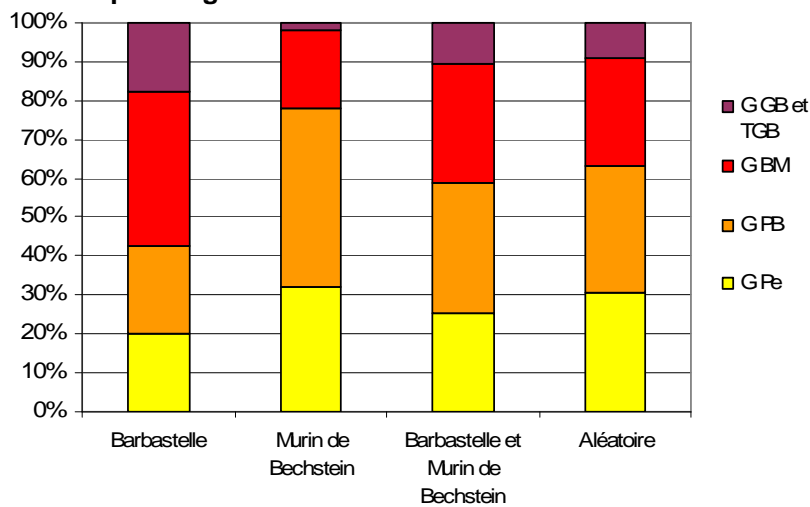
Répartition de la surface terrière moyenne par essences

Placette "Lisière" - 26



La ventilation de la surface terrière par essence nous indique comme remarqué ci-dessus que les pins peuvent être sélectionnés par la Barbastelle et les chênes par le Murin de Bechstein.

Répartition de la surface terrière moyenne par catégorie de diamètre - Placette "Lisière" - 26



La répartition en catégorie de diamètre illustre la proportion importante de perches et petits bois et la faible présence de gros bois à très gros bois. La Barbastelle semble chasser dans des lisières présentant plus de bois de gros diamètre donc des peuplements plus âgés.

Répartition de la surface terrière par essences et catégories de diamètre des lisières forestières de la Drôme provençale

• **Le bois mort au sein des lisières**

Voici quelques données chiffrées sur la quantité de bois mort présente au sein des lisières :

Données	Nature	Terrain de chasse		Placette aléatoire	
		Moyenne	Maximum	Moyenne	Maximum
Volume	Total	11,3 m ³ /ha	90 m ³ /ha	28 m ³ /ha	219 m ³ /ha
Volume	Sol	6,8 m ³ /ha	52 m ³ /ha	21 m ³ /ha	212 m ³ /ha
Volume	Sur pied	4,5 m ³ /ha	37 m ³ /ha	6,1 m ³ /ha	58 m ³ /ha
Densité de perches et précomptables	Sur pied	36 tiges/ha		38 tiges/ha	206 tiges/ha
Densité de précomptables	Sur pied	17 tiges/ha		10 tiges/ha	95 tiges/ha

Données sur le bois mort au sein des lisières forestières des terrains de chasse de la Drôme provençale

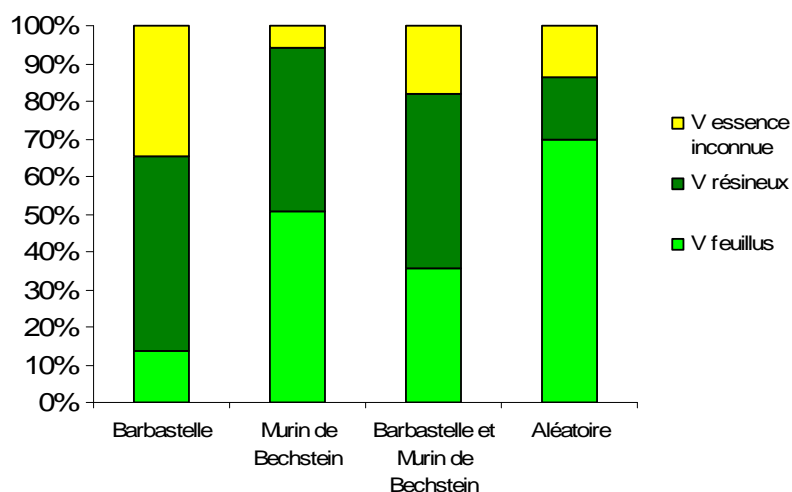
Le volume de bois mort atteint ainsi en moyenne 6% du volume de bois vivant sur pied.

Les volumes de bois mort total sont en moyenne égaux à 12,3 m³/ha pour la Barbastelle et 10,7 m³/ha pour le Murin de Bechstein.

En moyenne, le bois mort est réparti également entre essences résineuses et feuillues et il est majoritairement peu décomposé. Très peu de bois très décomposé a été observé sur les terrains de chasse situés en lisière.

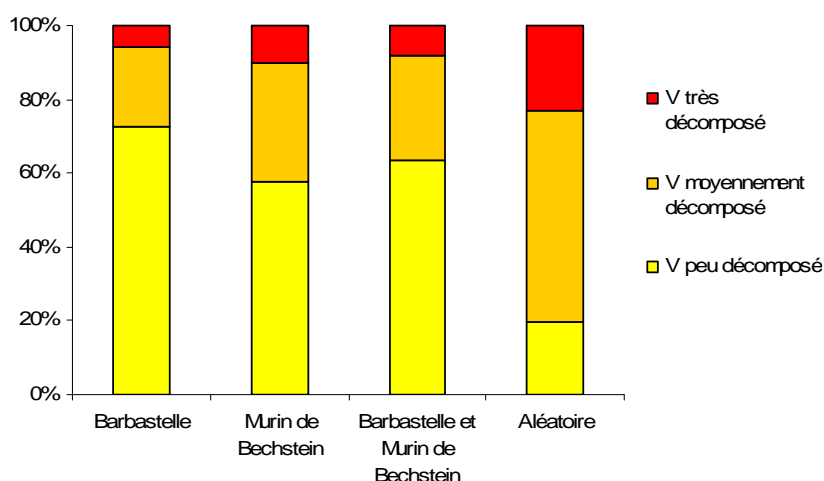
La densité de bois mort sur pied atteint ainsi en moyenne 5% de la densité des arbres vivants.

Répartition du volume total moyen de bois mort par essences
Placette "Lisière" - 26



La Barbastelle chasse majoritairement sur des terrains de chasse à bois mort d'essences résineuses, ce qui paraît logique puisqu'elle chasse sur des lisières à présence élevée de pins. Le Murin de Bechstein, quant à lui, chasse sur des placettes ayant du bois mort issu d'essences feuillues.

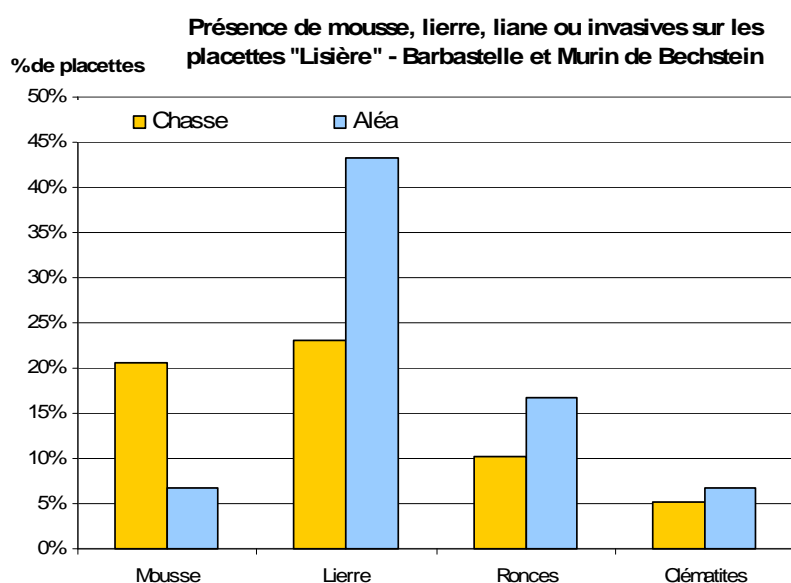
Répartition du volume total moyen de bois mort par stade de décomposition - Placette "Lisière" - 26



Concernant le stade de décomposition, le bois mort peu décomposé est majoritairement présent sur les terrains de chasse des deux espèces, contrairement aux placettes aléatoires où le moyennement décomposé constitue environ 60% de la moyenne du volume de bois mort total.

Répartition du volume de bois mort total par essences et stade de décomposition au sein des lisières en Drôme provençale

• **Eléments floristiques des lisières**



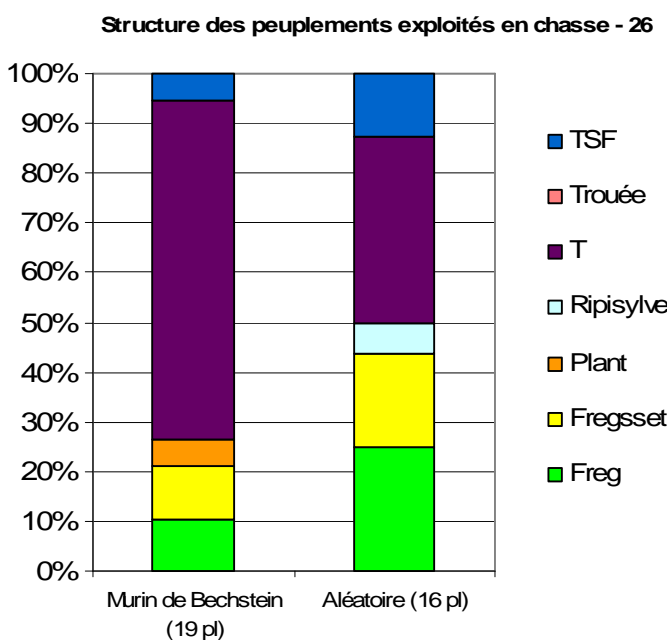
La présence de mousses, lierre et invasives a été décrite sur le terrain. Ces paramètres sont en effet liés à la présence d'insectes notamment la ronce qui est particulièrement intéressante car florifère.

La clématite s'avère systématiquement très abondante dès qu'elle est présente. Les mousses ne sont jamais très abondantes et lierre et ronces se trouvent en quantité moyenne et élevée sur les différentes placettes

Présence de mousses, lierre, ronces et liane au sein des lisières décrites en Drôme provençale

→ **Analyse des peuplements forestiers de la Drôme provençale**

• **Structure et traitement des peuplements forestiers**



Les peuplements utilisés lors de la chasse présentent des surfaces terrières faibles à moyennes et des densités élevées. Nous sommes en effet le plus souvent dans le cas de taillis ou taillis vieilli de chênaies pubescentes plus ou moins mélangées avec du pin sylvestre. Des plantations de Pins et autres résineux ont aussi été utilisées en tant que terrain de chasse.

Des peuplements jeunes et denses ou de 15 à 40 ont été exploités en terrain de chasse, mais 60% étaient âgés de 40 à 80 ans.

Structure des peuplements décrits en Drôme provençale

Les peuplements de la Drôme provençale sont à 90% composés de 2 ou 3 strates (résultat valable sur les terrains de chasse et les placettes aléatoires).

• **Surface terrière, densité, volume, recouvrement des peuplements forestiers**

Voici les résultats obtenus sur les terrains de chasse situés en lisière forestière :

Type de peuplement	Variables	Moyenne	Maximum
Origine naturelle	$G_{\text{Perches+PC}}$	17 m ² /ha	61m ² /ha
Taillis et TSF	$G_{\text{Perches+PC}}$	15m ² /ha	
futaie régulière avec ou sans sous-étage	$G_{\text{Perches+PC}}$	18m ² /ha	
H		16 m	5 à 30 m
G_{PC}		19,5m ² /ha	51m ² /ha
N_{PC}		240 tiges/ha	800 tiges/ha
N_{Perches}		930 tiges/ha	1800 tiges/ha
V		100m ³ /ha	191 m ³ /ha
Dmax		28 cm	55 cm
Recouvrement total		67%	90%

Données sur la surface terrière, la densité et le volume de bois des lisières forestières des terrains de chasse de la Drôme provençale

Remarque : L'ensemble des surfaces terrières concernent les perches et les arbres précomptables (soit un diamètre supérieur à 7,5 cm).

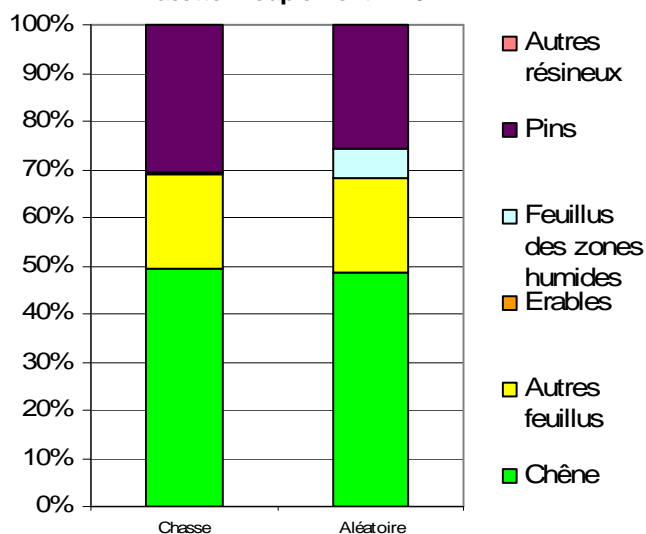
Ce qui est considéré comme futaie est rarement issu d'un réel traitement en futaie mais plutôt de taillis vieilli ayant connu peu d'interventions et qui présente aujourd'hui une structure proche de la futaie.

Ces peuplements ne sont pas très élevés, la hauteur étant limitée par les conditions stationnelles et les plus élevées se trouvent en stations de fond de vallon.

Les peuplements sont majoritairement âgés de 40 à 80 ans ; 35% des placettes décrites présentaient en effet des peuplements plus jeunes (jeune et dense ou entre 15 et 40 ans). Nous sommes donc sur des peuplements relativement jeunes ou d'âge moyen.

Concernant la stratification et le recouvrement, ces peuplements sont denses et présentent ainsi un couvert total souvent important. 90% des placettes décrites présentaient 2 ou 3 strates.

Répartition de la surface terrière par essences
Placette "Peuplement" - 26



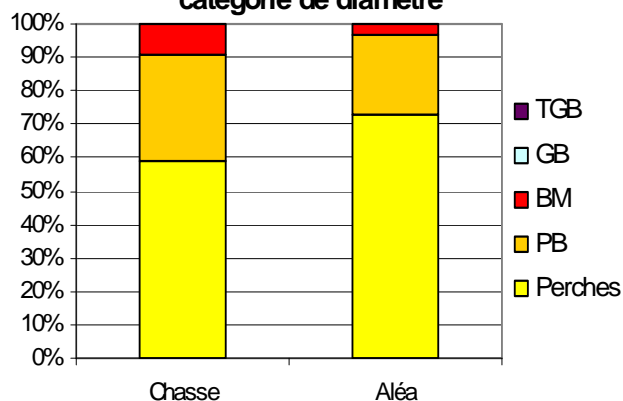
Voici la représentation de la surface terrière ventilée par essences et catégories de diamètres (en % de la moyenne de la surface terrière totale (perches et précomptables)).

Rq : Hêtre puis Erable sycomore et plane, Frêne, Châtaignier, Alisier blanc ou Robinier forment le groupe « Autres feuillus ».

Tremble et peupliers forment le regroupement « Feuillus des zones humides » c'est-à-dire hygrophile

Les « Autres résineux » sont le Sapin blanc et de Nordmann, l'Epicéa, l'If et le Thuya.

Répartition de la surface terrière en
catégorie de diamètre



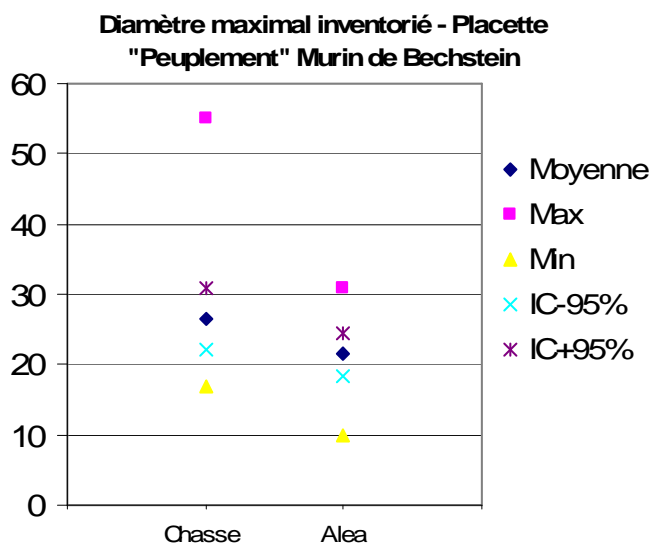
Des peuplements mixtes à majorité de feuillus sont donc utilisés en terrain de chasse.

Pin sylvestre, Pin noir et Pin maritime constituent les essences résineuses dominantes, ainsi que quelques plantations de Cèdre. Les autres résineux sont très minoritaires.

Ces peuplements à croissance lente et souvent issus de traitement en taillis, présentent une majorité de perches et très peu de bois moyen à très gros bois.

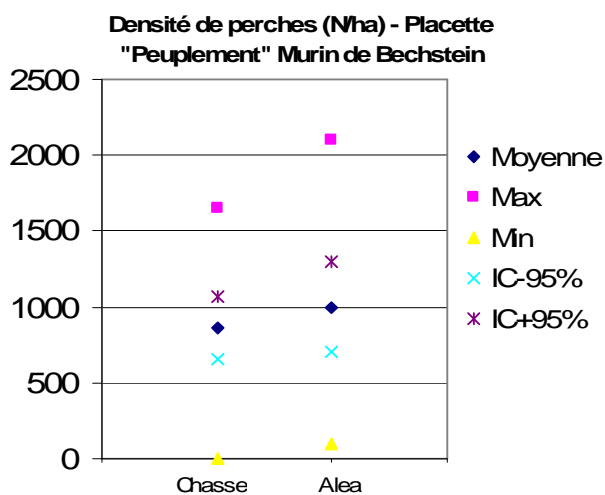
Ventilation de la surface terrière en essences et catégorie de diamètre des peuplements décrits en Drôme provençale

Des premières distinctions entre terrain de chasse et placettes aléatoires sur quelques variables ont été testées à travers la réalisation de boîtes à moustache. Les résultats fournissent quelques indications mais ne sont pas probants.



On peut observer ici que des terrains de chasse se situent dans des peuplements présentant des bois moyens et gros bois, ce qui peut se traduire par la fréquentation de peuplements plus âgés que ceux observés et disponibles sur le site.

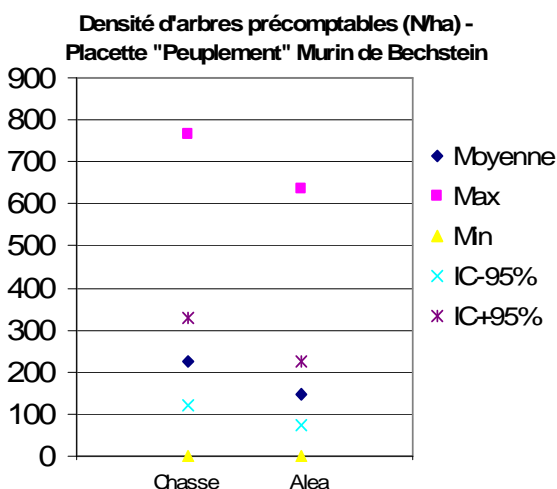
Boîte à moustache sur le diamètre maximal inventorié des peuplements décrits en Drôme provençale



La densité de perches pourrait aussi influencer sur l'utilisation des peuplements en tant que terrain de chasse, on observe en effet que cette densité est plus faible comparée aux valeurs mesurées sur les points aléatoires.

Ce sont les taillis jeunes qui présentent ces densités importantes de perches.

En revanche, sur la densité totale (perches et arbres précomptables), aucune distinction ne peut être faite entre les terrains de chasse et les points aléatoires.



La densité d'arbres précomptables étant plus élevée sur les terrains de chasse, la densité totale s'avère alors comparable entre les deux types de placettes. En revanche cette différence de proportion entre perches et précomptables traduit une stratification horizontale des peuplements différente.

Boîte à moustache sur les densités des peuplements décrits en Drôme provençale

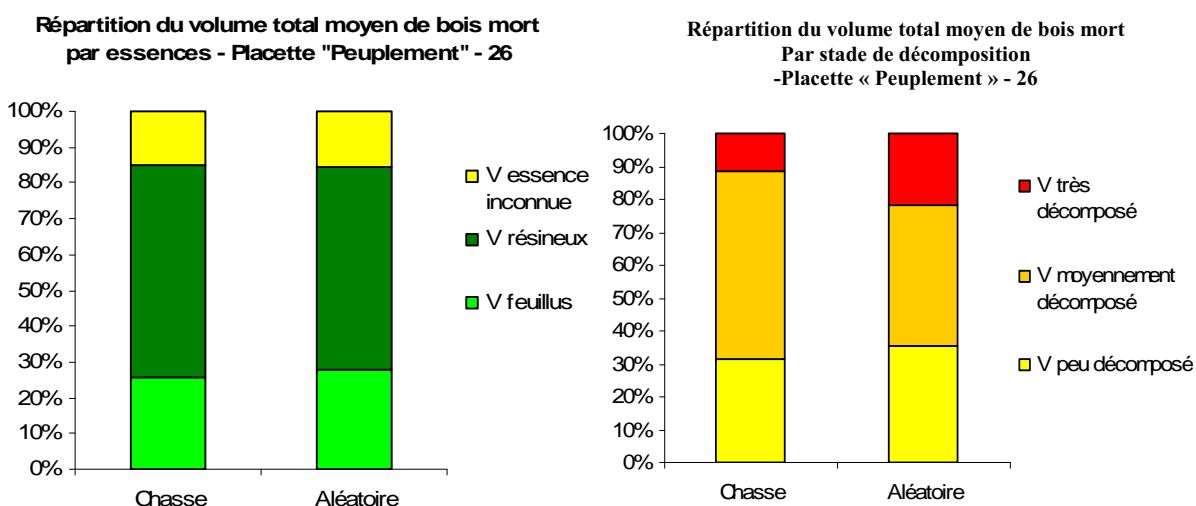
• Le bois mort au sein des peuplements forestiers

Données	Nature	Moyenne	Maximum
Volume	Total	12 m ³ /ha	41 m ³ /ha
Volume	Sol	7,8 m ³ /ha	34 m ³ /ha
Volume	Sur pied	4,2 m ³ /ha	17 m ³ /ha
Densité de perches et précomptables	Sur pied	58 tiges/ha	
Densité de précomptables	Sur pied	15 tiges/ha	

Données sur le bois mort au sein des peuplements forestiers des terrains de chasse de la Drôme provençale

Le volume de bois mort atteint ainsi en moyenne 12% du volume de bois vivant sur pied.

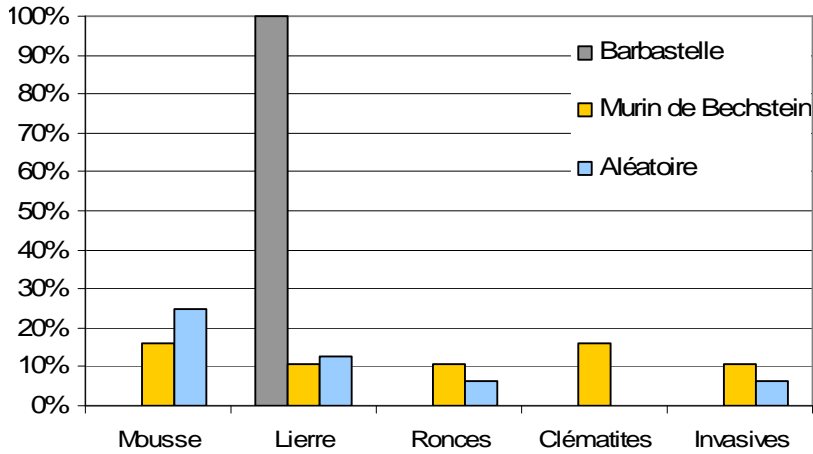
Ainsi, en moyenne, le bois mort est majoritairement d'essences résineuses et moyennement décomposé. Très peu de bois très décomposé a été observé sur les terrains de chasse ; les conditions d'humidité et d'ensoleillement (climat sec) peuvent en effet inhiber la décomposition du bois.



Répartition du volume de bois mort total par essences et stade de décomposition au sein des peuplements en Drôme provençale

• **Éléments floristiques des peuplements forestiers**

**Présence de mousse, lierre, ronces, clématites et invasives
(% du nombre de placettes décrites)
Placette "Peuplement" - Drôme provençale**



La présence de lierre pour la Barbastelle et, dans une moindre mesure, de clématites pour le Murin de Bechstein semblent ici importantes.

Présence de mousses, lierre, ronces ou lianes au sein des peuplements décrits en Drôme provençale

ANNEXE 15 - DESCRIPTION DES PEUPEMENTS FORESTIERS ET DES LISIÈRES DE L'AVANT-PAYS SAVOYARD

➤ Présentation de l'avant-pays savoyard et du site d'étude

→ Géologie, topographie et climat

Délimitée à l'est par la chaîne de l'Epine et à l'ouest par le Rhône, cette région de basses montagnes a une altitude moyenne comprise entre 500 et 600 mètres. La chaîne de l'Epine culmine à 1500 m et la vallée du Rhône est située aux alentours de 200 m d'altitude.

Le paysage est de type bocager avec un recouvrement important de peuplements feuillus. Les milieux ouverts sont principalement des prairies de fauche ou de pâture. Dans le lit majeur du Rhône la populiculture et la maïsiculture occupent une majeure partie des terres agricoles.

Concernant les conditions stationnelles, divers sols peuvent être rencontrés selon la topographie. Ainsi on note la présence de sols moyennement profonds à caillouteux, brunifiés ou carbonatés, de texture limoneuse ou argileuse et surmontés d'un humus carbonaté ou de type dysmull. Sur l'anticlinal du Mont du Chat, ils s'avèrent squelettiques et fissurés. Des éboulis calcaires sur les versants de la montagne du Chat sont notamment présents. Enfin on trouve des sols profonds et frais le long du Rhône.

Le climat de type continental se caractérise par des étés chauds où les effets de la température se trouvent accentués par l'exposition Sud-Ouest.

La pluviosité annuelle est relativement élevée (1 400 mm). Les précipitations sont assez bien réparties sur toute l'année et n'accusent pas de baisse sensible sur l'ensemble de la période de végétation. La neige s'installe généralement en décembre et disparaît vite au mois de Mars.

En plaine le long du Rhône, le climat est celui de plaine humide avec apparition de nappes en périodes de pluie par proximité du fleuve.

→ Peuplements forestiers de l'avant-pays savoyard

• Essences et peuplements présents

Les forêts concentrées sur les chaînons calcaires sont représentées par de maigres taillis thermophiles en exposition sud-ouest passant progressivement en altitude à la hêtraie avec quelques sapinières sèches. De nombreuses plantations résineuses en bandes et de peupleraies en bordure du Rhône ont aussi été réalisées.

On trouve dans l'avant-pays savoyard une diversité en essence importante : majoritairement chênes, charme, hêtre mais aussi alisiers, érables (plane, champêtre, sycomore, à feuille d'obier et de Montpellier), merisier, frêne et châtaignier pour les essences arborées feuillues ; épicéas, sapin, douglas et pins sont présents en tant que peuplement naturel en altitude ou issu de plantation et enfin noisetier, cornouiller, viornes ou encore aubépines complètent la strate buissonnante.

Les peuplements présents caractérisés grâce à la typologie du GSM (Guide de sylviculture de montagne) sont notamment :

- Des peuplements à strates 1 ou 2 prépondérantes ou peuplement à strate 1 et 2 : peuplement résineux souvent issus de plantations de 20 à 25m de haut et de 14 à 25 m²/ha
- Des taillis chétif à riche de 6 à 12m de haut et compris entre 4 et 17m²/ha

La production est estimée, selon les stations, à 1 à 3 m³/ha/an pour le taillis et 2,5 à 5 m³/ha/an pour les résineux.

• Historique, traitements passés et situation actuelle

La gestion passée de ces peuplements décrite dans les aménagements montre un usage excessif de la ressource bois au 19^e siècle dû aux besoins importants d'une population nombreuse (rotation des coupes d'affouage de 15 ans en 1858). Les peuplements gérés alors essentiellement en taillis pour le bois de chauffe voient leur durée de rotation ensuite s'élever à 20 ans pour atteindre 40-50 ans dans l'aménagement en cours.

Des enrésinement en pins (années 30) puis en épicéas, sapins et douglas (année 60) ont de même été réalisés et gérés en futaie régulière.

La gestion actuelle reste au taillis ou TSF à l'étage collinéen, les feuillus présentant une qualité médiocre pour le sciage. Le traitement en régulier ou irrégulier par bouquets de 0,1 à 0,5 ha à l'étage montagnard (altitude supérieure 900m) est présent en hêtraie-sapinière ou au sein des peuplements résineux permettant la production de bois d'œuvre résineux (40-45cm à 120 ans), les feuillus étant à rôle cultural.

Les stations forestières des aulnaie-frênaie hygrophile-mésophile sur les alluvions du Rhône ont connu un reboisement en plantations de peupliers (clones flévo et Beaupré) présentant encore quelques noyers et frênes. Les exploitations sont envisagées à 25 ans pour 45 cm de diamètre avec broyage, élagage et traitement contre la rouille à Mélampsora.

L'état sanitaire des peuplements est satisfaisant pour les feuillus. Cependant celui des résineux introduits vers 1965 est préoccupant. Les sapins, épicéas sont mal adaptés à la station et souffrent de la sécheresse. Dans ces conditions, l'épicéa subit des attaques de scolyte (*Ips typographe*) favorisées par les chablis et la chaleur. L'enlèvement rapide des chablis et des arbres scolytés a été conseillé afin de réduire le risque de propagation. Solution qui ne devrait pas être appliquée systématiquement puisque ces arbres dépérissants et morts voient leur écorce se décoller et offrent ainsi des gîtes à la Barbastelle et au Murin de Bechstein. Une colonie a en effet été trouvée sous l'écorce décollée d'un épicéa mort sur pied. Il paraît donc important ici de bien estimer les dangers potentiels de pullulation de typographes au sein des peuplements résineux afin d'une part de préserver ces gîtes potentiels et d'autre part d'éviter toutes interventions coûteuses.

• Biodiversité riche et protégée

La richesse en chiroptères et la présence de rapaces menacés tels que le faucon ou le circaète ont engendré une classification en site Natura 2000. Ainsi la gestion prévue dans les forêts communales concernées prend en compte cette biodiversité. L'ensemble des dispositions prises visent à favoriser les chiroptères, l'entomofaune xylophage et l'avifaune cavernicole.

Ainsi parmi les choix de gestion mise en compatibilité avec le DOCOB (massif principal de La Charvaz), on trouve une volonté de :

- retourner au feuillus après coupe définitive de résineux ;
- favoriser la régénération naturelle ;
- maintenir des îlots de vieillissement et d'îlots en évolution naturelle (sénescence) ;
- traiter en taillis par bouquets de 0,5 ha maximum à rotation longue de 50 ans au sein de l'habitat prioritaire "forêt de pentes et ravins".

Globalement à l'échelle d'un versant, une mosaïque de structures de peuplements forestiers est recherchée, afin notamment de favoriser la diversité des espèces animales et végétales grâce particulièrement aux effets de lisière.

Ainsi le traitement en taillis par bouquets (ou TSF localement) de surface unitaire inférieure à 0,50 ha envisagé sur les meilleures stations permet la diversité des structures et la multiplication des lisières. Un balivage recrutant par ordre de priorité les essences suivantes merisier, érables, tilleuls, frêne, châtaignier et chênes est aussi prévu sur ces stations aux meilleures potentialités.

La rotation du taillis, adaptée en fonction de la potentialité, est de 40 ou 50 ans en échelonnant au maximum les coupes dans le temps.

Rq : Le traitement en irrégulier a été écarté compte tenu des niveaux de fertilité faibles.

Le maintien d'îlots de vieillissement de 10 ares minimum est envisagé autour de vieux arbres ou d'arbres de grosse dimension. Celui d'îlot de sénescence concerne la station à chêne pubescent, stations les plus défavorables. Ces îlots seront assis le long des courbes de niveau en tenant compte des contraintes liées à l'exploitation.

Lors du martelage, les consignes comprennent un travail en faveur du mélange des essences, du maintien sur pied des arbres sénescents ou morts et des arbres à cavité. Les arbres ainsi conservés ne devront être marqués ultérieurement que s'ils représentent une menace pour le peuplement ou la sécurité publique.

Enfin les périodes d'intervention doivent éviter de concerner les sites de nidification en période de reproduction.

➤ Présentation générale des placettes décrites dans l'avant-pays savoyard

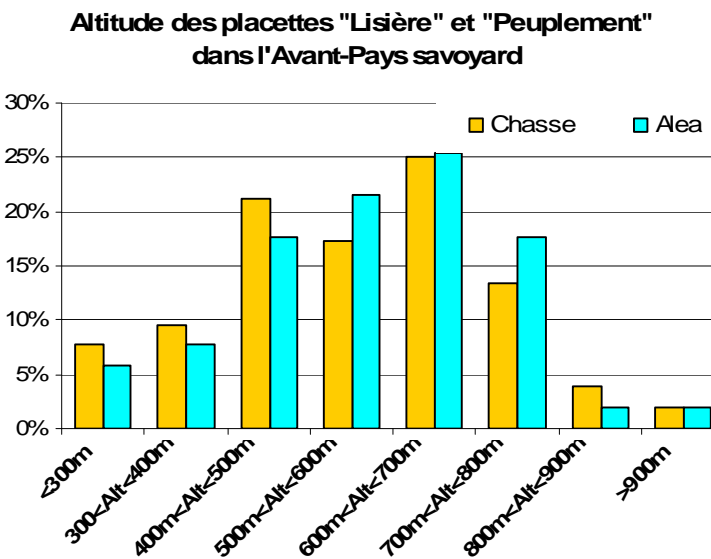
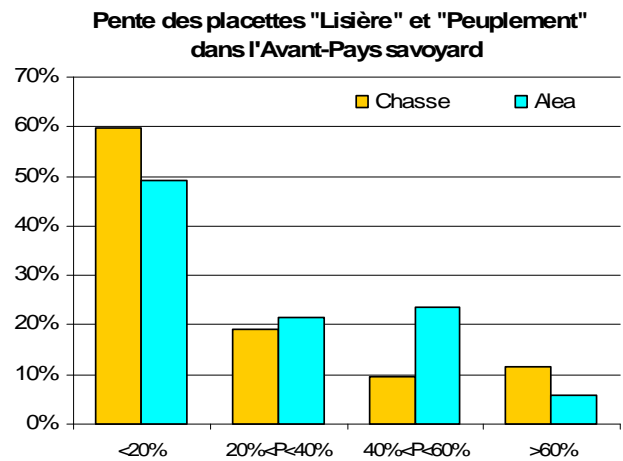
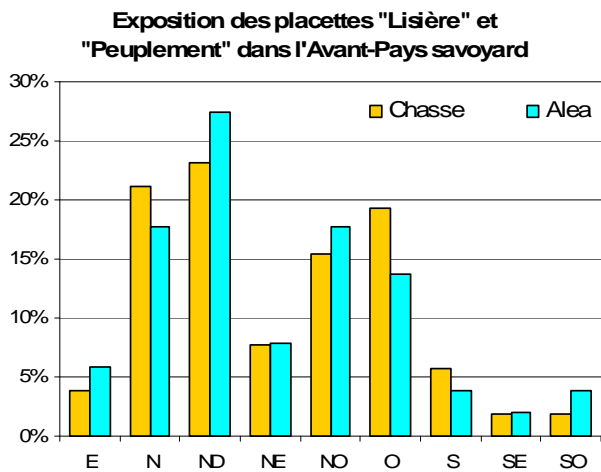
Les terrains de chasse de 11 Barbastelles et 7 Murins de Bechstein ont été étudiés dans ce secteur (respectivement 8 allaitantes, 2 gestantes et 1 indéterminée (c'est-à-dire non reproducteur ou trop jeune) ; 2 allaitantes, 3 gestantes et 2 indéterminées). Ainsi concernant les terrains de chasse situés en lisière, 5 lisières internes et 27 lisières externes ont été décrites (deux espèces confondues).

Placettes en avant-pays savoyard		Aléatoire	Chasse	Total
Barbastelle	Lisière	27	28	55
	Peuplement	9	9	18
	Total	36	37	73
Murin de Bechstein	Lisière	4	4	8
	Peuplement	11	11	22
	Total	15	15	30
Total		51	52	103

Nombre de placettes décrites dans l'avant-pays savoyard par espèces et type de placette

En considérant le nombre de placettes décrites, la méthode d'échantillonnage et l'hétérogénéité des peuplements forestiers, les descriptions qui vont suivre permettent seulement d'illustrer les peuplements rencontrés. On essaiera quand même d'observer s'il existe, à ce niveau déjà, des distinctions visibles entre les habitats forestiers exploités par la Barbastelle d'Europe et le Murin de Bechstein. On comparera notamment les résultats des terrains de chasse par espèce à ceux des placettes aléatoires.

→ **Situation et topographie des habitats forestiers décrits dans l'avant-pays savoyard**



On observe que l'ensemble des habitats forestiers décrits (terrain de chasse et placette aléatoire) se situent dans des conditions topographiques variées. Une large gamme d'exposition, pente et altitude est en effet concernée.

Cependant aucune différenciation ne se distingue entre la situation des terrains de chasse et des placettes aléatoires.

Exposition, pente et altitude des habitats forestiers décrits dans l'avant-pays savoyard

→ **Analyse des lisières forestières de l'avant-pays savoyard**

• **Linéarité, perméabilité, continuité et écotone**

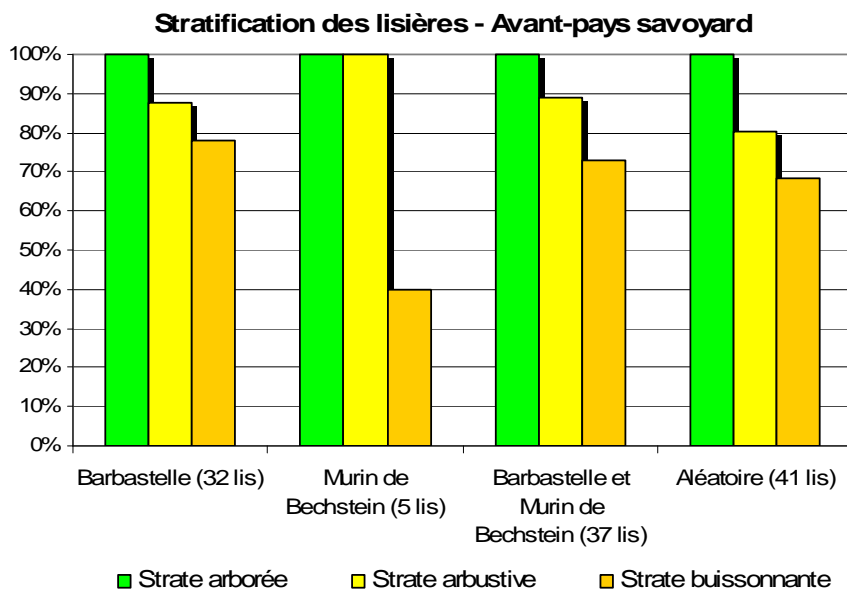
86% des lisières exploitées en terrain de chasse sont des lisières externes limitrophes de milieu ouvert agricole ; les lisières internes se situent sur des routes essentiellement.

La moitié des lisières de terrain de chasse ont été considérées comme sinueuses, contre 39% pour les points aléatoires.

La majorité des lisières sont continues, c'est-à-dire ne présentant pas ou peu de rupture (80% des lisières des terrains de chasse et placettes aléatoires).

La perméabilité moyenne est de 40%, ses extrêmes allant de 10 à 80%.

• **Stratification de la lisière**

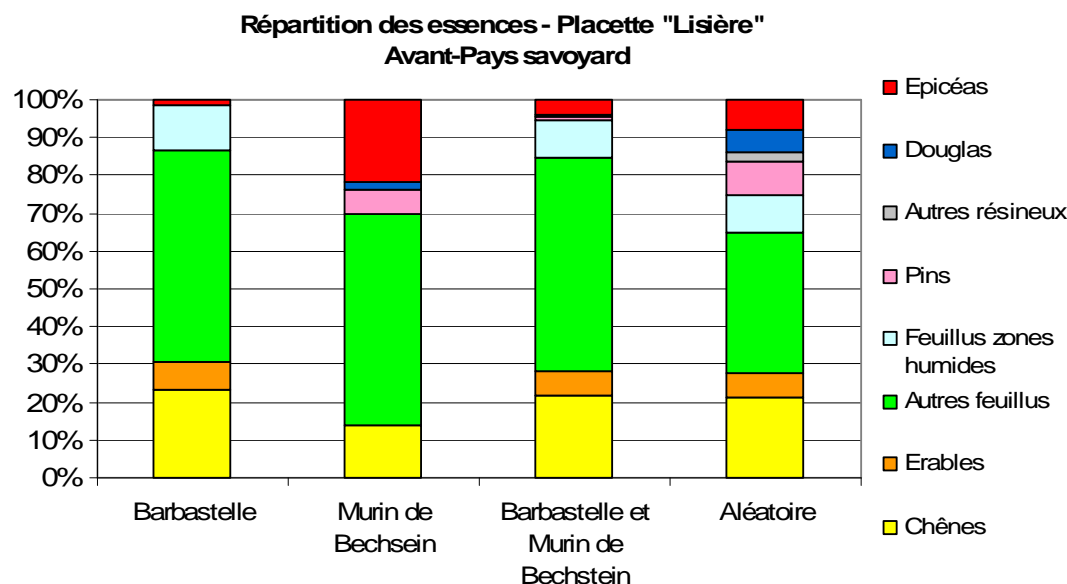


L'ensemble des lisières décrites (terrains de chasse des 2 espèces ainsi que placettes aléatoires) sont stratifiées et présentes les strates arborée, arbustive et buissonnante.

Stratification des lisières décrites dans l'avant-pays savoyard

Remarque : Ces données concernent les lisières internes et externes d'où un nombre différent de lisières que de placettes (1 lisière interne = description de 2 lisières)

- **Composition de la strate arborée**



Répartition du couvert selon les essences des lisières décrites dans l'avant-pays savoyard

La répartition du recouvrement de la strate arborée entre les différentes essences ne présente pas de différences entre les terrains de chasse et placettes aléatoires. On constate simplement que le Murin de Bechstein chasse dans des lisières de pins et d'épicéas, contrairement à la Barbastelle qui a chassé dans des ripsylves.

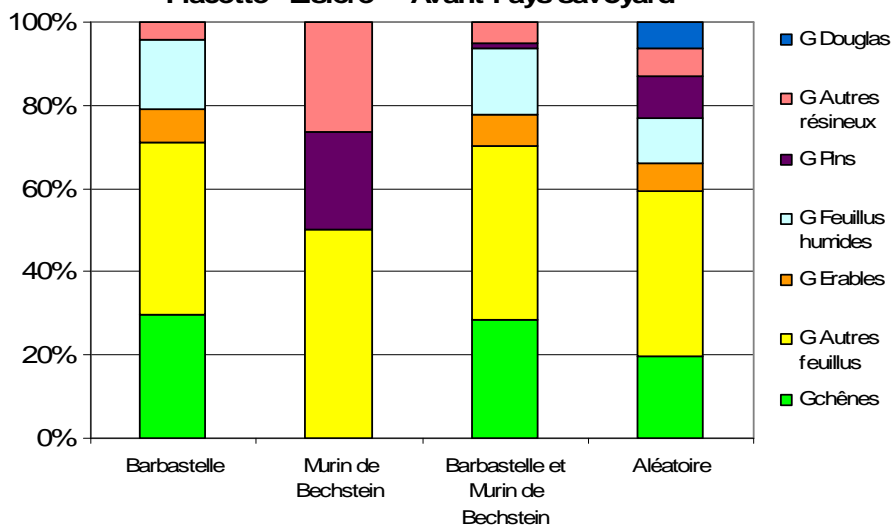
- **Description de la surface terrière, densité et volume des lisières**

Variables	Moyenne	Maximum
$G_{\text{Perches+PC}}$	26m ² /ha	96m ² /ha
G_{PC}	17m ² /ha	61m ² /ha
N_{PC}	340 tiges/ha	1430 tiges/ha
N_{Pe}	380 tiges/ha	3000 tiges/ha
V	180m ³ /ha	690 m ³ /ha
H	17m	33m

Données sur la surface terrière, la densité et le volume de bois des lisières forestières des terrains de chasse de l'avant-pays savoyard

Remarque : Les maximums obtenus pour la surface terrière des perches et précomptables et la densité de perches sont très élevés. La méthode de relevé explique ce résultat (voir explication de la méthodologie employée pour l'inventaire des lisières en annexe 4).

Répartition de la surface terrière moyenne par essences
Placette "Lisière" - Avant-Pays savoyard

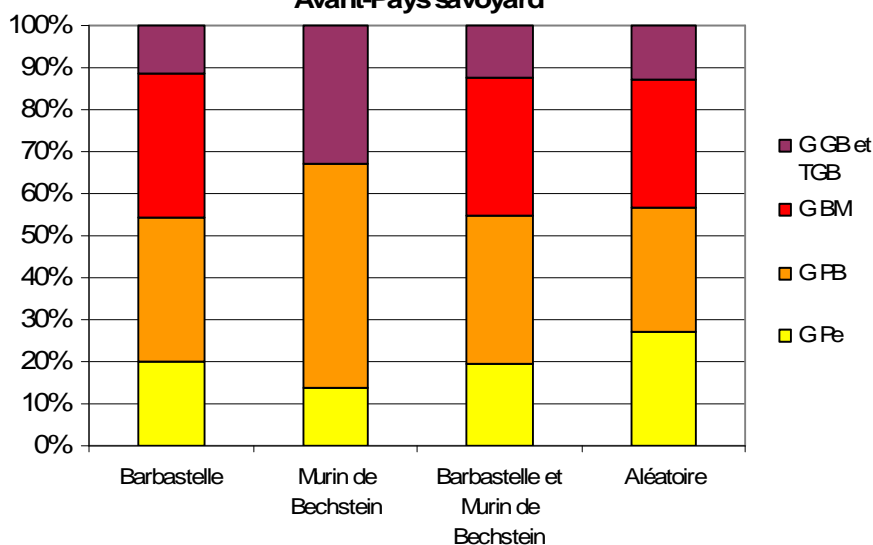


La ventilation de la surface terrière par essences nous indique que la Barbastelle chasse au sein de lisières composées d'essences feuillues ou résineuses.

Les Murins de Bechstein étudiés n'ont chassé en revanche qu'au sein de lisières à feuillus divers (tilleul, frêne, châtaignier, noisetier...) ou à Pins et autres résineux (Epicéas, ifs...)

Rappelons ici que seulement 4 lisières ont été décrites pour cette espèce.

Répartition de la surface terrière moyenne par catégorie de diamètre - Placette "Lisière" Avant-Pays savoyard



Aucune des deux espèces n'a chassé au sein des plantations de Douglas, qui ont été décrites sur des points aléatoires.

On note ici la présence de bois de toutes catégories de diamètre au sein des lisières.

Le Murin de Bechstein semble utiliser des lisières plus riches en gros bois et très gros bois, synonyme de peuplements plus âgés.

Répartition de la surface terrière par essences et catégories de diamètre des lisières décrites dans l'avant-pays savoyard

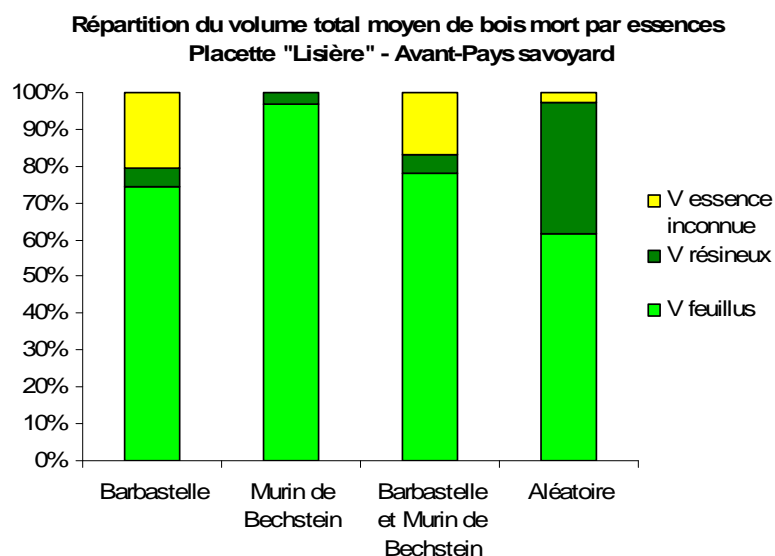
• Le bois mort au sein des lisières

Le volume de bois mort total moyen est égal à 15 m³/ha pour la Barbastelle et 23 m³/ha pour le Murin de Bechstein. Le volume de bois mort aussi important pour les placettes aléatoires s'explique par une placette située en plantation de Douglas et qui présentait beaucoup de bois mort au sol.

Voici quelques données chiffrées sur la quantité de bois mort présente au sein des lisières :

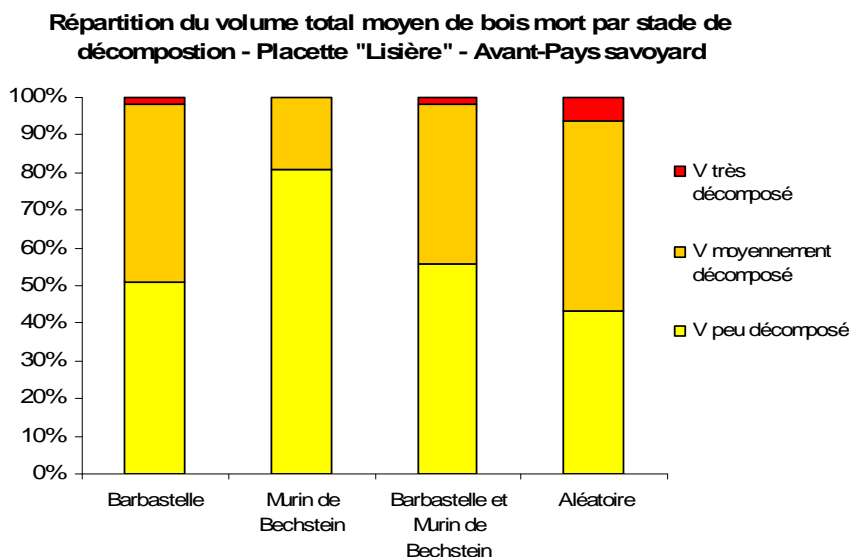
Données	Terrain de chasse			Placette aléatoire	
	Nature	Moyenne	Maximum	Moyenne	Maximum
Volume	Total	15,9 m ³ /ha	66 m ³ /ha	28 m ³ /ha	219 m ³ /ha
Volume	Sol	12 m ³ /ha	60 m ³ /ha	21 m ³ /ha	212 m ³ /ha
Volume	Sur pied	2,7 m ³ /ha	61 m ³ /ha	6,1 m ³ /ha	58 m ³ /ha
Densité de perches et précomptables	Sur pied	28 tiges/ha	335 tiges/ha	38 tiges/ha	206 tiges/ha
Densité de précomptables	Sur pied	9 tiges/ha	175 tiges/ha	10 tiges/ha	95 tiges/ha

Données sur le bois mort au sein des lisières forestières des terrains de chasse de l'avant-pays savoyard



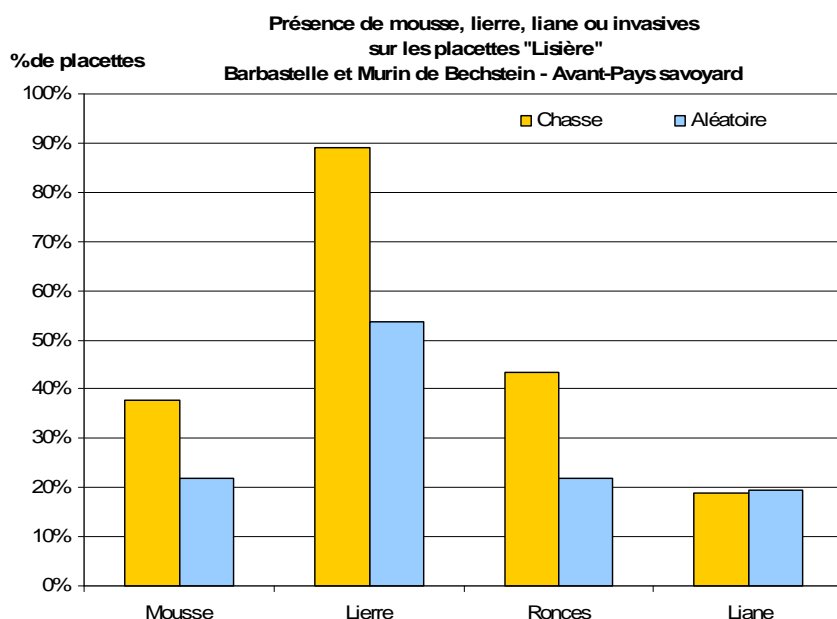
Le bois mort est essentiellement d'essences feuillues, les terrains de chasse présentent moins de bois mort d'essences résineuses que les placettes aléatoires.

Enfin le stade de décomposition est peu à moyennement avancé sans distinction particulière entre les terrains de chasse et les points aléatoires.



Répartition du volume de bois mort total par essences et stade de décomposition au sein des lisières dans l'avant-pays savoyard

• **Éléments floristiques des lisières**

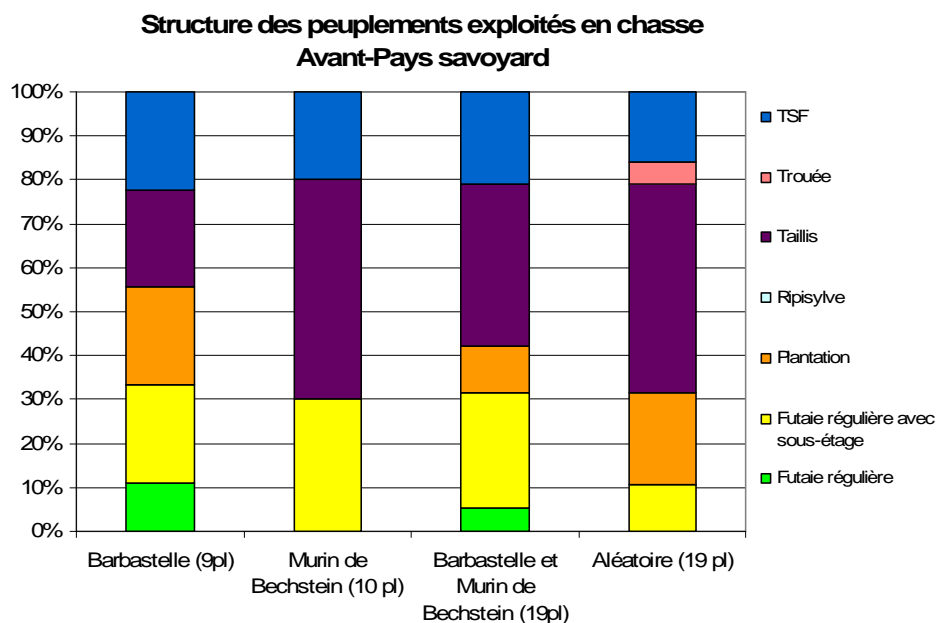


Les terrains de chasse semblent avoir plus de mousses, lierre et ronces que les placettes aléatoires.

Présence de mousses, lierre, ronces et liane au sein des lisières décrites dans l'avant-pays savoyard

→ **Analyse des peuplements forestiers de l'avant-pays savoyard**

• **Structure et traitement des peuplements forestiers**



La Barbastelle semble chasser davantage au sein de peuplements de type futaie et même au sein de plantations.

Le Murin de Bechstein exploite des peuplements à sous-étage ou des taillis et TSF.

Les deux espèces ont chassé dans des peuplements de tout âge, jeune et dense à mature (supérieur à 80 ans).

Structure des peuplements décrits dans l'avant-pays savoyard

Concernant la stratification des peuplements, 80% des terrains de chasse présentent 2 ou 3 strates, les 20% restants étant des peuplements particulièrement stratifiés (4 strates). De même pour les placettes aléatoires qui présentent en revanche 10% de peuplements unistratifiés.

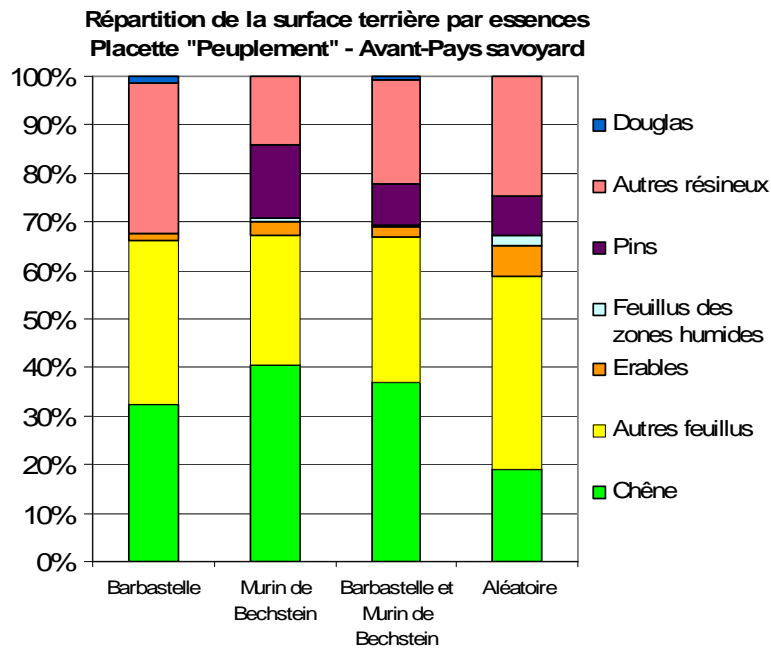
• **Surface terrière, densité, volume, recouvrement des peuplements forestiers**

Voici les résultats obtenus sur les terrains de chasse situés en lisière forestière :

Type de peuplement	Variables	Moyenne	Maximum
Origine naturelle	$G_{\text{Perches+PC}}$	14 m ² /ha	31 m ² /ha
Taillis et TSF	$G_{\text{Perches+PC}}$	12 m ² /ha	
futaie régulière avec ou sans sous-étage	$G_{\text{Perches+PC}}$	15,8 m ² /ha	
H		20 m	30 m
G_{PC}		10,3 m ² /ha	19,5 m ² /ha
N_{PC}		300 tiges/ha	800 tiges/ha
N_{Perches}		540 tiges/ha	1800 tiges/ha
V		76 m ³ /ha	160 m ³ /ha
Dmax		46 cm	110 cm
Recouvrement total		70%	10 à 90%

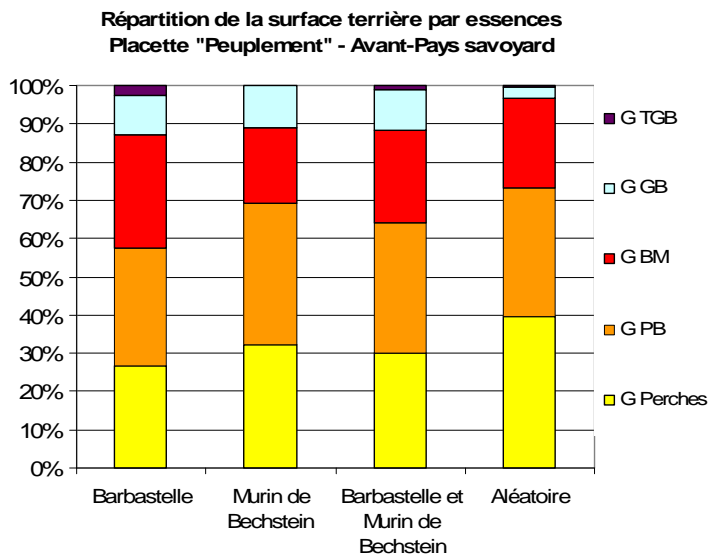
Données sur la surface terrière, la densité et le volume de bois des lisières forestières des terrains de chasse de l'avant-pays savoyard

Remarque : L'ensemble des surfaces terrières concernent les perches et les arbres précomptables (soit un diamètre supérieur à 7,5 cm).



Les terrains de chasse se situent au sein de peuplements mixtes à majorité de feuillus (Chênes et feuillus divers (tilleul, charme, châtaignier, robinier, frêne...)).

Aucune distinction ne s'observe entre les deux espèces et les terrains de chasse et les placettes aléatoires excepté le Murin de Bechstein qui semble affectionner particulièrement les peuplements à pins, comme ce qui a été constaté concernant les lisières.



Ces peuplements sont composés à 10 % de gros bois ou très gros bois puis 30 % de bois moyens, le reste étant réparti équitablement entre petits bois et perches.

Ventilation de la surface terrière en essences et catégorie de diamètre des peuplements décrites dans l'avant-pays savoyard

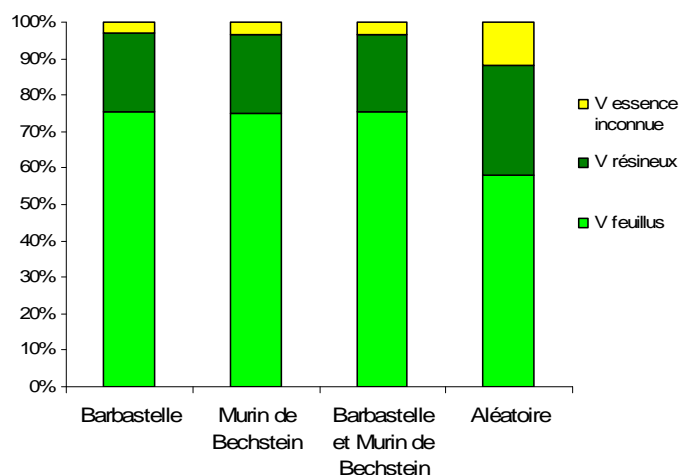
• Le bois mort au sein des peuplements forestiers

Données	Nature	Moyenne	Maximum
Volume	Total	19 m ³ /ha	51 m ³ /ha
Volume	Sol	11,6 m ³ /ha	29 m ³ /ha
Volume	Sur pied	7 m ³ /ha	30 m ³ /ha
Densité de perches et précomptables	Sur pied	63 tiges/ha	230 tiges/ha
Densité de précomptables	Sur pied	14 tiges/ha	64 tiges/ha

Données sur le bois mort au sein des peuplements forestiers des terrains de chasse de l'avant-pays savoyard

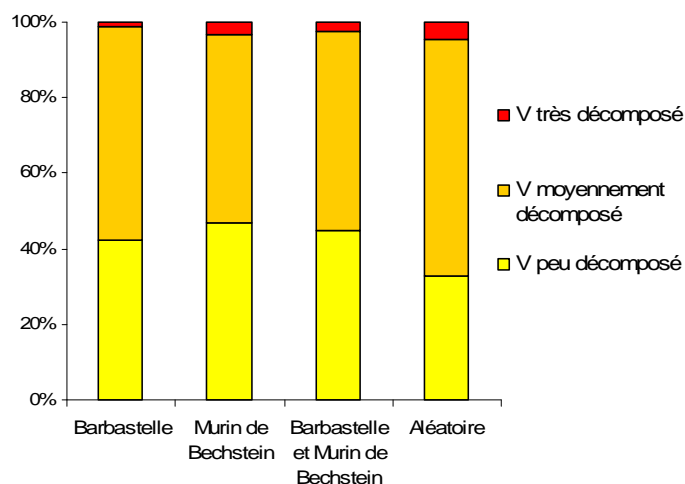
Le volume de bois mort représente 25% du bois vivant sur pied.

Répartition du volume total moyen de bois mort par essences - Placette "Peuplement" Avant-Pays savoyard



Le bois mort est essentiellement feuillu, on remarque à nouveau une part plus importante de résineux sur les points aléatoires.

Répartition du volume total moyen de bois mort par stade de décomposition - Placette "Peuplement" - Avant-Pays savoyard

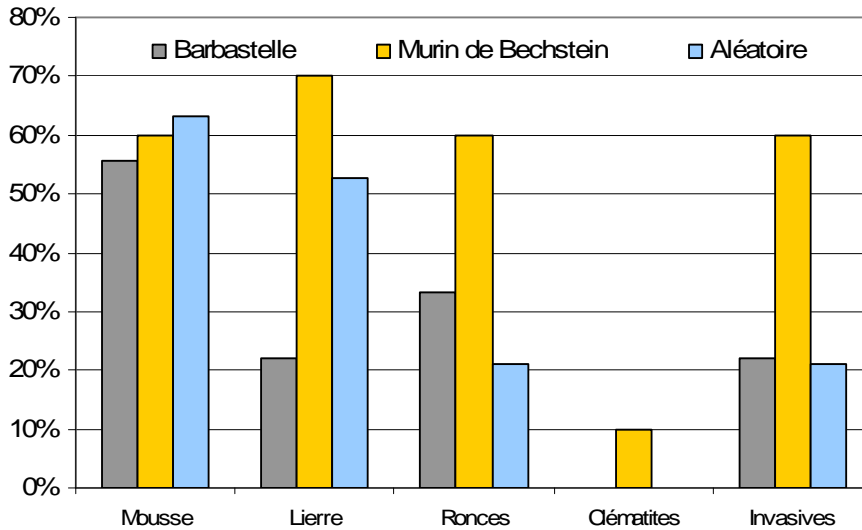


Majoritairement, le bois mort atteint des stades de décomposition moyennement ou peu avancé.

Répartition du volume de bois mort total par essences et stade de décomposition au sein des peuplements dans l'avant-pays savoyard

• **Éléments floristiques des peuplements forestiers**

**Présence de mousse, lierre, ronces, clématites et invasives (% du nombre de placettes décrites)
Placette "Peuplement" - Avant-Pays savoyard**



Les terrains de chasse de la Barbastelle ne présentent pas de différence avec les placettes aléatoires.

En revanche le Murin de Bechstein chasse dans des peuplements riches en lierre, ronces, invasives, mousses et, dans une moindre mesure, clématites.

Présence de mousses, lierre, ronces, lianes ou invasives au sein des peuplements décrits dans l'avant-pays savoyard

ANNEXE 16 - ÉTUDE DES CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES

Le R² correspond au coefficient de Spearman et le signe précise si le lien entre les deux variables est positif ou négatif. Enfin la P-Value qui permet d'affirmer la significativité de la corrélation a été calculée et s'avère toujours inférieure à 5%. Ces corrélations sont donc significatives.

Remarque : L'étude de la corrélation entre toutes les variables a été réalisée, ce tableau ne présente que celles qui sont moyenne à élevée (R > 0,4).

➤ Étude des corrélations entre les variables quantitatives des peuplements forestiers

Variables corrélées		R ²	Signe
H	Dmax	73%	+
GPB	GPC	69%	+
V BM Total	V BM total Fu	66%	+
G GB+TGB	Dmax	64%	+
V BM Pied	N BM Pied	63%	+
V BM Pied	V BM total Fu	61%	+
V BM Total	V BM Total 1	60%	+
V BM Total	V BM Pied	59%	+
G GB+TGB	H	58%	+
H	Rherbacées	56%	-
H	GPC	55%	+
GFu	GRx	54%	-
Dmax	V BM total Fu	52%	+
Dmax	GPC	48%	+
GRx	PrFuSt12	48%	-
Dmax	Rherbacées	45%	-
V BM total Fu	N BM Pied	45%	+
V BM Total 1	V BM Pied	44%	+
V BM Total	N BM Pied	40%	+ / -
H	V BM total Fu	40%	+/-
GRx	GPC	40%	+
V BM Total 1	V BM total Fu	39%	+
PrFuSt12	V BM total Fu	39%	+
G GB+TGB	Rherbacées	38%	-
V BM Total 1	N BM Pied	37%	+ / -
PrFuSt12	RSt1	37%	+
PrFuSt12	PrFuSt34	35%	-

Tableau des corrélations entre les variables décrites dans les peuplements forestiers

Le diamètre maximale inventorié est lié à la surface terrière des gros bois et très gros bois ainsi qu'à la hauteur dominante des peuplements. Les peuplements les plus hauts présentent ainsi les surfaces terrières les plus importantes et les peuplements ayant les plus gros diamètres. Ce résultat s'explique par le lien existant entre fertilité et hauteur des peuplements.

Etant le plus souvent sur des peuplements à majorité de petits bois, la corrélation de la surface terrière correspondante avec celle des précomptables paraît logique.

On observe ainsi que le volume de bois mort total est moyennement corrélé aux différents compartiments de bois mort testé (tels le volume de bois mort peu décomposé ou encore le volume de bois mort feuillu).

➤ **Étude des corrélations entre les variables quantitatives des lisières forestières**

Variables corrélées		R ²	Signe
V BM total 3	V BM sol 3	99%	+
Gtotal	V	98%	+
FuArborée	RxArborée	95%	-
Gtotal	GPC	94%	+
G PC	V	94%	+
V BM Pied total	V BM Pied 1	93%	+
G Pins	G Rx	92%	+
V BM Pied total	G BM Pied PC	92%	+
V BM Pied 1	G BM Pied PC	92%	+
V BM sol	V BM sol Fu	90%	+
V BM sol	V BM total	81%	+
FuArborée	G Rx	80%	-
RxArborée	G Rx	80%	+
FuArborée	G Pins	74%	-
RxArborée	G Pins	74%	+
Gtotal	G Fu	74%	+
V BM sol Fu	V BM total	72%	+
V BM Pied total	V BM total	70%	+
G Fu	G PC	68%	+
G Fu	V	67%	+
G BM Pied total	V BM total	66%	+
V BM Pied 1	V BM total	64%	+
GAutrFu	G Fu	55%	+
Gtotal	G Perches	53%	+
G Ch	G Fu	53%	+
V BM sol	V BM sol sup BM	53%	+
V BM sol Fu	V BM sol sup BM	52%	+
FuArborée	G Fu	50%	+
G GB+TGB	V	49%	+
G FuHumide	N BM sup BM	48%	+
RxArborée	G Fu	47%	-
N BM sup BM	G GB+TGB	47%	+
VBMsol sup BM	V BM total	35%	+

Tableau des corrélations entre les variables décrites sur les lisières forestières

Ici les corrélations évidentes entre le **volume et la surface terrière** ou la **densité** des précomptables apparaissent.

Le volume de bois mort très décomposé est essentiellement au sol et le volume de bois mort sur pied est majoritairement peu décomposé.

Les données sur les essences composant la strate arborée sont fortement liées à la surface terrière ventilée par groupe d'essences.

On observe enfin une corrélation entre la surface terrière des feuillus caractéristiques des zones humides et la densité de bois mort au sol supérieur à la catégorie des bois moyen. La présence de gros bois au sol se trouve en effet souvent dans des zones en fond de vallon par exemple où peu d'interventions sylvicoles ont lieu et où, de par la nature des sols, la stabilité des gros peupliers est parfois réduite.

➤ **Étude des corrélations entre les variables quantitatives des milieux forestiers**

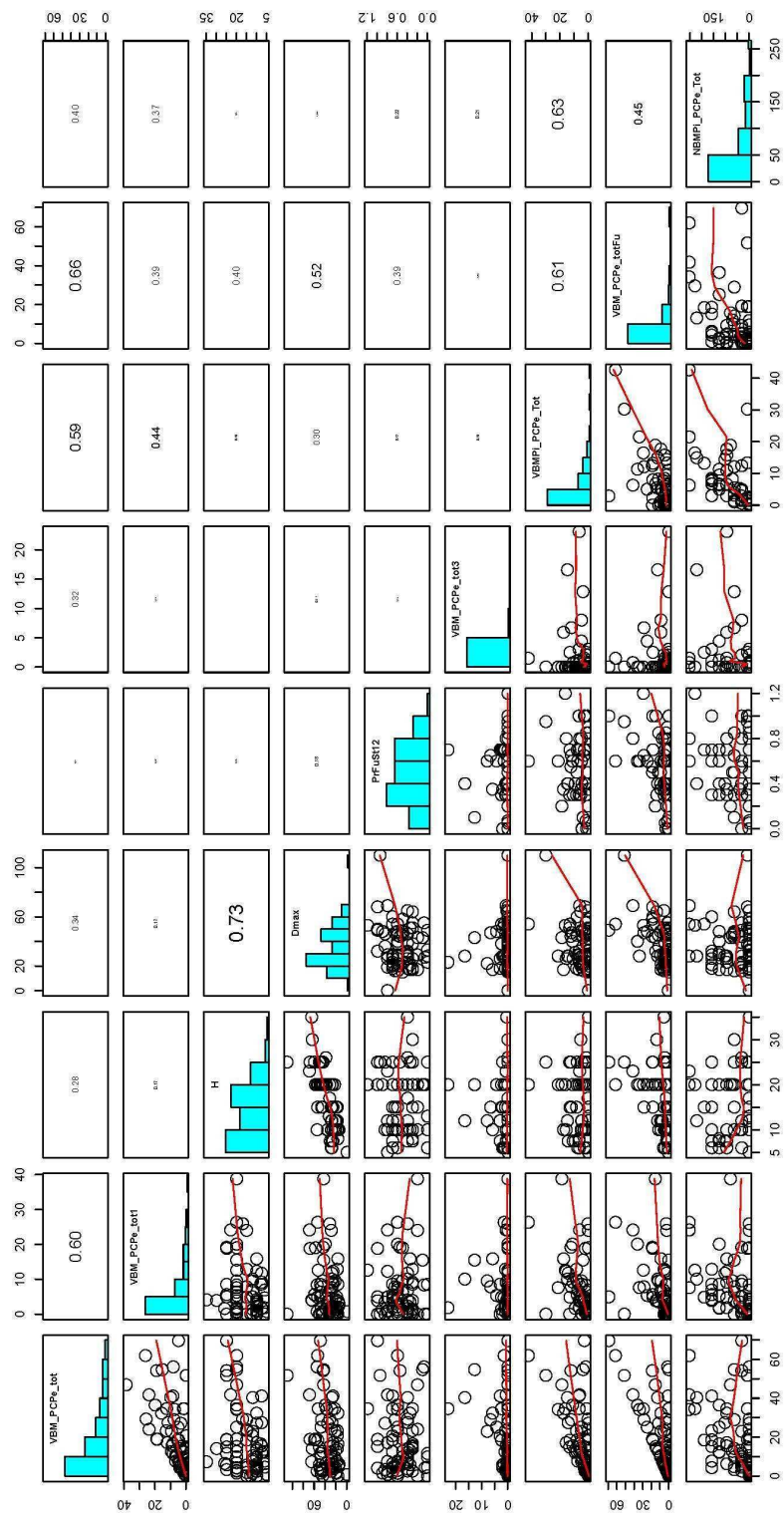
Variables corrélées		R ²	Signe
V BM sol 3	V BM tot 3	98%	+
Pr G Fu	Pr G Rx	96%	-
V BM sol Rx	V BM total Rx	92%	+
V BM sol	V BM total	86%	+
V BM sol Fu	V BM total Fu	86%	+
V BM sol Inc	V BM tot Inc	85%	+
V BM Pied Fu	V BM tot Fu	74%	+
V BM Pied total	V BM Pied Rx	69%	+
V BM Pied total	V BM total	68%	+
V BM sol	V BM sol Rx	66%	+
V BM sol	V BM sol Fu	65%	+
V BM Pied Rx	V BM tot Rx	65%	+
V BM total	V BM tot Fu	65%	+
V BM sol	V BM total	59%	+
V BM sol Inc	V BM tot 3	58%	+
V BM total	V BM tot Rx	58%	+
V BM sol Fu	V BM total	57%	+
Pr G Rx	V BM tot Rx	57%	+
V BM sol Inc	V BM sol 3	56%	+
V BM sol Rx	V BM total	55%	+
Pr G Fu	V BM tot Rx	54%	-
V BM sol	V BM total Fu	53%	+
Pr G Rx	V BM sol Rx	52%	+
Pr G Fu	V BM sol Rx	50%	-
V BM Pied total	V BM tot Fu	48%	+
V BM tot Inc	V BM tot 3	48%	+/=
V BM Pied Fu	V BM total	46%	+
V BM Pied total	V BM Pied Rx	44%	+/=

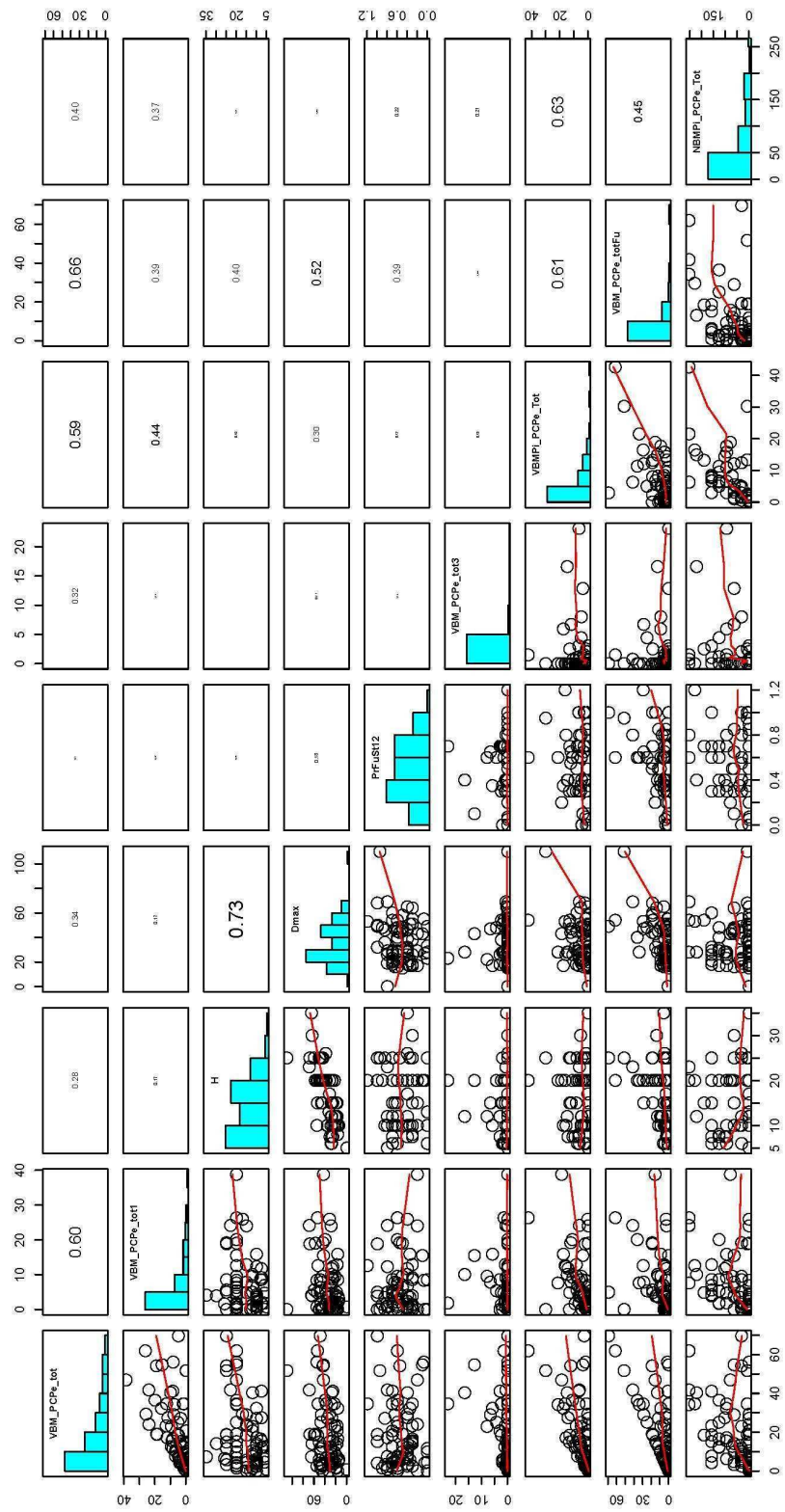
Tableau des corrélations entre les variables décrites au sein des milieux forestiers

Le volume de bois mort au sol est fortement corrélé au volume de bois mort total et, ce, dans différents sous-groupes possibles (par essence, stade de décomposition...). Le volume de bois mort très décomposé se retrouve essentiellement au sol. De plus le volume de bois mort sur pied semble majoritairement feuillu. Les autres corrélations sont tout à fait logique, on trouve par exemple plus de bois mort résineux au sein des peuplements majoritairement résineux (lien entre la proportion de résineux en surface terrière et le volume de bois mort total résineux). Ces résultats sont illustrés en annexe 16.

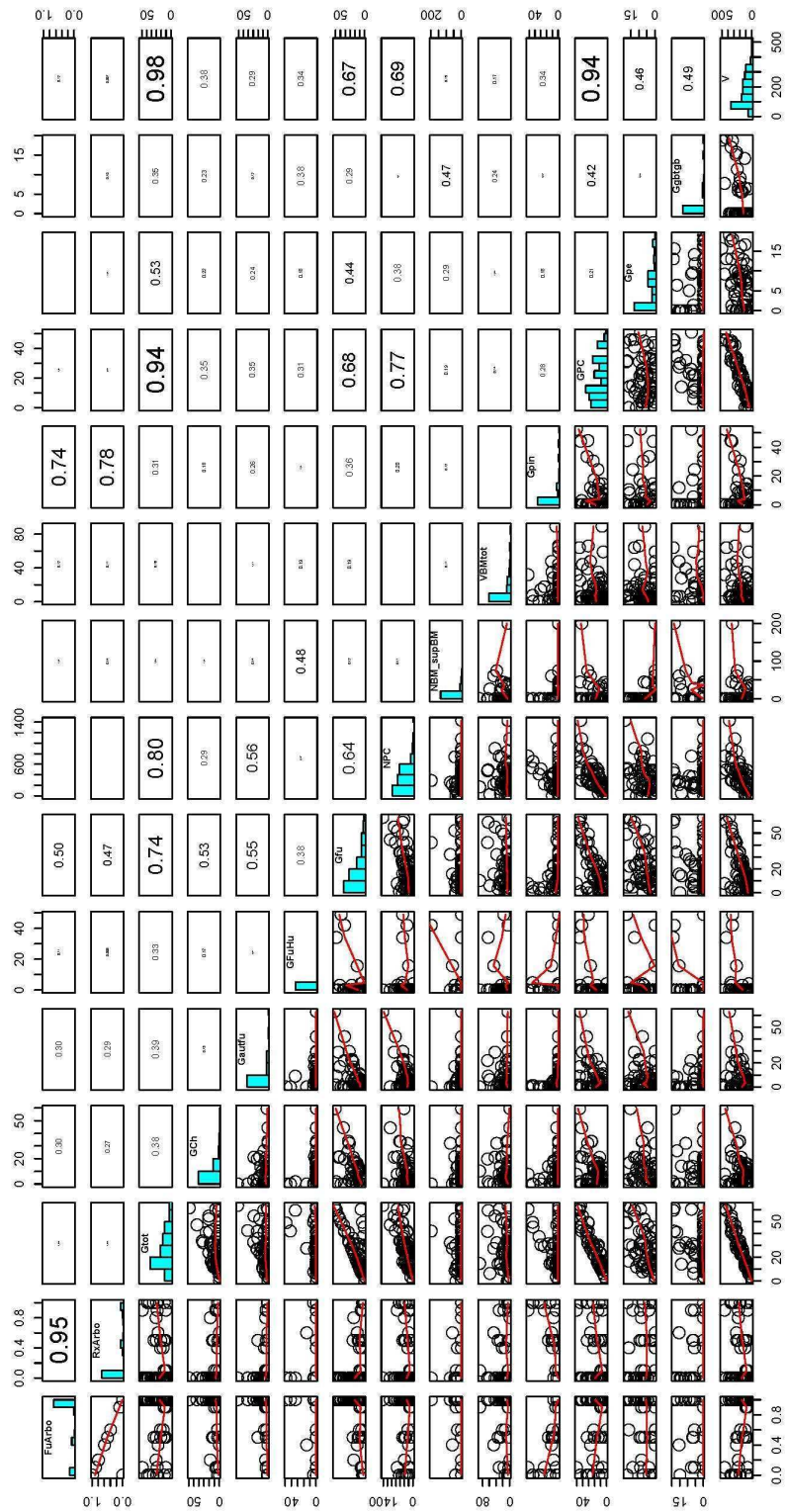
ANNEXE 17 - GRAPHIQUES DES CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES

Graphiques des corrélations entre les variables des peuplements

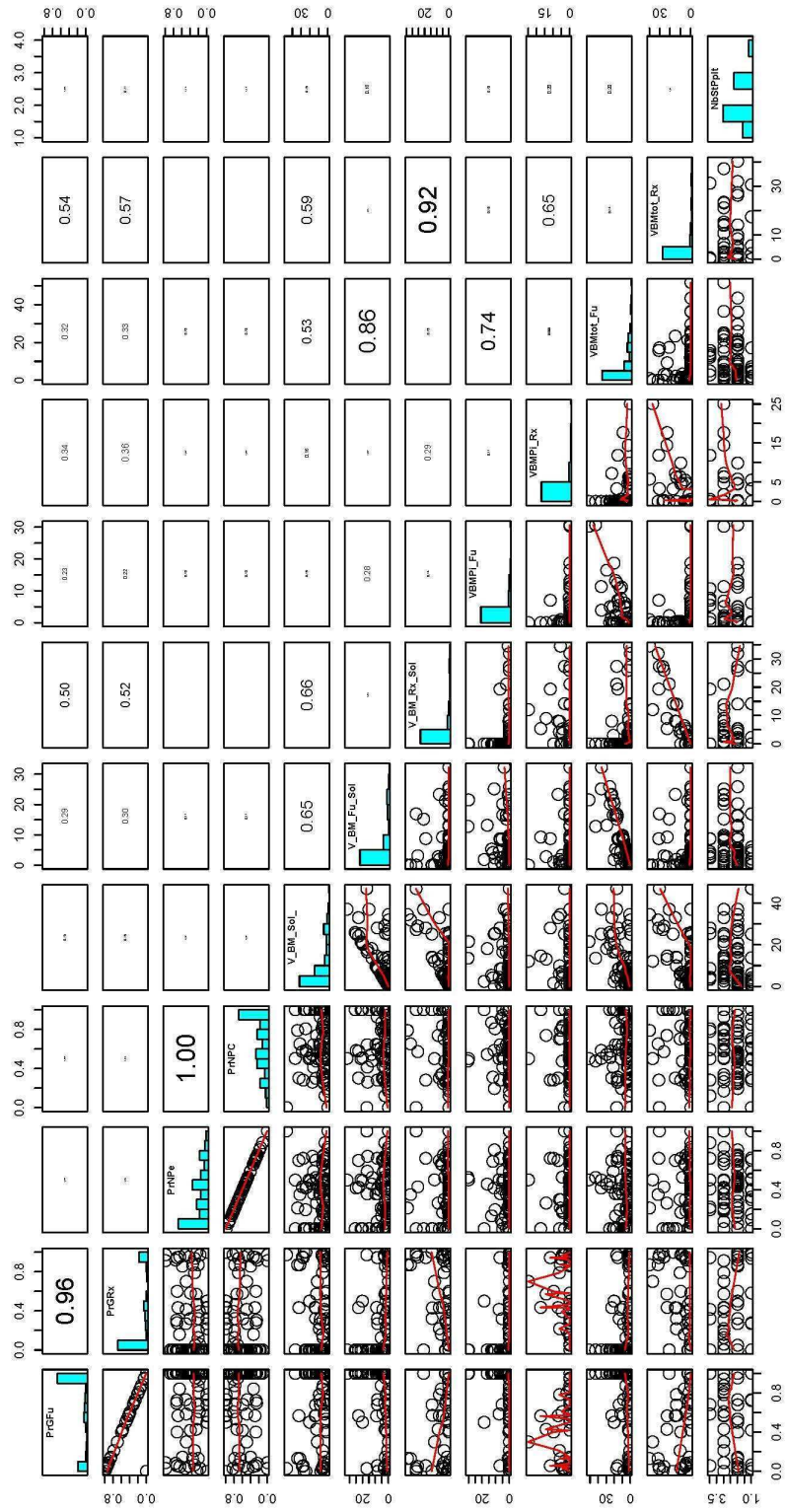




Graphique des corrélations entre les variables des lisières



Graphiques des corrélations entre les variables des habitats forestiers



ANNEXE 18 - RÉSULTATS DÉTAILLÉS DES ACP, AFCM ET TEST DE HILL ET SMITH

➤ Principes et étapes

Cette étape a pour but de sélectionner les variables participant le plus à la structuration du jeu de données et qui offrent par conséquent les meilleures possibilités de résultats lors de la modélisation du temps de chasse passé par les chauves-souris au sein des peuplements ou des lisières. Les variables sélectionnées seront donc testées lors de la réalisation des GLM.

Sur chaque tableau de données (Peuplement, Lisière et Milieux forestiers), des tests successifs par ACP ont permis d'éliminer les points extrêmes ou aberrants (entre 1 et 4 placettes ont été supprimées). Ces placettes présentaient en effet des variables à valeurs très élevées (notamment volume de bois mort ou surface terrière très importante) et monopolisaient ainsi toute l'analyse en terme de constitution des axes factoriels.

Sur ces tableaux de données sans placettes extrêmes, les ACP et AFCM ont été réalisées sur les données quantitatives et qualitatives des terrains de chasse (et non les placettes aléatoires).

Le nombre d'axe sélectionné permettant d'expliquer 70 à 80% de l'inertie s'élevait la plupart du temps à six. Ce résultat peu satisfaisant (normalement on espère obtenir ces résultats à l'aide de trois axes factoriels) s'explique d'une part par la grande variabilité des placettes décrites et données relevées et, d'autre part, par le nombre restreint de placettes qui peut limiter la qualité et précision des résultats.

Un test de corrélation entre les axes factoriels et la donnée « temps passé par la chauve-souris sur le terrain de chasse » a été systématiquement réalisé. Les meilleures corrélations atteignent 20 % (coefficient de Pearson, R^2), soit une corrélation faible mais cependant à chaque fois significative ($P\text{-Value} < 5\%$) ; résultat justifiant quand même la préservation des variables concernées.

Enfin la corrélation entre les différentes variables sélectionnées a été prise en considération dans le choix des variables à préserver ou éliminer pour la suite des analyses (voir partie « III.3.2. Etude de la corrélation entre les variables »). De nombreuses variables sont moyennement corrélées ($R^2 = 40$ à 50%) et significatives ; cas de figure où il s'avère difficile d'écarter une variable à tester en GLM en faveur d'une autre.

Je rappelle ici que le seuil minimum de placettes par jeu de donnée analysé a été fixé à 30 placettes.

Voici donc les résultats issus des différentes ACP, AFCM et test de Hill et Smith réalisés sur les jeux de données sans les placettes extrêmes ou aberrantes, on ne présente ici que ce qui faisait sens au vu du pourcentage d'inertie expliqué par les 3 premiers axes. Sélectionner plus de 3 axes factoriels complique en effet l'interprétation des résultats et ne correspond plus à une description correcte et faisant ressortir les caractéristiques principales des habitats forestiers.

Les résultats des ACP étaient le plus souvent les plus probants et intéressants à analyser, c'est pourquoi ils servent donc majoritairement de support aux sélections à réaliser et aux explications fournies.

On présente donc ici l'ensemble des analyses réalisées qui sont suite illustrées par un cas de figure représentatif. Les variables testées puis sélectionnées sont donc précisées. Les analyses reposaient ici sur un nombre de variables testé élevé. Les illustrations présentent seulement les variables retenues issues de ces premières analyses par soucis de lisibilité.

Remarque : Dans l'ensemble des tableaux qui suivent les abréviations suivantes ont été utilisées :

Espèce	Abréviation	Site	Abréviation
Bar	Barbastelle	26	Drôme provençale
Myo	Murin de Bechstein	73	Avant-pays savoyard

➤ Étude des peuplements forestiers

Voici les **variables quantitatives testées** lors des ACP :

- Surfaces terrières :
 - Par essence : Feuillus (GFu), Résineux (GRx)
 - Par catégorie de diamètre : Perches (GPe), Petits bois (GPB), Bois moyens (GBM), Gros bois et très gros bois (G_{GB+TGB}), Précomptables (GPC)
- Densité : Précomptables (NPC), Perches (NPe)
- Volume : Volume total (V)
- Autres données : Hauteur dominante (Ho) et diamètre maximal inventorié (Dmax)
- Stratification :
 - Par strate : Recouvrement total (Rtot), de la strate 1 (RSt1), de la strate 2 (RSt2), Recouvrement herbacé (RHerb), nombre de strates (Nb St) ;
 - Par essences : des feuillus et résineux de la strate 1 (RSt1Fu et RSt1Rx), proportion de feuillus dans les strates 1 et 2 ainsi que les strates 3 et 4 (PrFuSt1 et PrRxSt34).
- Bois mort :
 - Volume total (sur pied et au sol) : VBMtot, feuillu (VBMFu), peu et très décomposé (VBM1 et VBM3) ;
 - Sur pied : total (VBMPi), volume de feuillu (VBMPiFu), volume de très décomposé (VBMPi3), surface terrière et densité du bois mort sur pied (GBMPied et NBMPied) ;
 - Au sol : total (VBMsol), peu et très décomposé (VBMsol1 et VBMsol3) et de diamètre supérieur ou égal à la catégorie bois moyen (VBMSolsupBM).

Les **variables qualitatives testées** étaient :

- Stratification : Présence des strates 1, 2, 3 et 4 et de régénération (PrSt1, PrSt2, PrSt3, PrSt4, PrStRege), peuplement stratifié (nombre de strate supérieur à 3 NbStsup3)
- Composition floristique : Abondance de mousses, lierre, lianes et ronces, présence d'invasives,
- Structure et histoire du peuplement : code SRGS (SRGS), présence d'interventions sylvicoles (PrIS), âge des interventions sylvicoles (AgeIS)
- Autres milieux et environs : présence de régénération feuillues dans les milieux ouverts au sein des peuplements (MOPrRegeFu) ; présence de terres agricoles, pairies, milieu humide, haies dans les environs
- Bois mort au sol inférieur à 5 cm de diamètre : Abondance et répartition (BMinf5Ab et BMinf5Repar)

Les résultats obtenus figurent donc ci-dessous.

Sites		Espèces		Nombre de placettes	% inertie expliquée	ACP sur les placettes "Peuplement"			
73	26	Bar	Myo			Axe factoriel 1	Axe factoriel 2	Axe factoriel 3	Axes supplémentaires
X	X	X	X	39	52%	VBM Pied total et VBM sol	Rherb, NBM Pied total	GRx, Recouvrement Rx strate 1 et PrFuSt12	Recouvrement strate 1 et PrFuSt34
X	X		X	29	63%	Rherb, Dmax, GGBTGB, GPC et RST3	VBMtotal, GBMPied total	GRx etGFu	GPC, recouvrement strate1

Résultat des ACP sur les terrains de chasse situés en peuplement forestier dans les 2 cas de figure pouvant être étudiés

Les analyses réalisées sur les deux espèces et les deux sites ont donné des résultats similaires à ceux obtenus pour le Murin de Bechstein sur les deux sites. Ce dernier cas seulement sera alors expliqué et illustré.

✓ **Étude des terrains de chasse en peuplement forestier du Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard**

Résultats des analyses statistiques sur les peuplements utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale				
ACP Finale	63%	Recouvrement herbacé, Dmax, GGBTGB, GPC et Recouvrement Strate3	VBMtotal, GBMPied total	GRx etGFu
AFCM finale	43%	Abondance de mousses et de ronces	Répartition du bois mort inférieur à 5 cm, type et âge du peuplement	Type de peuplement et abondance du bois mort inférieur à 5 cm
Hill et Smith finale	46%	Dmax, GPC	Type de peuplement et GRx	Type de peuplement et répartition du bois mort inférieur à 5 cm

Résultats des analyses statistiques sur les peuplements utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale

Cette analyse offre avec les 3 premiers axes factoriels 63% d'explication de l'inertie.

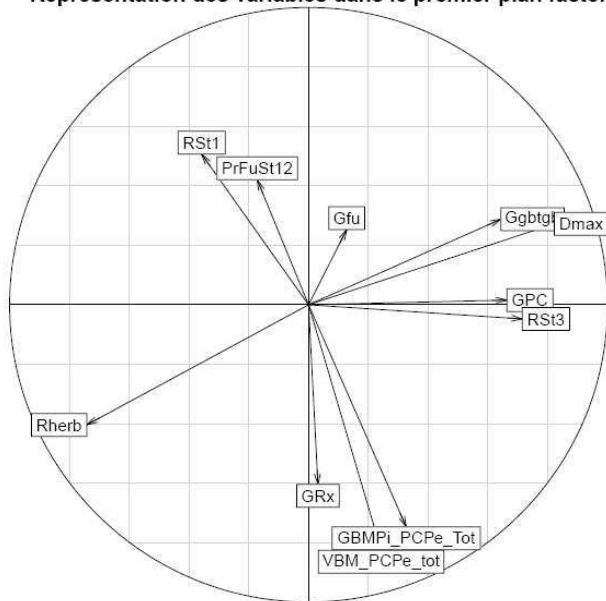
Le premier axe oppose le recouvrement de la **strate herbacée** (RHerb qui explique 19% de l'axe 1) au **diamètre maximal inventorié** (Dmax, 23% de l'axe 1) et la **surface terrière des gros bois et très gros bois** (G_{GB+TGB} , 14% de l'axe 1). Ces deux dernières variables sont en effet positivement corrélées entre elles et négativement corrélées au recouvrement de la strate herbacée. Les peuplements les plus âgés, de part leur fort recouvrement par les différentes strates présentes, sont souvent refermés et ne permettent pas la présence d'un recouvrement herbacé importante. La **surface terrière des précomptables** ainsi que le **recouvrement de la troisième strate** (GPC et RSt3 qui corroborent respectivement à l'axe 1 à 15 et 17%) accompagnent Dmax

dans l'explication de ce premier axe factoriel. Les peuplements à GPC élevé ayant souvent un Dmax plus important et permettent aussi le développement d'un sous-étage (qui peut s'avérer moins dense dans les peuplements jeunes).

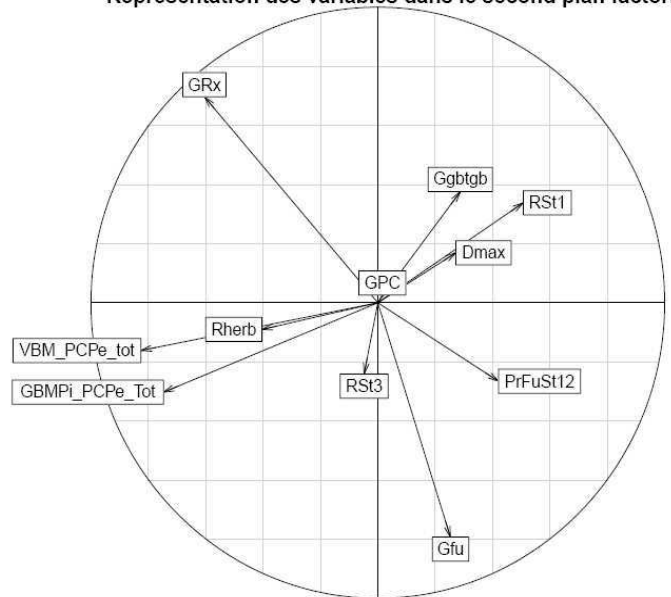
Le deuxième axe quant à lui, est lié au bois mort et plus particulièrement **le volume de bois mort total** (VBMtotal portant 28% de l'axe 2) et la surface terrière du bois mort sur pied (GBMPiedtotal, 23% de l'axe 2), variables fortement corrélées entre elles. Il semble de plus indiquer que les peuplements résineux présentent plus de bois mort que les feuillus.

L'axe factoriel 3 repose sur la **composition en essences**. Il oppose en effet la surface terrière des résineux (GRx qui explique 29% de l'axe 3 contre 15% seulement sur l'axe 2) à celle des feuillus (GFu corroborant à 38%). Notons ici que cet axe factoriel 3 présentait une corrélation significative avec le temps passé par les chauves-souris sur ces terrains de chasse.

Représentation des variables dans le premier plan factoriel

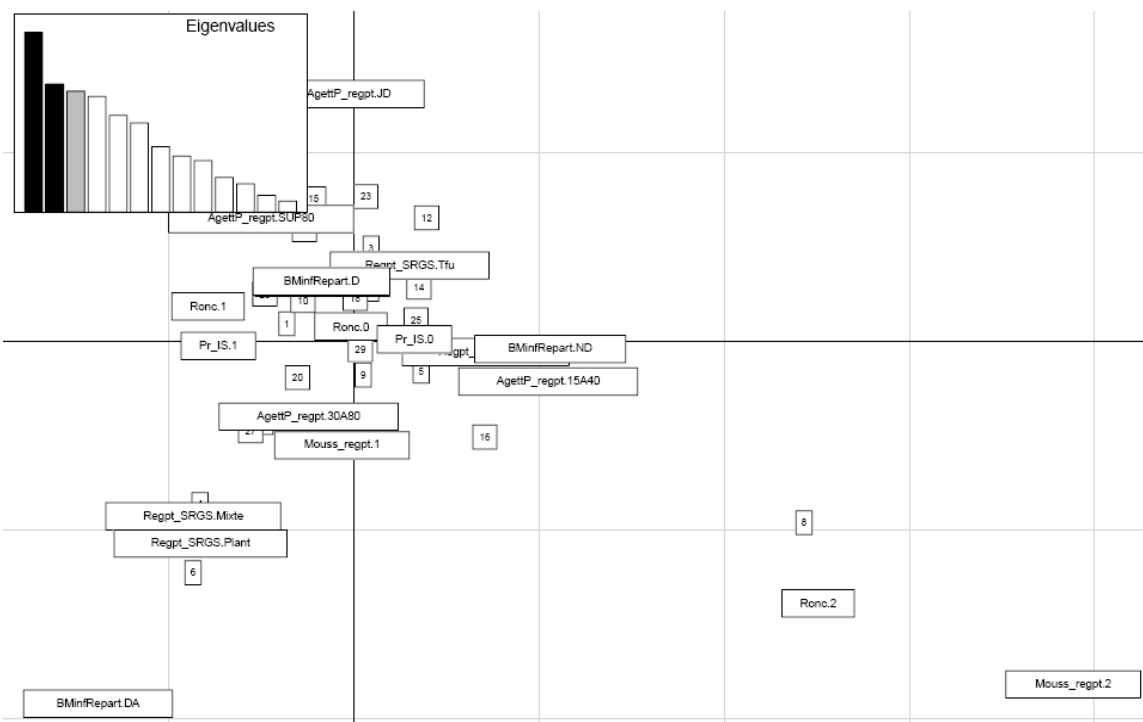


Représentation des variables dans le second plan factoriel



Résultats de l'ACP sur les peuplements forestiers utilisés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

L'analyse sur les données qualitatives (AFCM) offre peu de résultats, 43% de l'inertie résulte des trois axes factoriels. On observe seulement une corrélation positive entre **l'abondance de mousses et de ronces**, modalités qui ressort sur le graphique et explique l'essentiel de l'inertie de l'axe factoriel 1. De même **la répartition diffuse et en amas du bois mort au sol inférieur à 5 cm** (expliquant majoritairement l'axe factoriel 2) semble corrélée avec les **peuplements mixtes et les plantations**. Les **peuplements jeunes et denses** participent aussi à l'axe factoriel 2. Les **futaies de pins et l'absence de bois mort au sol inférieur à 5 cm de diamètre** constituent l'axe factoriel 3.



Résultats de l'AFCM sur les peuplements forestiers utilisés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

L'analyse Hill et Smith de même offre des possibilités d'analyse limitées. 46% de l'inertie est expliquée par les trois premiers axes factoriels. L'axe factoriel 1 est composé de **Dmax et de la surface terrière des précomptables**. On observe en effet que l'axe factoriel 2 est essentiellement expliqué par le **type de peuplement futaie de pins et la surface terrière de résineux** et l'axe factoriel 3 par les **plantations et la répartition diffuse et en amas du bois mort au sol inférieur à 5cm**.

Ainsi les **variables sélectionnées pour l'analyse GLM** ont pu être choisies à partir de ces premières analyses ACP, AFCM et Hill et Smith. Etant donné le nombre de placettes disponibles pour les tests statistiques, il faudrait ici essayer de limiter le nombre de variables significatives entre 5 et 10. Ainsi en prenant en compte la corrélation entre les variables, voici les variables quantitatives retenues :

- **Bois mort** : volume de bois mort total (VBM total), la surface terrière de bois mort sur pied total (G BM Pied total)
- **Composition en essences du peuplement et stratification horizontale**: diamètre maximal inventorié (Dmax, variable présentant un étalement des valeurs plus continu et large que la surface terrière G_{GB+TGB}), les surfaces terrières feuillus et résineuses (GFu et GRx) ainsi que celle des précomptables (GPC)
- **Stratification verticale**: recouvrement des strates 1 et 3 (RSt1 et RSt3) ainsi que la proportion de feuillus dans les strates 1 et 2 (PrFuSt12), le recouvrement des herbacées (RHerb)

Les variables qualitatives retenues pour l'application des GLM sont:

- Type de peuplement : code SRGS qui sera alors simplifié (voir ci-dessous)
- Composition floristique : abondance de ronces et de mousses
- Histoire du peuplement : âge du peuplement simplifié (voir ci-dessous) et présence d'interventions sylvicoles
- Bois mort : répartition du bois mort inférieur à 5cm

Regroupement des variables qualitatives afin de simplifier les analyses :

Intitulé	Codes SRGS concernés	Description
TFu	A, C, AC, AJ, B, J, G, BD, D, B	Taillis chênes, châtaignier, hêtre...et ripisylve
Mixte	AL, E, LJ	Mixte chênes, Pins...
Plant	K, O, P, PB, PO, Doug, Kp, OF, JK, KA	Plantations
FPin	L	Futaie de pins
Ripi	AG, G, Peupl, F	Peupleraie et boisement des bords de rivière

Regroupement des types de peuplements issus du SRGS pour simplifier l'analyse des données lors de l'application des GLM

Intitulé	Regroupement
JD	Jeune et dense
15 à 40	Inférieur à 30 ans et entre 15 à 40 ans
30 à 80	30 à 80 ans et supérieur à 40 (taillis)
Sup 80	Supérieur à 80 ans

Regroupement des âges des peuplements pour simplifier l'analyse des données lors de l'application des GLM

➤ Étude des lisières forestières

Les **variables quantitatives** testées lors de la réalisation des ACP étaient :

- Surfaces terrières :
 - Par essence : chênes (GCh), érables (GEr), autres feuillus (Gautfu), feuillus de zones humides (GFuHu), total des feuillus (GFu) ; douglas (GDoug), pins (GPin), autres résineux (GAutRx) et total des résineux (GRx)
 - Par catégorie de diamètre : totale des perches et précomptables (Gtotal), des précomptables (GPC), des gros bois et très gros bois (GGB+TGB)
- Densité: Précomptables (NPC), Perches (NPe)
- Volume : Volume total (V)
- Autres données : hauteur de la strate arborée (Harbo), perméabilité de la lisière (Perm),
- Stratification : pourcentage de feuillus et de résineux dans la strate arborée (FuArbo et RxArbo), pourcentage de feuillus dans la strate arbustive (FuArbu), nombre de strates (Nb St)
- Bois mort :
 - Volume total (sur pied et au sol) : VBMtot, peu décomposé et très décomposé (VBMtot1 et VBMtot3)
 - Sur pied : total (VBMPied), sur pied et peu décomposé (VBMPied1) ; surface terrière total et des précomptables (GBMPitot et GBMPi_PC_tot) et densité de bois mort supérieur ou égal à la catégorie de diamètre bois moyen (NBM_supBM) ;

- Au sol : total (VBMsol), feuillus (VBMFusol), très décomposé (VBMsol3), de diamètre supérieur ou égal à la catégorie bois moyen (V BMsol sup BM)

Les **variables qualitatives** testées sont les suivantes :

- Termes propres à la lisière : écotone, le code lisière, linéarité, étagement, recouvrement des houppiers, continuité, éclaircissement
- Stratification : présence des strates arborée, arbustive et buissonnante (PrStArbo, PrStArbu, PrStBuiss) ainsi que la continuité de la strate arborée ; le nombre de strates (au moins 2 ou 3 : NbStsup1 et NbStsup2)
- Bois mort : Abondance et répartition du bois mort au sol inférieur à 5cm de diamètre (BMinf5Abond et BMinf5Repar)
- Composition herbacée : Abondance de mousses, lierre, lianes, ronces et présence d'invasives
- Structure du peuplement limitrophe : type de traitement et code SRGS , densité de la strate dominante, présence d'un sous-étage, de taillis ou de buissonnantes ainsi que le nombre de strates (au moins égal à 2 : NbStSup1_pplt)
- Histoire du peuplement : âge et présence d'interventions sylvicoles (AgeIS, PrIS)

L'analyse des variables quantitatives a été réalisée pour les cinq cas de figure présentés dans le tableau suivant. Puisqu'elle fournit les résultats les plus significatifs, cette analyse a permis de regrouper les cas de figure présentant des résultats similaires.

Sites		Espèces		Nombre de placettes	% inertie expliquée	ACP sur les placettes "Lisière"			
73	26	Bar	Myo			Axe factoriel 1	Axe factoriel 2	Axe factoriel 3	Axes supplémentaires
X	X	X	X	69	48%	VBM total	Gtot, GPC et V	Composition en essence : GRx, Rx Arbo et Gfu, FuArbo	NBM supérieur BM, VBMsol
X	X	X		44	51%	VBM total et V, GPC et Gtot	Composition en essence : GRx, Rx Arbo et Gfu, FuArbo	V BM sur pied	NBM supérieur BM, GGB+TGB, VBMsol
		X	X	34	64%	Gtot, GPC, NPC, Gfu	GRx et Fu Arbo	VBMtot1 et VBMPied	NBM supérieur BM, Gerables, GAutresFeuillus, Nombre de strates, GGB+TGB
X		X	X	35	49%	Gfu, Gtot et GPC	V BM sur pied*	V BM sol*	Composition en essences, stade de décomposition très avancé : VBMtot3 et VBMsol3, nombre de strates
X		X		30	58%	Gtot et Gfu, NPC	VBM Total* et GGBTGB	VBMtot3	GAutresFeuillus*, NPC*, stade de décomposition très avancé : VBMtot3 et VBMsol3, nombre de strates

* : Axe factoriel corrélé significativement avec le temps passé en chasse sur les placettes

Résultat des ACP sur les terrains de chasse situés en lisière forestière dans les différents cas de figure pouvant être étudiés

Ainsi deux types de résultat ressortent de ces cinq analyses.

D'une part si l'on considère l'ensemble des données sur les deux sites et les deux espèces, les résultats sont équivalents à ceux obtenus uniquement sur la Barbastelle (en considérant les deux sites) ou sur la Drôme provençale (en considérant les deux espèces). Les mêmes variables ressortent mais à des étapes différentes. La structure des données sur les cercles de corrélation est similaire pour les deux premiers axes, une différence apparaît cependant concernant les données sur la Drôme provençale où la surface terrière de chênes ressort davantage. J'ai ainsi choisi d'illustrer ce cas de figure à travers les résultats obtenus sur la Drôme provençale pour les deux espèces.

D'autre part, le second type de résultats concerne l'analyse sur l'avant-pays savoyard portant sur les deux espèces ou uniquement la Barbastelle (seulement quatre placettes différencient le jeu de données, c'est pourquoi les résultats sont similaires). L'illustration et explication de l'analyse reposeront donc sur la description des terrains de chasse de la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard.

✓ **Étude des terrains de chasse en lisière forestière de la Barbastelle et du Murin de Bechstein en Drôme provençale**

Résultats des analyses statistiques sur les lisières utilisées en activité de chasse par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale				
ACP	64%	Gtot, GPC, NPC, GFu	GRx et Fu Arbo	VBMtot1 et VBMPied
AFCM	41%	éclairage	présence de ronces et d'invasives	éclairage et type de peuplement
Hill et Smith	43%	GPC, NPC, Gtot	NBMsupBM et type de peuplement limitrophe	GFu, GCh et Fu Arbo

Résultats des analyses statistiques sur les lisières utilisées en activité de chasse par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale

64% de l'inertie est ici expliquée par les trois premiers axes factoriels.

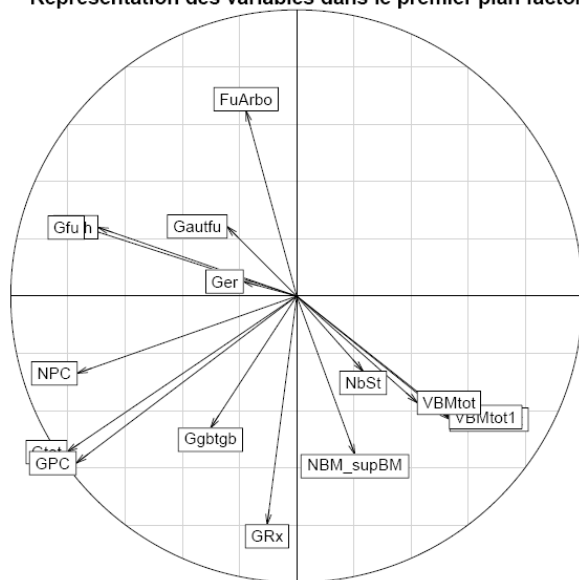
Les **surfaces terrières totale ou des précomptables ainsi que celles des feuillus et la densité des précomptables** (Gtot, GPC, GFu et NPC participant respectivement à 16, 15, 14 et 15% de l'axe 1) expliquent la structuration des données dans un premier temps.

L'axe factoriel 2 traduit quant à lui **la composition en essences** de la lisière à travers la **surface terrière des résineux** opposé au **recouvrement des feuillus dans la strate arborée** (GRx à 21% de l'axe 2 et Fu Arbo à 14%).

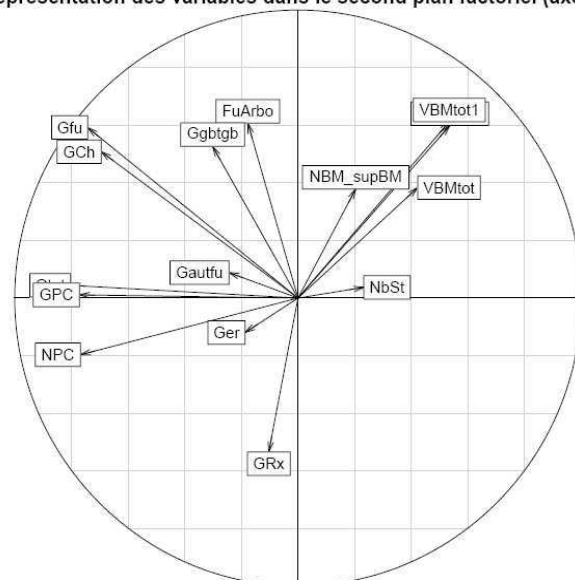
Enfin l'axe factoriel 3 est composé du **volume de bois mort total peu décomposé ou sur pied** (VBMtotal1 et VBMPied total participant chacun à 14% de l'axe 3). Les **surfaces terrières des feuillus et des chênes** apparaissent ici liées et supportent l'axe 3 à hauteur de 13 et 10%.

Aux vues des cercles de corrélation obtenus, les résultats de cette analyse sont moyennement satisfaisants.

Représentation des variables dans le premier plan factoriel

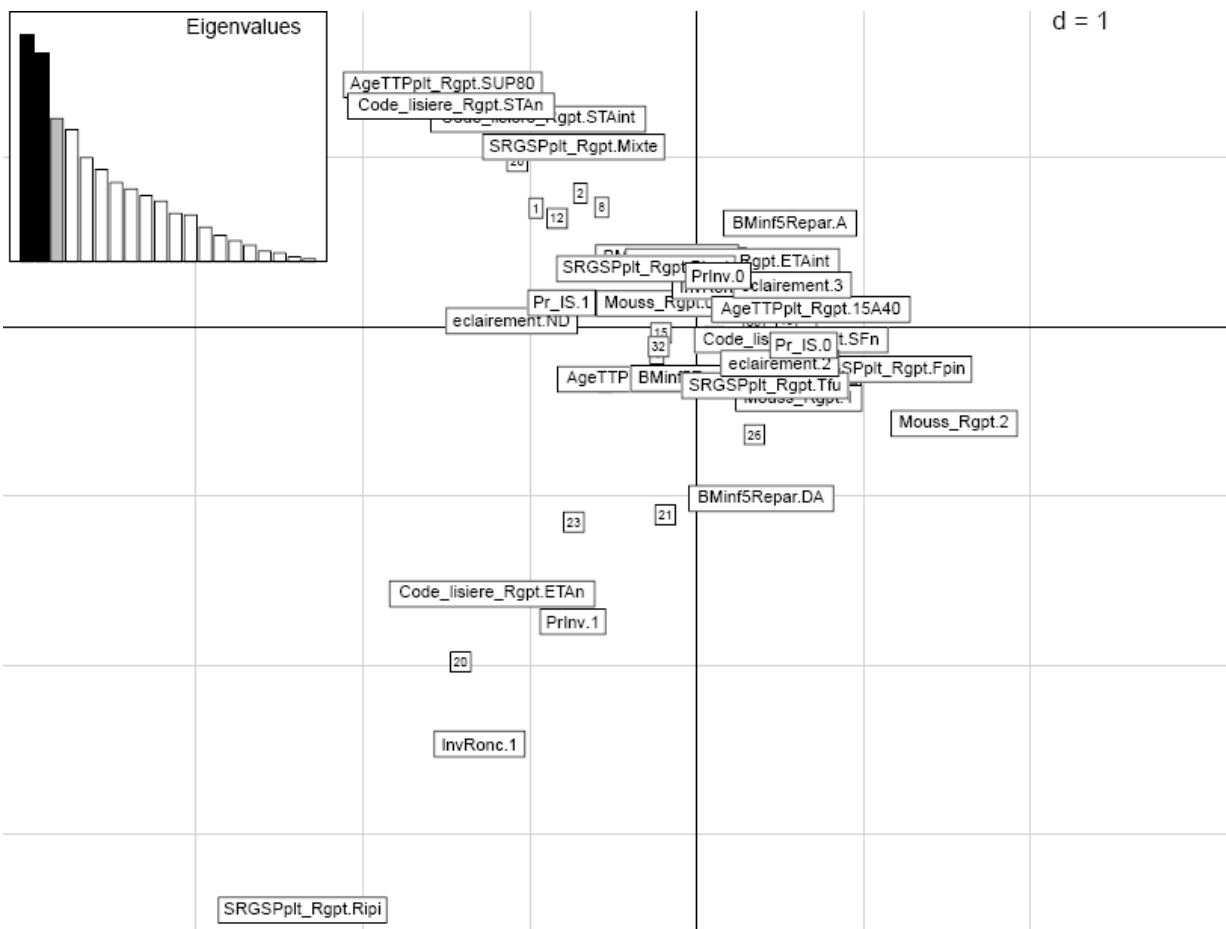


Représentation des variables dans le second plan factoriel (axes 1 et 3)



Résultats de l'ACP sur les lisières forestières fréquentées par le Murin de Bechstein et la Barbastelle en Drôme provençale

L'AFCM fournit encore une fois peu de résultats, 41% de l'inertie est expliquée par les trois premiers axes factoriels. Elle semble regrouper les **peuplements mixtes aux lisières sur sentier ou route avec des terres agricoles** pour ce qui concerne l'habitat limitrophe du peuplement forestier. La **présence de ronces et d'invasives** semble de même liée aux peuplements situés le long de cours d'eau, variables contribuant à l'axe 2. L'axe 3 est expliqué par un **éclaircissement moyen des doubles lisières et la présence de plantations**.



Résultats de l'AFCM sur les lisières forestières fréquentées par le Murin de Bechstein et la Barbastelle en Drôme provençale

L'analyse Hill et Smith ne permet pas d'observer une bonne structuration des données sur les 3 axes factoriels. Cependant 43% de l'inertie est expliquée par les trois premiers axes factoriels. Le premier est formé des **surfaces terrières totale et des précomptables** ainsi que de la **densité des précomptables** ; le second la **densité de bois mort supérieur à des bois moyens** et le **type de peuplement ripisylve** (le point extrême influence donc fortement cet axe) et le troisième axe est composé des **surfaces terrières des feuillus et chênes** ainsi que la **proportion de feuillus dans la strate arborée**.

Rappel : Ces résultats concernent donc aussi les deux espèces sur les deux sites et la Barbastelle sur les deux sites.

✓ **Étude des terrains de chasse en lisière forestière fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard**

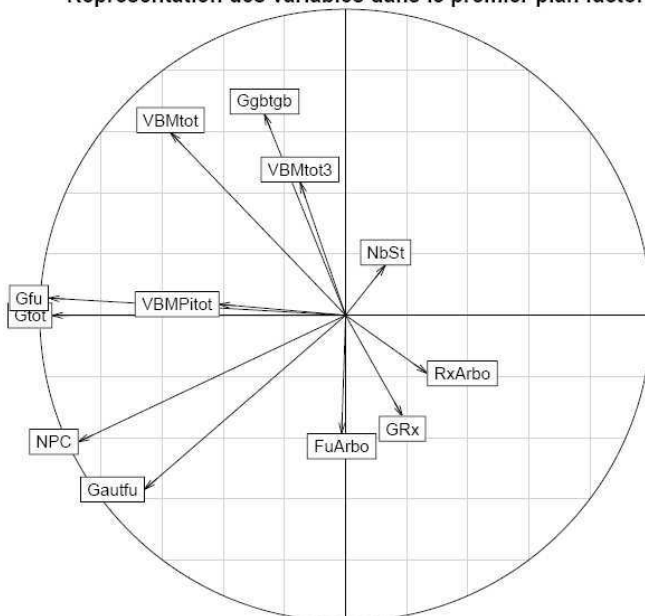
Résultats des analyses statistiques sur les lisières utilisées en activité de chasse par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard				
ACP	58%	Gtot et GFu, NPC	VBM Total et GGBTGB	VBMtot3
AFCM	38%	éclairage et présence de ronces	abondance de ronces	éclairage, peuplement jeune et dense et présence de mousses
Hill et Smith	37%	GFu, Gtot et NPC	Présence d'interventions sylvicoles et VBMTot	Présence d'invasives et de ronces

Résultats des analyses statistiques sur les lisières utilisées en activité de chasse par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

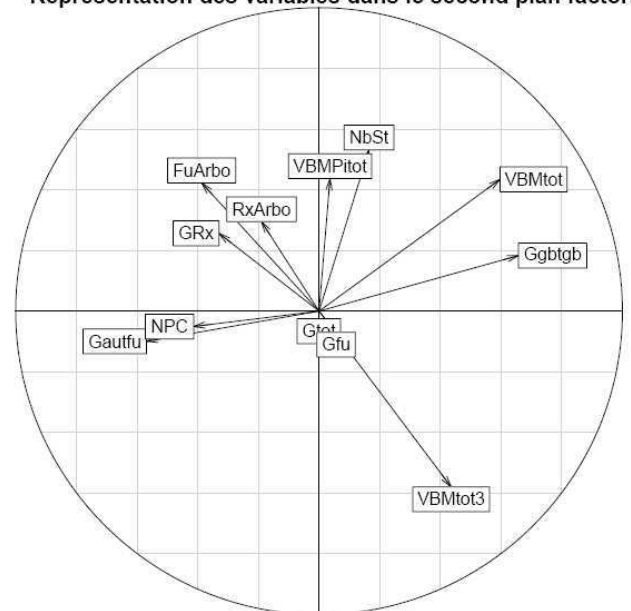
L'étude de la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard offre 58% d'explication de l'inertie. Les **surfaces terrières totale et de feuillus** composent l'axe factoriel 1 (Gtot et GFu portant respectivement 24 et 25% de l'explication de l'axe 1) ainsi que la **densité de précomptables** (NPC à 20%).

L'axe factoriel 2 prend en compte le **volume bois mort total** ainsi que la **surface terrière des gros bois et très gros bois** (VBM Total et G_{GB+TGB} expliquant respectivement 20 et 24% de l'axe 2). Enfin l'axe 3 introduit le **volume de bois mort total très décomposé** (VBMtot3 corroborant à 24% de l'axe).

Représentation des variables dans le premier plan factoriel

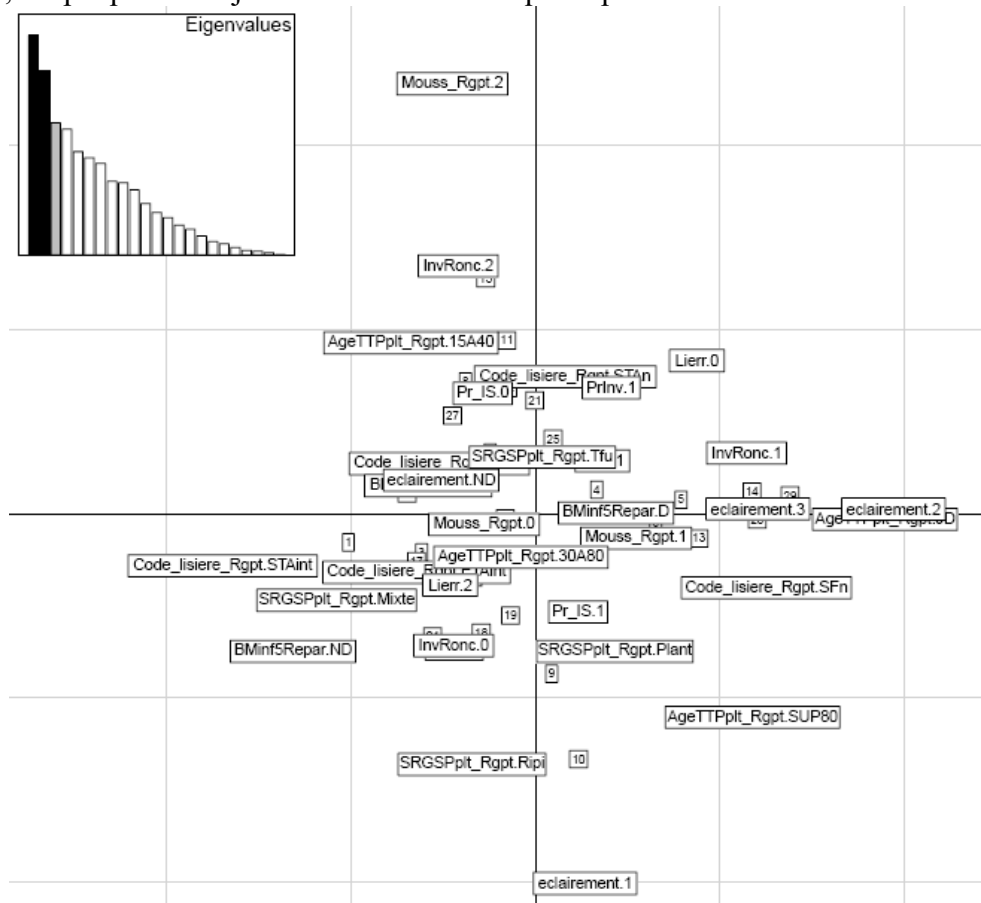


Représentation des variables dans le second plan factoriel



Résultats de l'ACP sur les lisières forestières fréquentées par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

L'analyse sur les données qualitatives explique 38% de l'inertie grâce aux trois premiers axes factoriels mais n'offre pas une structuration bien marquée. On remarque cependant que l'éclaircissement moyen des doubles lisières ainsi que la présence de ronces contribuent à l'axe 1. Le deuxième axe est expliqué par l'abondance de ronces. La formation d'une voûte sur les doubles lisières, les peuplements jeunes et denses ainsi que la présence de mousse constituent l'axe 3.



Résultats de l'AFCM sur les lisières forestières fréquentées par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

L'analyse Hill et Smith fournit 37% de l'inertie portée par les 3 premiers axes factoriels. L'axe factoriel 1 est porté par **la surface terrière de feuillus, totale et la densité de précomptables**. Le second est composé de la **présence d'interventions sylvicoles et le volume de bois mort** ; enfin le troisième axe repose sur **la présence d'invasives et de ronces**.

✓ **Comparaison des résultats des 2 études sur les lisières forestières**

Ainsi entre les deux sites, la surface terrière et le volume de bois mort permettent de bien décrire et séparer les différents terrains de chasse, la composition en essences semble avoir un effet plus conséquent sur la Drôme provençale alors que la présence de gros bois et très gros bois ressort plus dans l'avant-pays savoyard.

Ainsi les variables sélectionnées pour l'application des GLM aux données issues des lisières forestières seront donc pour les variables quantitatives :

- Bois mort : volume de bois mort total (VBM total) , volume de bois mort sur pied peu décomposé (VBM pied total 1), volume de bois mort au sol (VBMsol), le volume et la densité de bois mort de catégorie de diamètre supérieur ou égal aux bois moyens (N BM sup BM), le volume de bois mort au sol très décomposé (VBMSol3)
- Composition en essences du peuplement et stratification horizontale: les surfaces terrières feuillus et résineuses (GFu et GRx) ainsi que la totale (Gtot), celle des précomptables (GPC) des gros bois et très gros bois (G_{GB+TGB}), celles des chênes, érables et autres feuillus (GCh, GER et GAutresFeuillus) ; le recouvrement des résineux et des feuillus dans la strate arborée
- Stratification verticale : nombre de strates (NbSt)

Les variables qualitatives retenues sont:

- Structure de la lisière : éclairciment, code lisière simplifié (voir ci-dessous)
- Type de peuplement limitrophe: code SRGS selon la simplification (voir analyse des peuplements forestiers ci-dessus)
- Composition floristique : abondance de mousses, lierre, liane et ronces, présence d'invasives
- Histoire du peuplement : présence et âge des interventions sylvicoles
- Bois mort : répartition du bois mort inférieur à 5cm

Type de lisière	Intitulé	Codes lisière	Description
Externe	STAn	L/M/N/P et 1/2/4/8/9	Sentier, route, chemin sur prairie, friches, vergers
	STAint	L/M/N/P et 3/5	Sentier, route, chemin sur cultures intensives, vignes...
	STAart	L/M/N/P et 6/7	Cours d'eau, rien sur parking, terrain nu
	ETAn	O/Q et 1/2/4/8/9	Cours d'eau, rien sur prairie, friches, vergers
	ETAint	O/Q et 3/5	Cours d'eau, rien sur cultures intensives, vignes...
	ETAart	O/Q et 6/7	Cours d'eau, rien sur parking, terrain nu
Interne	SFn	L/M/N et a/b/c/d/e/f	Sentier ou piste entre deux peuplements d'origine naturelle
	SFna	L/M/N et a/b/c/d/e/f + g/h	Sentier ou piste entre un peuplement d'origine naturelle et un d'origine artificielle
	SFa	L/M/N et g/h	Sentier ou piste entre deux peuplements d'origine artificielle

Regroupement des types de lisières afin de simplifier l'analyse des données lors de l'application des GLM

➤ Étude des milieux forestiers

Le nombre de placettes limitant les possibilités d'analyse, l'utilisation ou la création de variables communes aux lisières et peuplements forestiers permet d'élargir la gamme de tests réalisables, dont voici le résultat des premières analyses.

Ainsi les données quantitatives testées sont :

- Surfaces terrières :
 - Par essences : proportion de la surface terrière des feuillus (PrGFu) et des résineux (Pr GRx)
 - Par catégorie de diamètre : proportion de la surface terrière de gros bois et très gros bois (Pr G_{GB+TGB})
- Densité : Proportion du nombre de précomptables (Pr NPC) et du nombre de perches (Pr NPe)
- Bois mort :
 - Volume total (sur pied et au sol) : total (VBMtot), feuillus (VBMtot Fu), résineux (VBMtot Rx), peu décomposé (VBMtot1), moyennement et très décomposé (respectivement VBMtot2 et VBMtot3) ainsi que le volume et la densité de bois mort au sol de catégorie supérieure ou égale aux bois moyens (V BMs_{supBM} et N BMs_{supBM})
 - Sur pied : total (VBMPiPePC), surface terrière du bois mort sur pied total (GBM PCPe) et la densité de bois mort total sur pied (NBM PCPe)
 - Au sol : total (VBM Sol), peu décomposé (VBMsol1), très décomposé (VBMsol3)

Les données qualitatives testées sont les suivantes :

- Stratification : le nombre de strates au moins égal à 2 (NbStsup2)
- Bois mort : Abondance et répartition du bois mort inférieur à 5cm (BMinf5Abond et BMinf5Repar)
- Composition herbacée : présence de mousse, lierre, liane, invasives, ronces
- Structure du peuplement : type de traitement et code SRGS
- Histoire du peuplement : âge et présence d'interventions sylvicoles
- Autres milieux : présence de milieu humide arboré ou non, de milieux ouverts avec régénération ou invasives
- Environs : Présence d'habitations, de terres agricoles, de cultures ou de prairies

Le tableau ci-contre illustre l'ensemble des analyses réalisées.

Sites		Espèces		Nombre de placettes	% inertie expliquée	ACP sur les milieux forestiers			
73	26	Bar	Myo			Axe factoriel 1	Axe factoriel 2	Axe factoriel 3	Axes supplémentaires
X	X	X	X	93	53%	VBMtotal et VBM sol	Composition en essence : PrGRx opposé à PrGFu et VBMtotalRx opposé à VBM total Fu	Stade de décomposition du bois ort : VBM sol 1 opposé à VBMtot 3 (très corrélé à VBMsol3)	PrNPC et PrNPe
X	X		X	48	77%	VBMtotal et VBM Résineux	VBMtotal Fu et PrGFu contre PrGRx*	PrNPC, PrNPe	VBMpiedtotal
X		X	X	48	58%	VBMtotal, VBMtotal Fu et VBMSol *	VBMtotRx *	PrNPC et PrNPe *	VBMtotal3 *
	X	X	X	45	59%	VBMsol et VBMtotal*	VBMPied Fu et VBMRx sol	VBMFusol et VBMsol3 et VBMtot3	PrNPC et PrNPe *
	X		X	35	82%	VBM sol Rx et VBMtotal + PrGFU et PrGRx*	PrNPC et PrNPe*	VBMtot3*	
X	X	X		45	55%	VBMtotal et VBMtotFu	VBMRxsol et VBMRxtot, VBMsol1	VBMsol3 et PrGRx	PrNPC et PrNPe
X		X		35	78%	PrNPC et PrNPe	VBM Total, VBMsol1 et VBMfeuillus*	PrGRx , PrGFu	VBMsol3 et VBMtotal3 *

* : Axe factoriel corrélé significativement avec le temps passé en chasse sur les placettes
 Résultat des ACP sur les terrains de chasse situés en milieu forestier dans les différents cas de figure pouvant être étudiés

Ainsi trois catégories de résultats ont pu ressortir. La première catégorie concerne l'étude des terrains de chasse sur les deux sites et les deux espèces, le Murin de Bechstein sur les deux sites ainsi que les deux espèces sur l'avant-pays savoyard. Le choix a ainsi été d'illustrer les résultats obtenus à travers le cas du Murin de Bechstein sur les deux sites. La deuxième catégorie de résultats réunit les études portant sur la Drôme provençale pour les deux espèces ou uniquement le Murin de Bechstein, cette dernière permettra donc de les illustrer. Enfin la troisième catégorie de résultats ressort de l'étude des terrains de chasse de la Barbastelle sur les deux sites ou uniquement dans l'avant-pays savoyard, ce dernier cas de figure sera ici présenté.

✓ **Étude des terrains de chasse en milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale**

Résultats des analyses statistiques sur les milieux forestiers utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard				
ACP	77%	VBM Total et VBM Résineux	VBMtotal Fu et PrGFu contre PrGRx	PrNPC, PrNPe
AFCM	31%	Présence de ronces et d'invasives	Abondance de mousses, répartition du bois mort inférieur à 5 cm et type de peuplement	Abondance de mousses et de ronces
Hill et Smith	39%	VBMtotal, VBMsol1	VBMtotalFu, PrGFu et PrGRx	PrNPC et PrNPe

Résultats des analyses statistiques sur les milieux forestiers utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

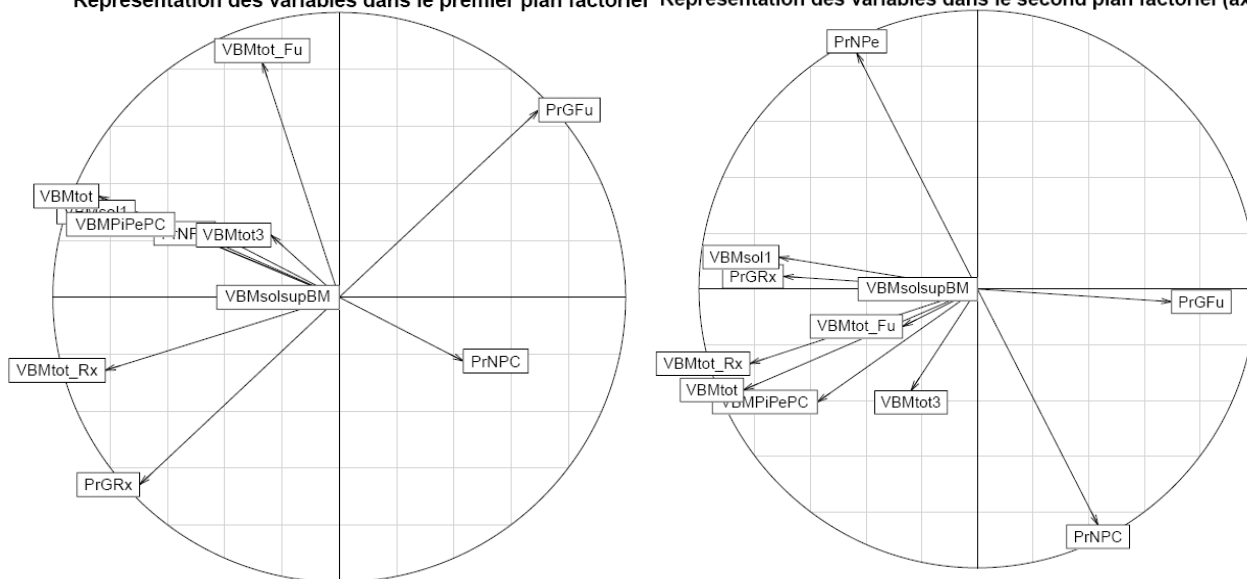
Les 3 axes factoriels expliquent ici 77% de l'inertie.

L'axe factoriel 1 est lié à la présence de **bois mort** à travers les variables telle que le **volume de bois mort total ou de résineux** (VBM total et VBM total Résineux expliquant respectivement 19 et 18% de l'axe) et dans une moindre mesure le **volume de bois mort au sol peu décomposé** (VBMsol1 à 14% d'explication).

Le second axe factoriel oppose quant à lui le **volume de bois mort total feuillus et la proportion de surface terrière de feuillu** (VBM total Fu et PrGFu portant 33 et 21% de l'explication de l'axe 2) à la proportion de **surface terrière des résineux** (PrGRx expliquant aussi 21%). Cet axe présentait une corrélation significative avec le temps passé en chasse sur les placettes.

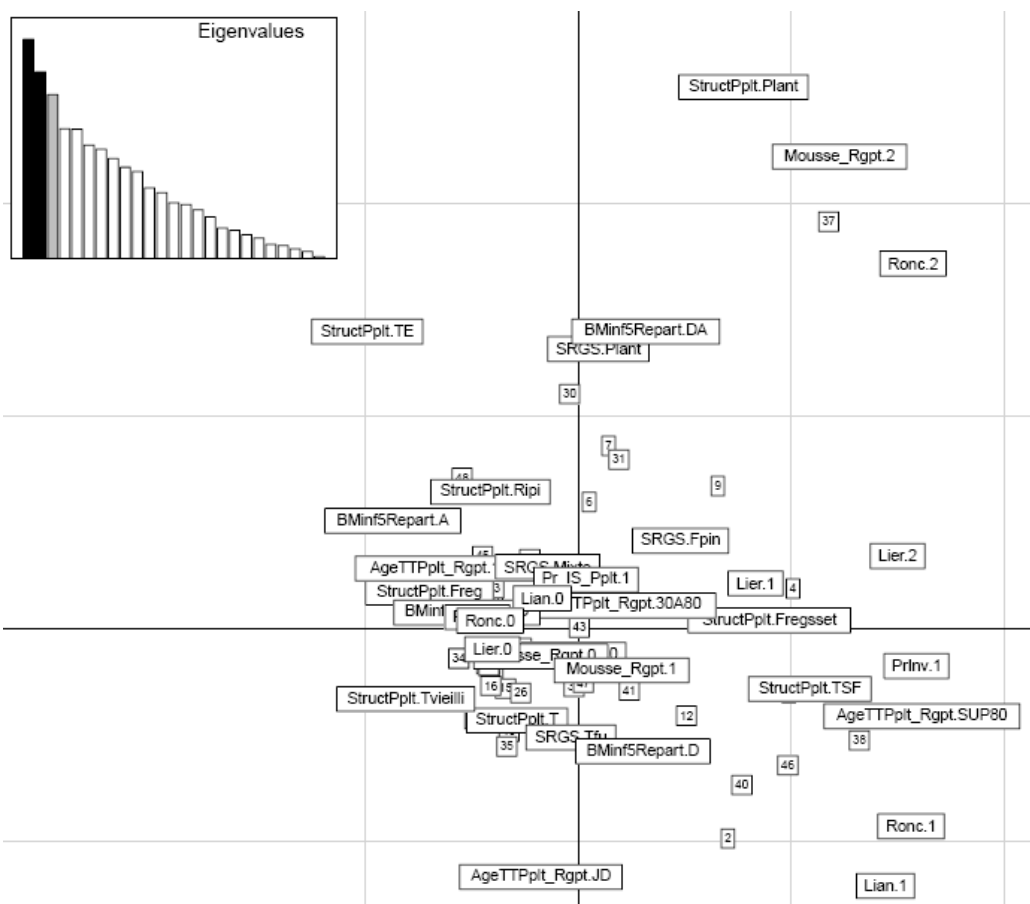
Enfin le troisième axe est lié à la **densité des peuplements ou lisières concernés** puisqu'il oppose les **proportions de perches et de précomptables** (PrNPe et PrNPC qui expliquent chacun 36% de l'axe factoriel 3).

Représentation des variables dans le premier plan factoriel Représentation des variables dans le second plan factoriel (axes 1 et 3)



Résultats de l'ACP sur les milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale

L'analyse des variables qualitatives explique 31% de l'inertie par les 3 premiers axes factoriels et donne peu de résultats réellement significatifs. **La présence de ronces et d'invasives** semblent structurer l'axe 1. L'axe 2 quant à lui est formé à partir de **l'abondance de mousse, la répartition diffuse et en amas du bois mort inférieur à 5 cm et la présence de plantation**. L'axe 3 est basé sur **l'abondance de mousses et de ronces**. Une placette paraît influencer à nouveau considérablement sur l'ensemble des résultats.



Résultats de l'AFCM sur les milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard et la Drôme provençale

Par conséquent et comme vu précédemment l'analyse Hill et Smith est délicate à réaliser ici. 39% de l'inertie est expliquée par les trois premiers axes factoriels. Le **volume de bois mort total et au sol peu décomposé** expliquent en premier l'axe 1. L'axe 2 est constitué du **volume de bois mort total feuillu et de la proportion de surface terrière de feuillu et de résineux**. Les **proportions de perches et de précomptables** ainsi que les **plantations** structurent l'axe factoriel 3.

✓ **Étude des terrains de chasse en milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans la Drôme provençale**

Résultats des analyses statistiques sur les milieux forestiers utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein en Drôme provençale				
ACP	82%	VBM sol Rx et VBMtotal + PrGFU et PrGRx	PrNPC et PrNPe	VBMTot3
AFCM	32%	Présence de lianes et d'invasives	Type de peuplement, présence de mousses et répartition du bois mort inférieur à 5 cm	Présence d'interventions sylvicoles
Hill et Smith	37%	PrGFu et PrGRx	Présence de lianes et d'invasives	PrNPC et PrNPe

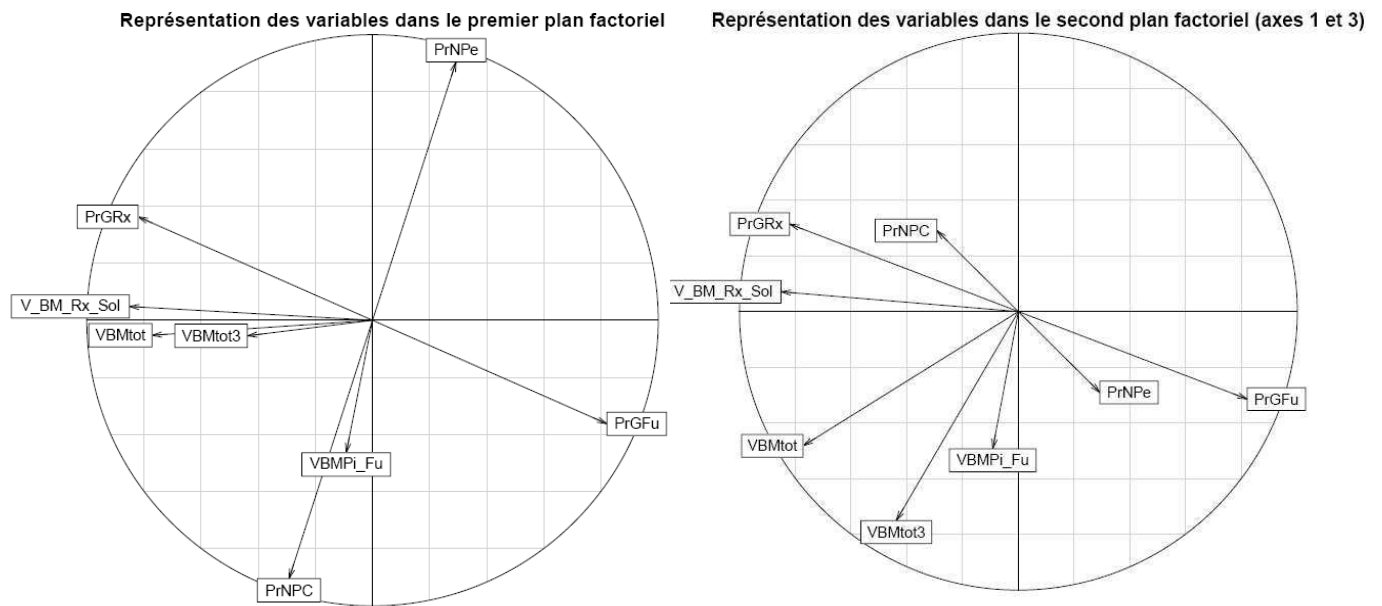
Résultats des analyses statistiques sur les milieux forestiers utilisés en activité de chasse par le Murin de Bechstein en Drôme provençale

82 % de l'inertie est ici expliquée par les trois axes factoriels retenus.

Le premier axe factoriel est composé du **volume de bois mort au sol résineux et le volume de bois mort total** (VBM sol Résineux et VBM total qui expliquent 24 et 20% de l'axe factoriel 1), la composition en essence y est aussi représentée à travers **les proportions de surface terrière de résineux et de feuillus** (PrGRx et PrGFu contribuant à 22% chacun).

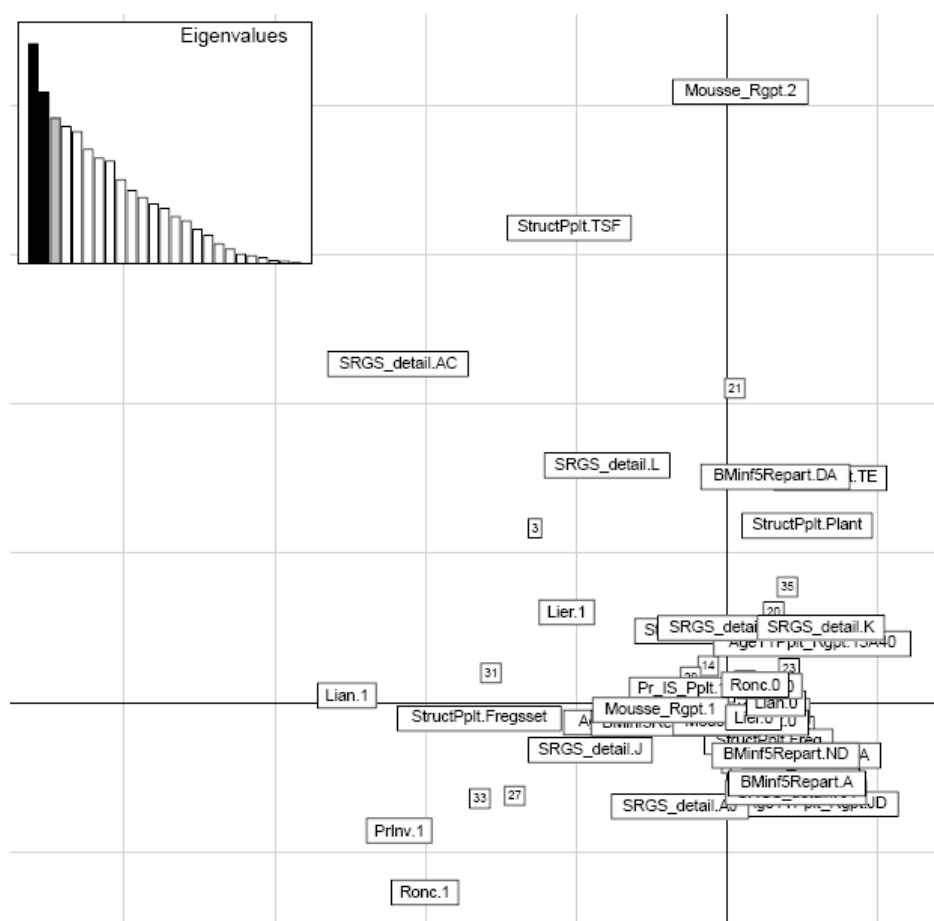
Le second axe factoriel est lié à la **densité du peuplement à travers les proportions de perches et précomptables** (PrNPe et PrNPC qui expliquent 39% chacun).

Le troisième axe enfin est lié au bois mort et plus particulièrement à son **stade de décomposition** grâce à la variable **volume de bois mort total très décomposé** (VBM total 3 contribuant à 40% de l'explication de l'axe 3).



Résultats de l'ACP sur les milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans la Drôme provençale

L'analyse des variables qualitatives permet d'expliquer 32% de l'inertie en retenant 3 axes factoriels. Ainsi, dans la limite de la significativité des résultats, cette analyse fait ressortir la **présence de lianes et invasives** pour l'explication de l'axe 1. L'axe factoriel 2 est quant à lui composé du **type de traitement TSF**, de la **présence de mousse et de la répartition diffuse et en amas du bois mort inférieur à 5cm**. Enfin le troisième axe semble contenir la **présence d'interventions sylvicoles**.



Résultats de l'AFM sur les milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein dans la Drôme provençale

L'analyse Hill et Smith permet d'atteindre 37% d'explication de l'inertie grâce aux trois premiers axes factoriels. L'axe factoriel 1 propose en premières variables explicatives les **proportions de surface terrière des feuillus et des résineux**. Les **lianes et invasives** constituent l'axe 2 et enfin la **proportion de perches et précomptables** l'axe 3.

A nouveau des placettes extrêmes influent sur la qualité de résultat des analyses intégrant les variables qualitatives.

✓ **Étude des terrains de chasse en milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard**

Résultats des analyses statistiques sur les milieux forestiers utilisés en activité de chasse par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard				
ACP	78%	PrNPC et PrNPe	VBM Total, VBMsol1 et VBM feuillus	PrGRx, PrGFu
AFM	45%	Présence d'interventions sylvicoles, abondance de lierre et présence de lianes	Abondance de ronces et présence d'invasives	Abondance de mousses, âge du peuplement et répartition du bois mort inférieur à 5cm
Hill et Smith	43%	VBM Feuillus et VBM total	PrGRx et PrGFu, type de peuplement	PrGRx, PrGFu

Résultats des analyses statistiques sur les milieux forestiers utilisés en activité de chasse par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

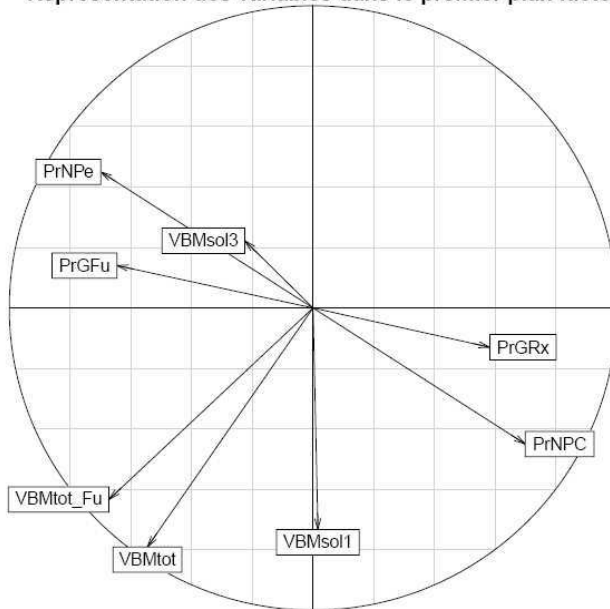
Les trois axes factoriels expliquent ici 78% de l'inertie.

Les **proportions de perches et de précomptables** (PrNPe et PrNPC expliquant 19% chacun l'axe 1) expliquent l'essentiel du premier axe factoriel ; **le volume de bois mort total feuillu ainsi que la proportion de surface terrière de feuillus** apportent aussi une contribution à l'axe 1 (18 et 16%).

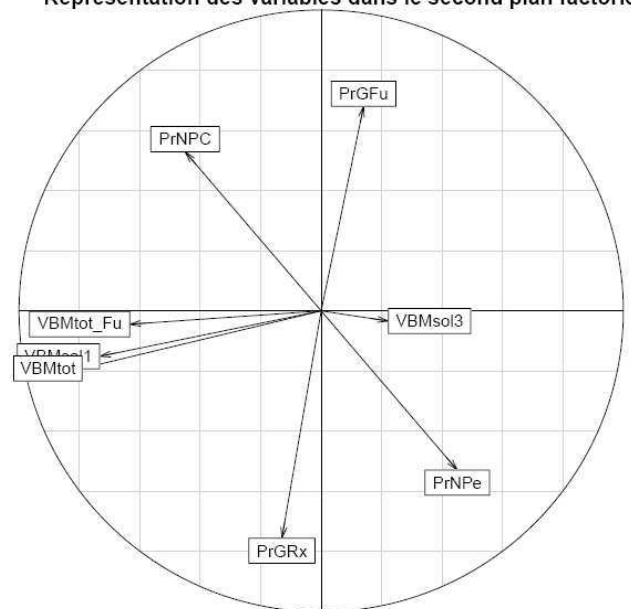
Le second est quant à lui composé du **volume de bois mort au sol peu décomposé** (VBMsol1 expliquant 26% de l'axe 2) ainsi que le **volume de bois mort total** (VBMtotal à 30%) et le **volume de bois mort feuillus** dans une moindre mesure (VBM total Feuillus à 20% d'explication).

Enfin le troisième axe traduit la **composition en essence** en opposant la **proportion de surface terrière de feuillus à celle des résineux** (PrGFu et PrGRx expliquant respectivement 28 et 34% l'axe 3).

Représentation des variables dans le premier plan factoriel

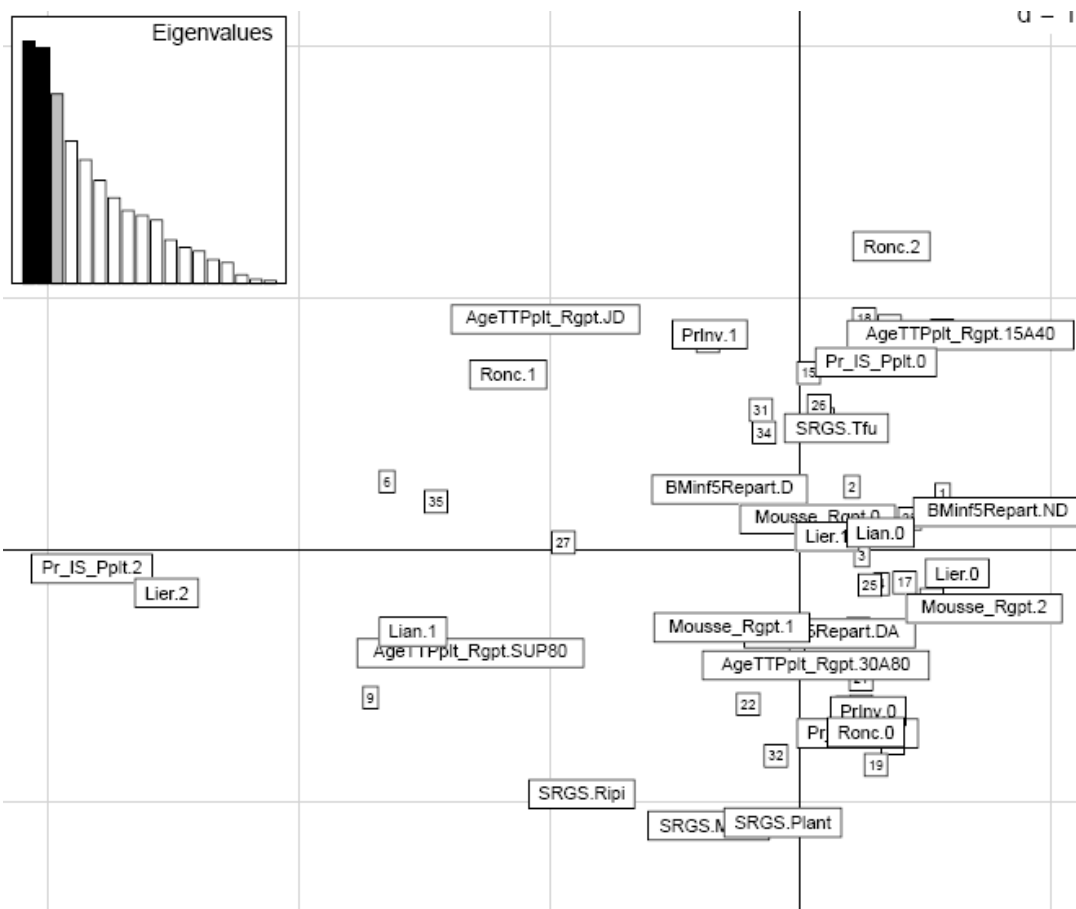


Représentation des variables dans le second plan factoriel



Résultats de l'ACP sur les milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

L'AFCM réalisée explique 44% de l'inertie à travers les 3 axes factoriels choisis. L'axe 1 est construit à partir de la **présence d'interventions sylvicoles, d'abondance de lierre** et de **présence de liane**. L'axe 2 est quant à lui concerné par l'opposition **entre l'abondance ou l'absence de ronces et la présence d'invasives**. Enfin l'**abondance de mousses, peuplement âgé ayant plus de 80 ans et absence de bois mort inférieur à 5cm** construisent l'axe 3.



Résultats de l'AFM sur les milieux forestiers milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

L'analyse Hill et Smith explique 42% de l'inertie grâce aux trois premiers axes factoriels. L'axe 1 est formé du **volume de bois mort feuillu et total** ; l'axe 2 par la **proportion de surface terrière de résineux** et les **plantations** puis la **proportion de surface terrière des feuillus**. Enfin l'axe 3 par la **proportion des perches et précomptables**.

✓ **Comparaison des résultats des trois études sur les milieux forestiers**

Les résultats s'avèrent finalement relativement similaires. Le Murin de Bechstein (à travers les deux analyses le concernant) semble sensible à la présence de bois mort en premier lieu contre la Barbastelle présentant plutôt une sensibilité à la structure du peuplement ou de la lisière à travers la variable de la densité ; paramètre intervenant dans les autres axes factoriels pour le Murin de Bechstein. Les volumes de bois mort résineux ou très décomposé sont deux variables ressortant pour ce dernier contre le bois mort feuillu et peu décomposé pour la Barbastelle.

Ainsi les variables sélectionnées pour l'application des GLM aux données issues des milieux forestiers sont donc pour les variables quantitatives :

- **Bois mort** : volume de bois mort total (VBM total) , volume de bois mort total feuillu et résineux (VBM totalFu et VBM totalRx), volume de bois mort sur pied (VBM pied total), volume de bois mort au sol (VBMsol), le volume de bois mort de catégorie de diamètre

supérieur ou égal aux bois moyens (V BM sup BM), le volume de bois mort au sol très décomposé (VBMSol3), densité de bois mort sur pied (N BMPi)

- Composition en essences du peuplement et stratification horizontale: proportions de surfaces terrières feuillus et résineuses (PrGFu et PrGRx) celle de la densité des précomptables (PrNPC)
- Stratification verticale: nombre de strates (NbSt)

Les variables qualitatives retenues sont:

- Structure: structure et âge des peuplements
- Type de peuplement limitrophe: code SRGS selon la simplification (voir analyse des peuplements forestiers ci-dessus)
- Composition floristique: abondance de mousses, lierre, liane et ronces, présence d'invasives
- Histoire du peuplement: présence et âge des interventions sylvicoles
- Bois mort: répartition du bois mort au sol inférieur à 5cm de diamètre

ANNEXE 19 - TABLEAUX RÉCAPITULATIFS DES RÉSULTATS DES GLM

Peuplements forestiers																					
Sites	Espèces		Nombre de Placettes	AUC	Maturité			Composition en essences			Stratification			Quantité et nature du bois mort				Composition floristique		Structure / traitement	Naturalité
	73	26			Bar	Myo	Dmax	Age	G GB+TGB	GFu	GRx	GPC	RS/3	RS1	VBM total	N BM pied total	Abondance BM < 5cm	Répartition BM < 5cm	Rec. herbacé	Abondance de mousses	Type de peuplement (code SRGS)
X	X	X	47	53%	+			- au carré	0	+ au carré	+	0	-	"Elevée" : -				"Moyenne" : -	"Taillis de feuillus" : +		
X	X	X	35	60%	+		0	+		+ au carré	0	-	-	"Moyenne" : -						0	
X	X	X	67	67%	-	"30 à 80" : - et ">80 ans" : +		+ au carré		+ au carré			- au carré	"Moyenne" : +			+ au carré			"Absente" : - et "Récentes" : +	
X	X	X	31	68%	+					+	0	0	0			0	+		"Taillis" : +	"Récentes" : +	

Peuplements forestiers														
Récapitulatif du modèle														
Sites	Espèces		temps ~ Dmax + GPC ² + GFu ² + V BM total + Abondance BMinf5cm + Abondance de mousses + Type de peuplement : code SRGS											
73	26	Bar	Myo	temps ~ Dmax + GPC ² + GFu ² + V BM total + Abondance BMinf5cm + Abondance de mousses + Type de peuplement : code SRGS										
X	X	X	X	temps ~ Dmax + GPC ² + GFu ² + V BM total + Abondance BMinf5cm + Abondance de mousses + Type de peuplement : code SRGS										
X	X	X	X	temps ~ Dmax + GPC ² + GFu ² + V BM total + Abondance BMinf5cm + Abondance de mousses + Type de peuplement : code SRGS										
X	X	X	X	temps ~ Dmax + GPC ² + GFu ² + V BM total + Abondance BMinf5cm + Abondance de mousses + Type de peuplement : code SRGS										

Abréviations	
73	Avant-pays savoyard
26	Drôme provençale
Bar	Barbastelle
Myo	Murin de Bechstein
G	surface terrière
N	Densité
V BM	Volume de bois mort
PC	précomptables

Lisières forestières																									
Sites	Espèces		Nombre de placettes	ALIC	Maturité		Composition en essences					Stratification			Quantité et nature du bois mort				Composition floristique		Type de lisière et traitement du			Naturalité	
	26	73			Age	G Fu	G Rx	G Erables	G Autres feuillus	Rx Arborée	G total	N FC	V BM total	V BM Catégorie BM	Ab. BM < 5cm	Répart. BM < 5 cm	Ab. de ronces	Pr. d'inv.	Ab. de lierre	Type de peuplement SRGS	Type de lisière	Eclaircissement	Pr. d'inter. sylvicoles	Age des sylvicoles	
X	X	X	62	78%	-	-	-	-	-	+ au carré	-	"Moyenne" et "Elevée" ; +	0	"Moyenne" ; +	0	+	"Moyenne" ; +	"Moyenne" et "Elevée" ; +	"Inteme" et "Sentier" et agriculture extensive" ; -	0					
X	X	X	61	77%	-	0	0	0	0	0	-		0					"Moyenne" ; +	"Moyenne" et "Elevée" ; +	"Moyenne" et "Elevée" ; +					
X	X	X	46	80%	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	"Moyenne" et "Elevée" ; +	"Moyenne" et "Elevée" ; +					
X	X	X	41	80%	0	0	0	0	0	0	0								"Moyenne" et "Elevée" ; +	"Moyenne" et "Elevée" ; +					
X	X	X	86	57%	0	0	0	0	0	0	-	"Elevée" ; +				+	"Moyenne" ; +	0					0		

Sites		Espèces		Récapitulatif du modèle retenu	
73	26	Bar	Myo		
X	X	X	X	temps ~ G Fu + G Rx + NPC + V BM Total + Abondance de BM inf 5 cm + Age du peuplement + Abondance de ronces + Type de lisière	
X	X	X	X	temps ~ G Fu + VBM total + Type de peuplement SRGS + Présence d'interventions sylvicoles + Présence d'invasives + Type de lisière	
X	X	X	X	temps ~ G Fu + G Rx + V BM total + Répartition BM inf 5cm + Type de peuplement : code SRGS + Abondance de Lierre + Age des interventions sylvicoles	
X	X	X	X	temps ~ G Fu + Répartition du BM inf 5 cm + Age des interventions sylvicoles + Abondance de lierre	
X	X	X	X	temps ~ Abondance de lierre + Présence d'invasives + Rx Arborée + VBM sol > Catégorie Bois moyens + Abondance BM inf 5cm + G Autres feuillus	

Abréviations	
Ab.	Abondance
Répart.	Répartition
Pr.	Présence
Inv.	Invasives
Inter.	Interventions
G	surface terrière
N	Densité
V BM	Volume de bois mort
PC	précomptables

Habitats forestiers																			
Sites	Espèces		Nombre de placettes	AUC	Maturité		Composition en essences		Stratification	Quantité et nature du bois mort						Composition floristique		Structure / traitement	Naturalité
	73	26			Bar	Myo	Age	%G Fu		%G Rx	% N PC	V BM total Feuillus	V BM sol très décomposé	V BM sol > Catégorie BM	V BM Pied	Abondance BM < 5cm	Présence d'invasives		
X	X		92	48%	0		+						0	"Moyenne" : +		0			
X		X	67	80%			+						0	"Elevée" : +	+		"Plantation", "Tailles" et "TSF" : -	"Récentes" : +	
X	X	X	87	66%			+						+	"Elevée" : +	+			"Récentes" : +	

Habitats forestiers		
Sites	Espèces	Récapitulatif du modèle retenu
73	Bar Myo	
X	X	temps ~ Abondance BMinfscm + Pr NPC + V BM sol très décomposé + Age du peuplement
X	X	temps ~ Pr NPC + V BM Sol > Catégorie BM + V BM Pied + Age des interventions sylvicoles + Présence d'invasives + Structure du peuplement
X	X	temps ~ Pr NPC + V BM Pied + V BM Sol > Catégorie BM + VBM total + Abondance BMinfscm + Age des interventions sylvicoles + Présence d'invasives

Abréviations	
73	Avant-pays savoyard G surface terrière
26	Drôme provençale N Densité
Bar	Barbastelle V BM Volume de bois mort
Myo	Murin de Bechstein PC précomptables

ANNEXE 20 - MODÉLISATION DU TEMPS PASSÉ EN ACTIVITÉ DE CHASSE PAR LE MURIN DE BECHSTEIN

Étude des peuplements forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (- 4,86 + 0,14 \times G_{PC} - 0,01 \times N_{BM \text{ Pied}} + 0,12 \times G_{Rx} + 0,04 \times D_{max} + 1,72 \times R_{Herbacées})$$

$$\begin{matrix} \text{Age des} \\ \text{+ interventions} \\ \text{sylvicoles} \end{matrix} \left\{ \begin{array}{l} (- 0,82 \times \text{Absence}) \\ 2,47 \times \text{Récentes} \end{array} \right. + \text{Code SRGS} \left\{ \begin{array}{l} (- 0,40 \times \text{Peuplement mixte}) \\ (+ 0,13 \times \text{Plantation}) \\ + 3,25 \times \text{Taillis} \end{array} \right.)$$

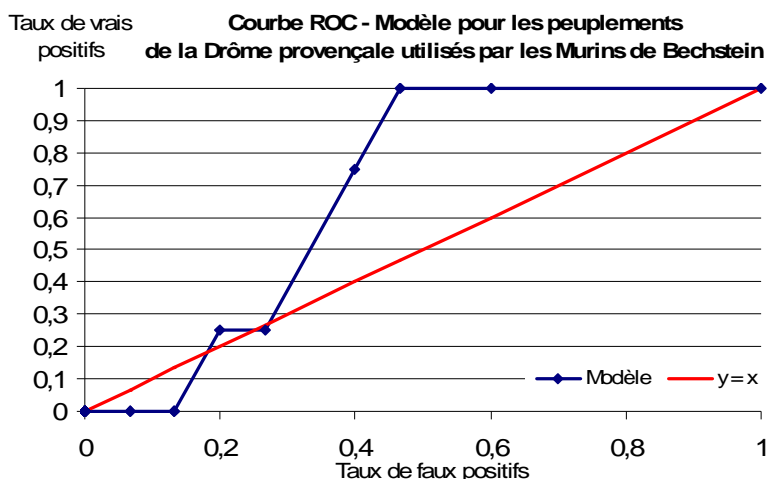
AUC= 68 %

Validité du modèle

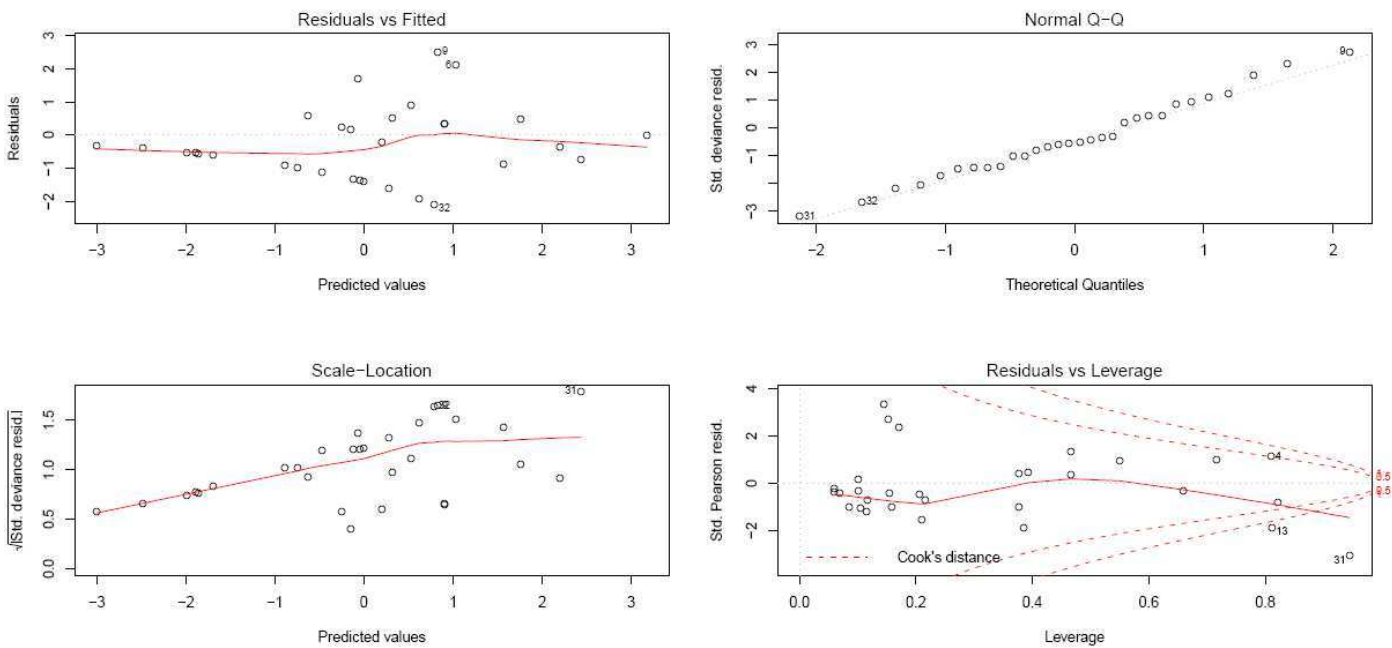
Après une première élimination des points présentant des résidus trop élevés, le nombre de placettes sur lesquelles reposent la constitution de ce modèle est égal à 31, ce qui est peu.

Cependant les résidus sont compris entre -2 et +2. Le long de la droite tracée à partir des valeurs prédites et des résidus partiels, on observe une certaine dispersion des résidus partiels pour les valeurs prédites positives. On a de plus certains points à effet de levier important pour des distances de Cook proche ou dépassant les valeurs seuils. Au vue du nombre de points disponibles, on ne peut être trop exigeant.

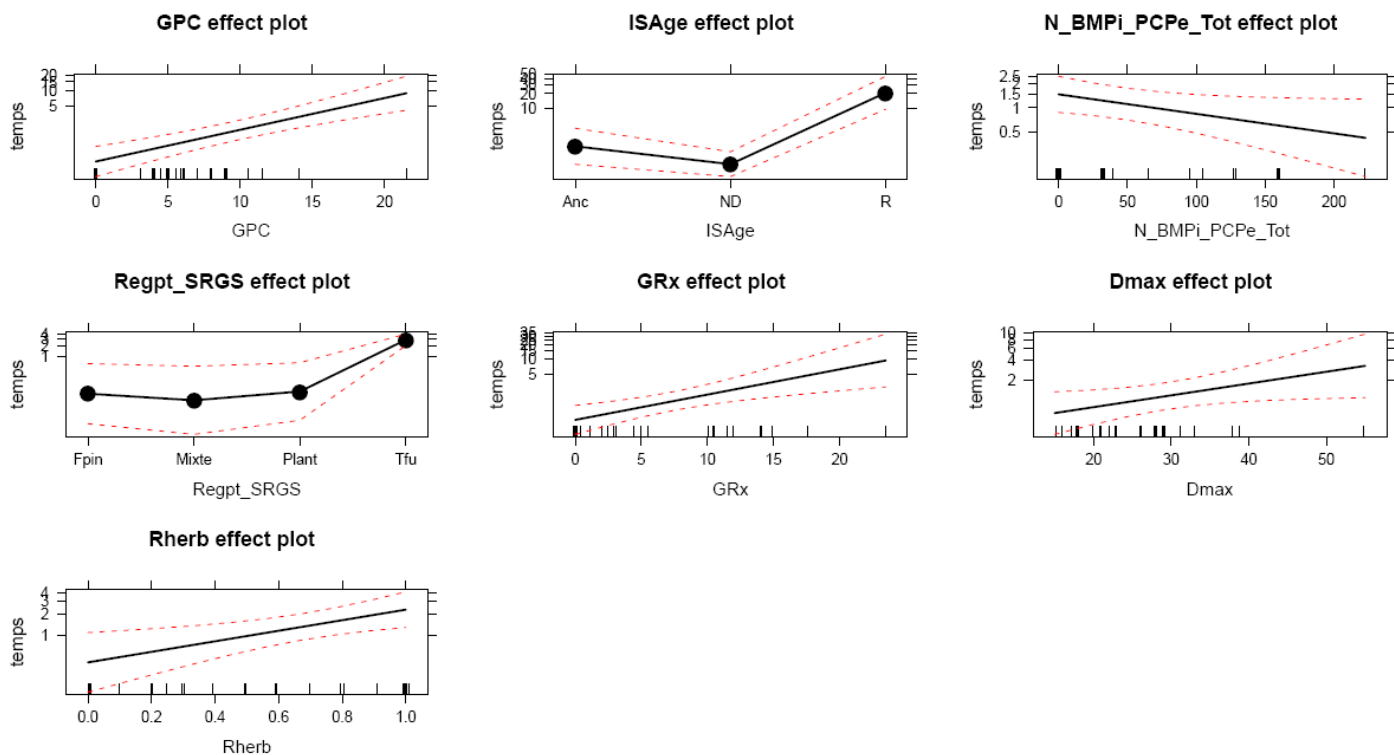
L'AUC en revanche pour ce modèle s'élève à 68%, le modèle peut donc être considéré comme convenable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements étudiés en Drôme provençale utilisés en chasse par le Murin de Bechstein



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de $G_{Précomptables}$, l'âge des interventions sylvicoles, la densité du bois mort sur pied total ($N_{BM Pied Précomptables}$ et $Perches total$), du type de peuplement selon la typologie SRGS, $G_{Résineux}$, D_{max} et du recouvrement herbacé sur le temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans les peuplements de la Drôme provençal

Étude des lisières forestières fréquentées par le Murin de Bechstein en Drôme provençale

Temps en chasse = $\text{Exp}(-1,84 - 0,02 \times G \text{ Total} +$

+ Abondance de lierre $\left\{ \begin{array}{l} - 2,09 \times \text{Moyenne} \\ - 2,13 \times \text{Elevée} \end{array} \right. + \text{Répartition BM} < 5\text{cm} \left\{ \begin{array}{l} + 1,95 \times \text{Diffuse} \\ + 2,03 \times \text{Diffuse et amas} \\ + 1,61 \times \text{Absente} \end{array} \right.$

+ Age des interventions sylvicoles $\left(\begin{array}{l} + 1,47 \times \text{Absente} \\ - 1,65 \times \text{Récentes} \\ + 2,19 \times \text{Récentes et anciennes} \end{array} \right)$

AUC = 66%

Validité du modèle

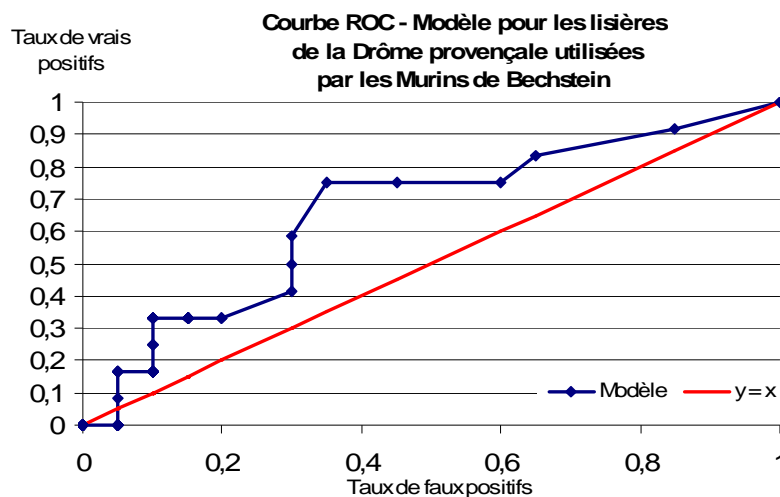
Après une première élimination des points présentant des résidus trop élevés, le nombre de placettes sur lesquelles reposent la constitution de ce modèle est égal à 41.

Cependant les résidus sont compris entre -3 et +3. Tout le long de la droite tracée à partir des valeurs prédites et des résidus partiels, on peut observer une certaine dispersion des résidus partiels.

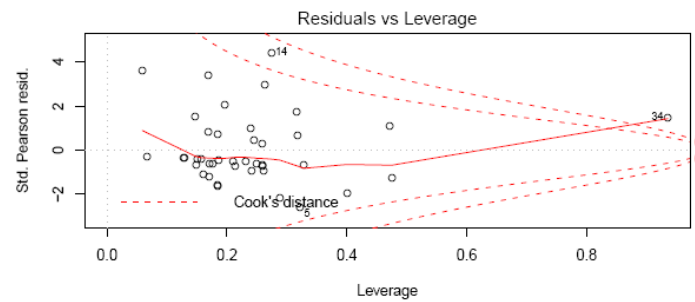
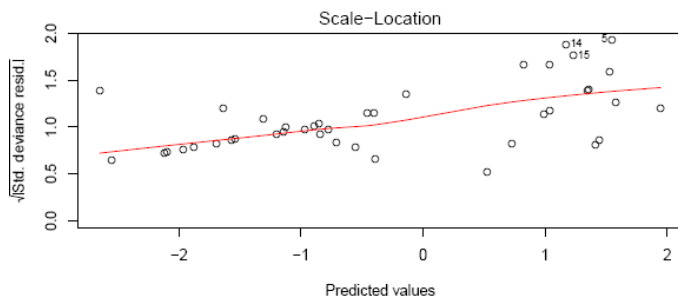
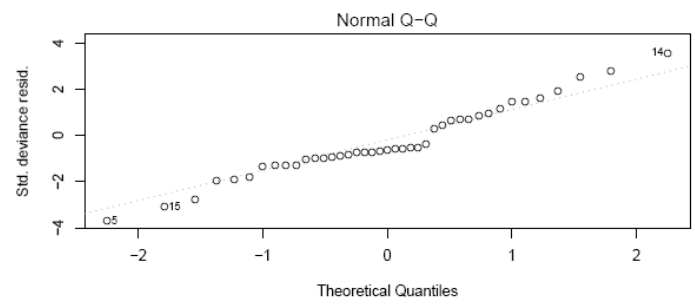
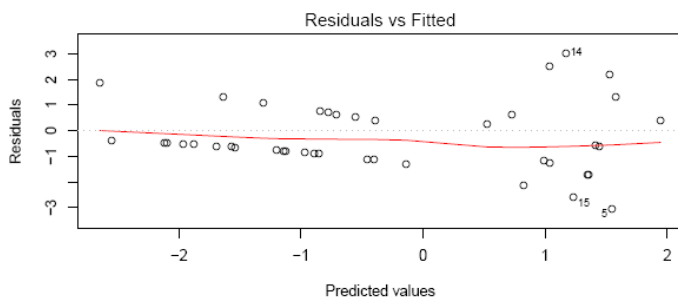
Un point présente un effet de levier important, le reste des points n'épousant pas d'extrêmes.

L'AUC pour ce modèle s'élève à 66%, le modèle peut donc être considéré comme convenable.

Voici la courbe ROC correspondante :

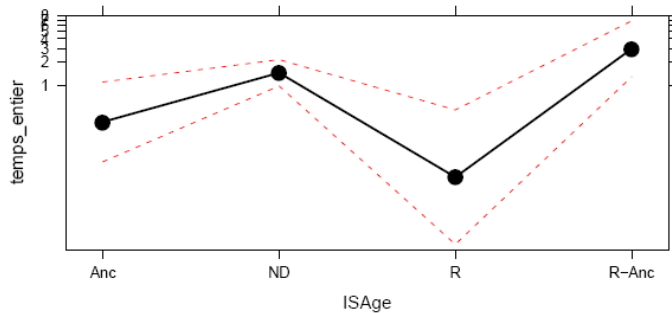


Courbe ROC du modèle retenu pour les lisières étudiées en Drôme provençale et utilisées en chasse par le Murin de Bechstein

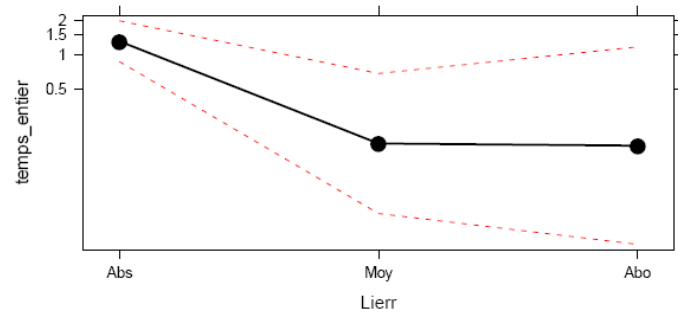


Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier

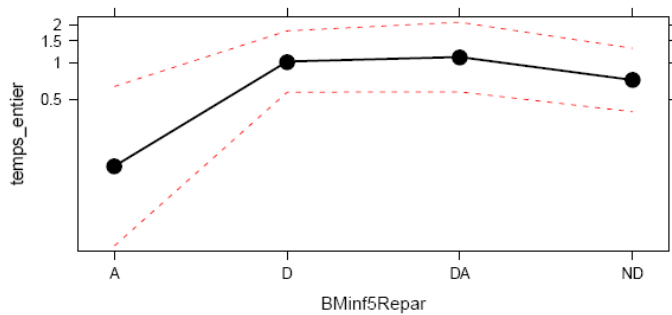
ISAge effect plot



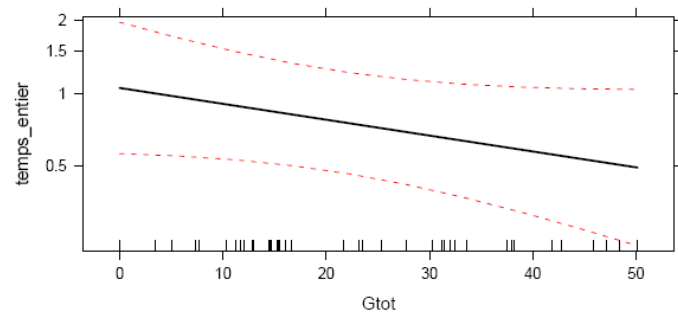
Lierr effect plot



BMinf5Repar effect plot



Gtot effect plot



Effets de l'âge des interventions sylvicoles, l'abondance de lierre, la répartition du bois mort au sol inférieur à 5 cm et de G_{total} (perches et précomptables) sur le temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans les lisières de la Drôme provençale

Étude des peuplements forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

Temps en chasse = $\text{Exp} (-1,86 + 0,06 \times D_{\text{max}} + 0,01 \times G \text{ PC}^2 - 0,03 \times V \text{ BM total} + 3,13 \times R_{\text{St3}} - 0,002 \times G \text{ Fu}^2$

+ Abondance de mousses $\left\{ \begin{array}{l} -1,50 \times \text{Moyenne} \\ (-0,45 \times \text{Elevée}) \end{array} \right.$ + Abondance BM<5cm $\left\{ \begin{array}{l} (-0,09 \times \text{Moyenne}) \\ -1,34 \times \text{Elevée} \end{array} \right.$

+ Type de peuplement $\left\{ \begin{array}{l} (-0,08 \times \text{Mixte}) \\ (-1,41 \times \text{Plantation}) \\ + 1,75 \times \text{Taillis} \end{array} \right.$

AUC = 53 %

Validité du modèle

47 placettes ont permis la réalisation de ce modèle, suite à la suppression de placettes extrêmes influentes.

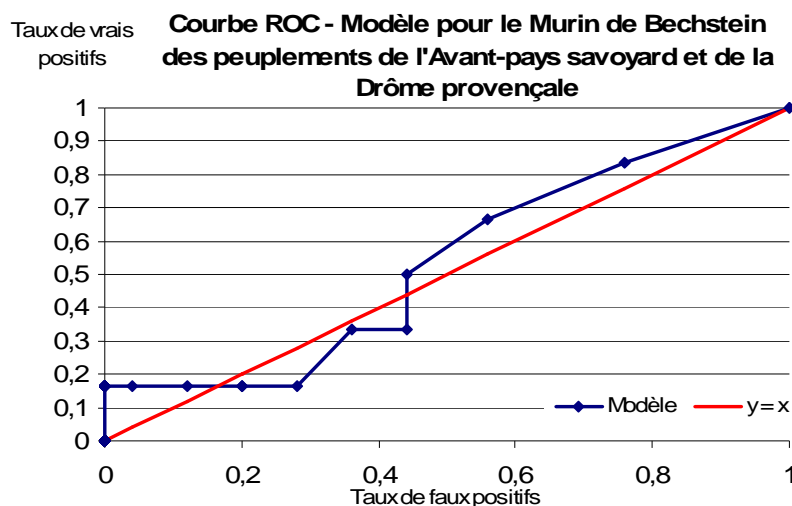
Les résidus sont compris entre -3 et +3 et on atteint peu la normalité des résidus.

Le long de la droite traçant les résidus partiels en fonction des valeurs prédites, on observe une dispersion des résidus.

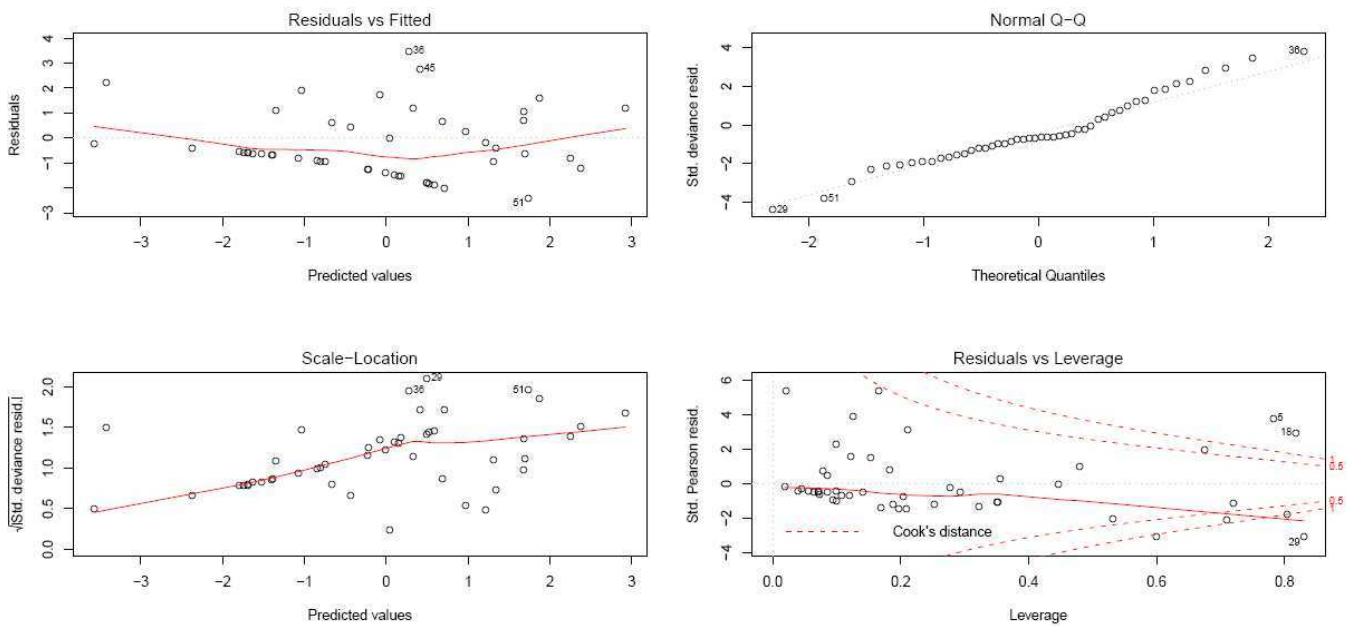
Enfin on observe la présence de points influents (effets de levier et résidus élevés).

Vu le nombre de placettes disponibles, il a été décidé de ne pas réduire le nombre de placette davantage.

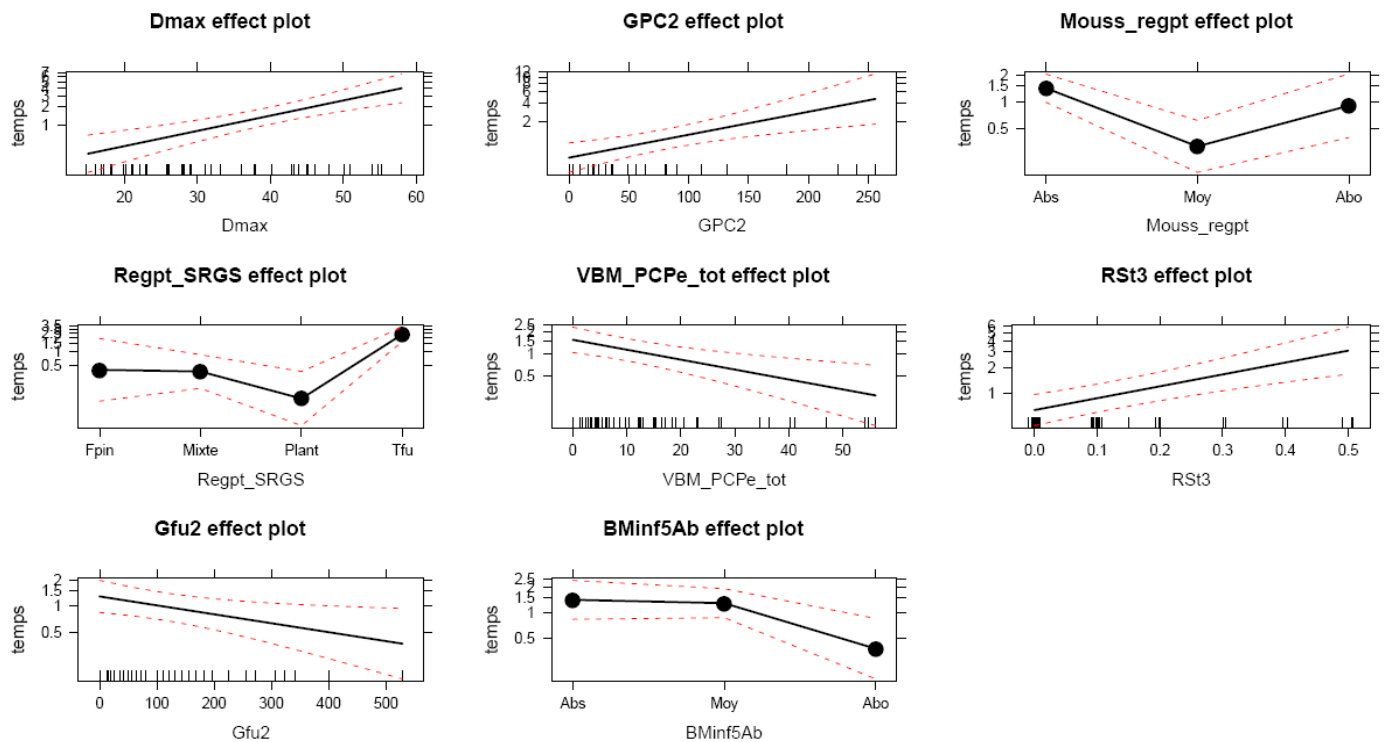
L'AUC atteint alors 53%, le modèle peut donc médiocre et apport seulement des idées concernant la préférence du Murin de Bechstein au sein des peuplements mais aucune conclusion ou hypothèse réellement fiable et soutenue. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements étudiés en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard pour le Murin de Bechstein



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de Dmax, GPrécomptables², l'abondance de mousses, le type de peuplement selon la typologie SRGS, le volume de bois mort total (perches et précomptables), le recouvrement de la strate 3, GFeuillus² et de l'abondance du bois mort au sol inférieur à 5 cm sur le temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans les peuplements de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard

Étude des lisières forestières fréquentées par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (-3,57 - 0,03 \times G_{Fu} - 0,09 \times G_{Rx} - 0,04 \times V_{BM \text{ Total}}$$

$$+ \text{Abondance de lierre} \begin{cases} -1,36 \times \text{Moyenne} \\ + 2,22 \times \text{Elevée} \end{cases} + \text{Répartition BM} < 5\text{cm} \begin{cases} + 3,18 \times \text{Absent} \\ - 3,20 \times \text{Diffuse} \\ + 3,82 \times \text{Diffuse et en amas} \end{cases}$$

$$+ \text{Type de peuplement} \begin{cases} (+1,37 \times \text{Mixte}) \\ - 2,69 \times \text{Plantation} \\ - 0,69 \times \text{Taillis} \end{cases} + \text{Age des interventions sylvicoles} \begin{cases} + 3 \times \text{Absence} \\ (+0,38 \times \text{Récentes}) \\ + 4,31 \times \text{Récentes} \end{cases}$$

AUC = 80%

Validité du modèle

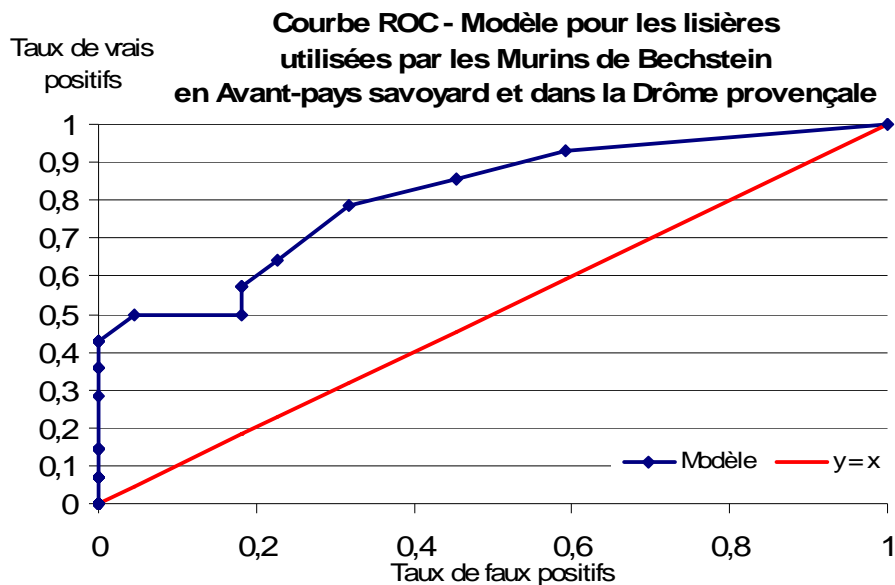
46 placettes ont permis la réalisation de ce modèle, suite à la suppression de placettes extrêmes influentes.

Les résidus sont compris entre -2 et +2 et la normalité des résidus est ici convenable.

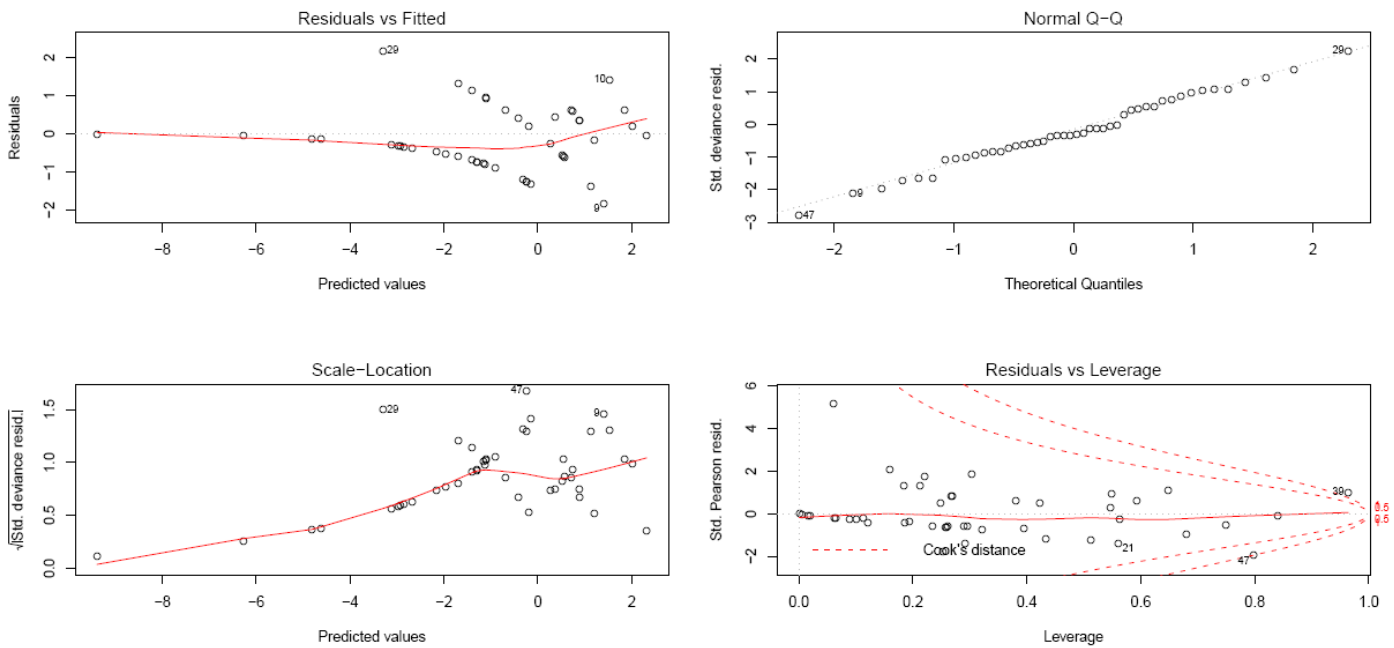
Le long de la droite traçant les résidus partiels en fonction des valeurs prédites, on observe comme toujours une dispersion des résidus pour les valeurs positives.

Les effets de levier et résidus des points ne présentent pas de points trop influents.

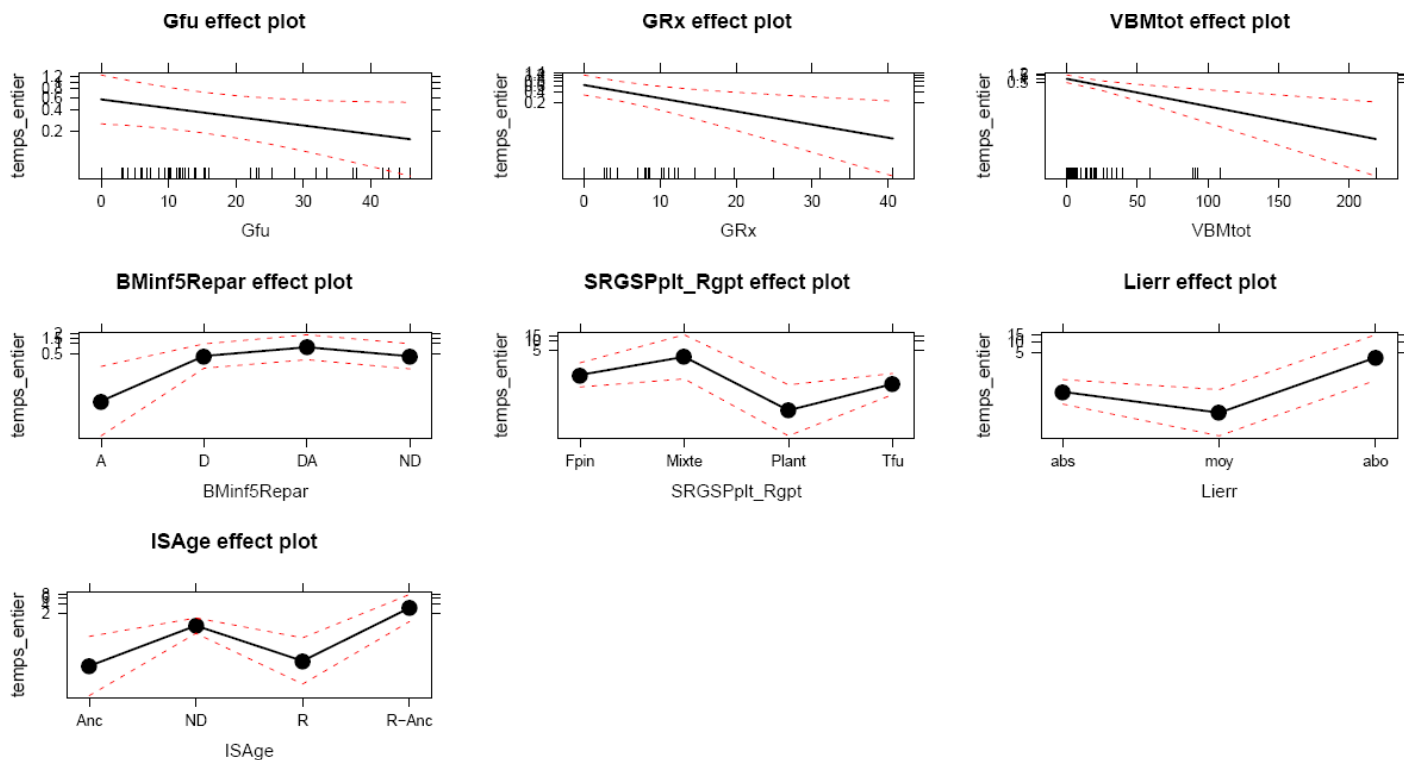
L'AUC atteint 80%, le modèle peut donc être considéré comme acceptable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements étudiés en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard pour le Murin de Bechstein



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de GFeuillus, GRésineux, du volume de bois mort total, de la répartition du bois mort au sol inférieur à 5 cm, du type de peuplement selon la typologie SRGS, l'abondance de lierre et l'âge des interventions sylvicoles sur le temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans les lisières de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard

Étude des milieux forestiers fréquentés par le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (-0,02 + 1,05 \times \%N_{PC} - 0,05 \times V_{BM_{sol3}}$$

$$+ \text{Abondance BM} < 5\text{cm} \left\{ \begin{array}{l} + 0,40 \times \text{Moyenne} \\ (- 0 \times \text{Elevée}) \end{array} \right. + \text{Age des peuplements} \left\{ \begin{array}{l} (+ 0,19 \times 30 \text{ à } 80 \text{ ans}) \\ (- 0,09 \times \text{Jeune et dense}) \\ + 1,81 \times \text{supérieur à } 80 \text{ ans} \end{array} \right.)$$

AUC = 48%

Validité du modèle

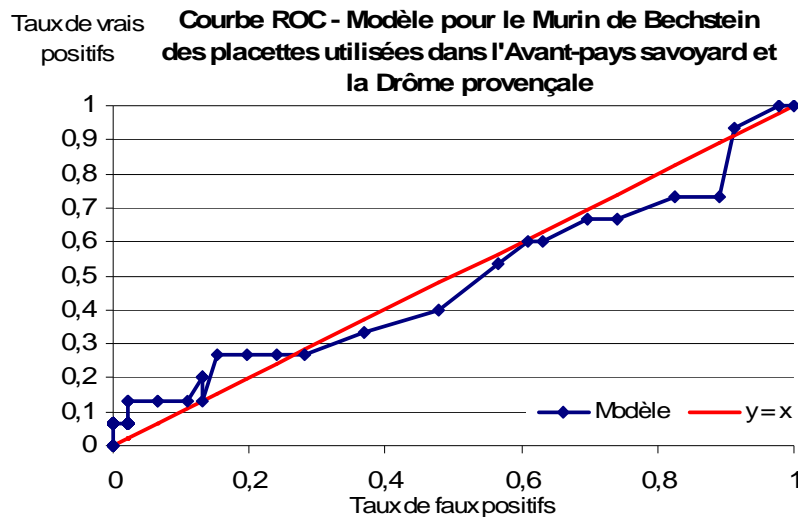
92 placettes ont permis la réalisation de ce modèle, suite à la suppression de placettes extrêmes influentes.

Les résidus sont très élevés dans ce modèle. La suppression des points influents a été testée mais mène systématiquement à en éliminer davantage.

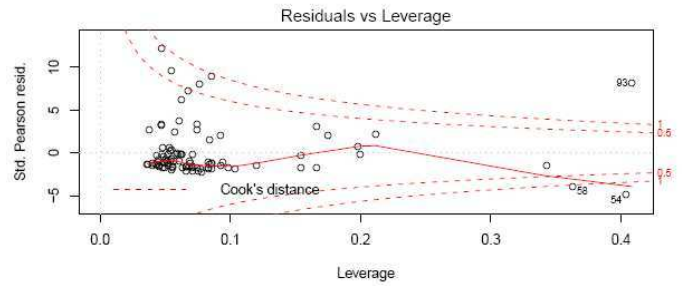
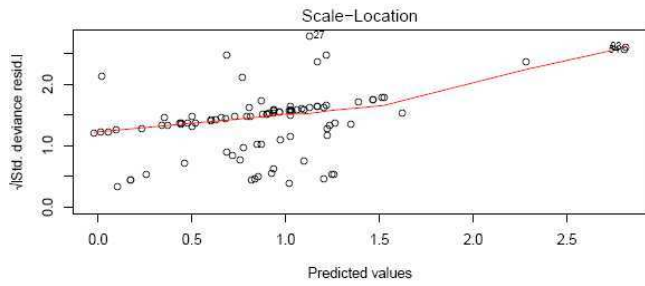
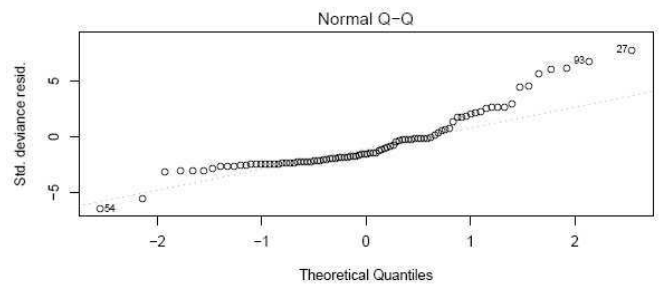
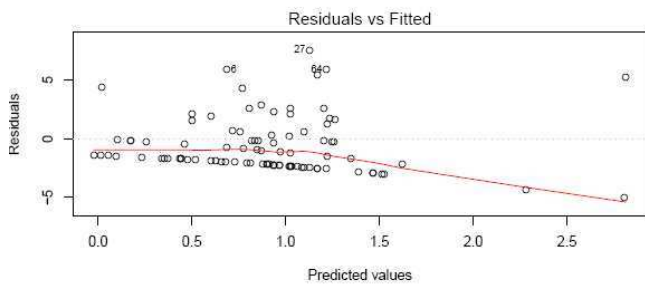
Tout le long de la droite traçant les résidus partiels en fonction des valeurs prédites, on observe une dispersion des résidus pour les valeurs positives.

Quelques points sont ici influents comme on peut le constater sur le graphique des résidus en fonction du levier.

L'AUC atteint 48%, ce modèle médiocre peut donc difficilement apporter des conclusions correctes. Voici la courbe ROC correspondante :

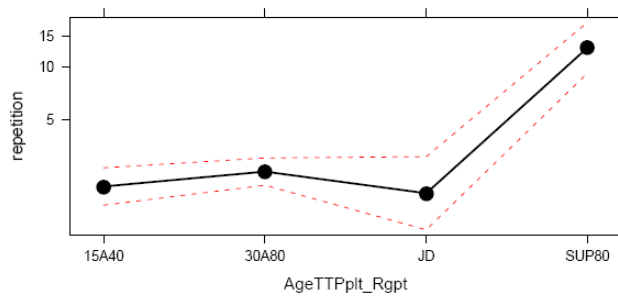


Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements et lisières étudiés en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard pour le Murin de Bechstein

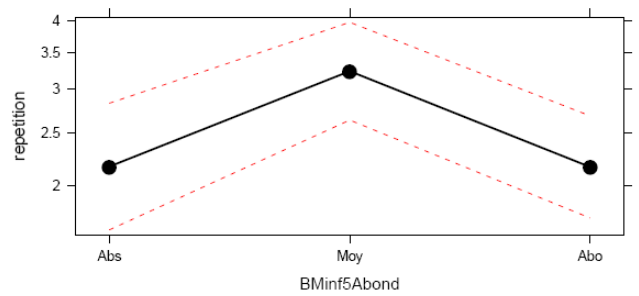


Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier

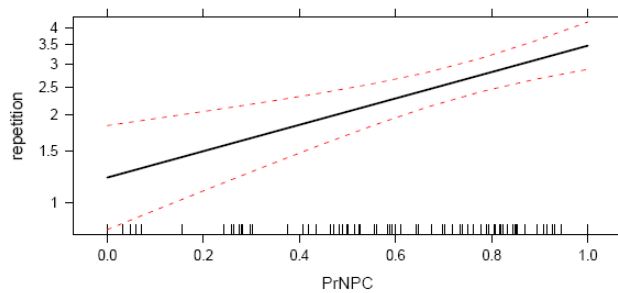
AgeTTPplt_Rgpt effect plot



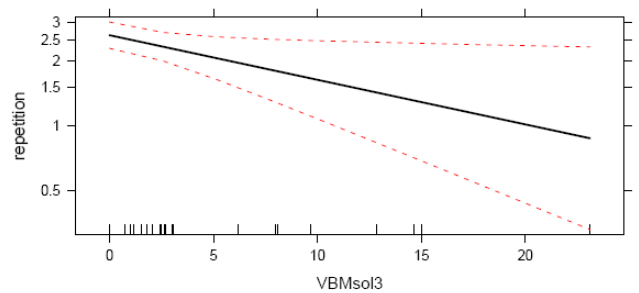
BMinf5Abond effect plot



PrNPC effect plot



VBMsol3 effect plot



Effets de l'âge des peuplements, de l'abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm, de la proportion de précomptables en densité et du volume de bois mort au sol très décomposé sur le temps passé en activité de chasse par le Murin de Bechstein dans les milieux forestiers de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard

ANNEXE 21 - MODÉLISATION DU TEMPS PASSÉ EN ACTIVITÉ DE CHASSE PAR LA BARBASTELLE

Étude des lisières forestières fréquentées par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (-0,57 - 0,03 \times G_{Fu} - 0,17 \times G_{Rx} + 0 \times N_{PC}^2 - 0,03 \times V_{BM \text{ Total}}$$

$$+ \text{ Abondance de ronces} \begin{cases} + 2,25 \times \text{Moyenne} \\ + 0,68 \times \text{Elevée} \end{cases} \quad + \text{ Abondance BM} < 5\text{cm} \begin{cases} + 1,46 \times \text{Moyenne} \\ - 1,83 \times \text{Elevée} \end{cases}$$

$$+ \text{ Type de lisière} \begin{cases} (- 0,10 \times \text{ETAext}) \\ - 2,29 \times \text{LInterne} \\ (- 0,53 \times \text{STAint}) \\ - 1,99 \times \text{STAext} \end{cases} \quad + \text{ Age des peuplements} \begin{cases} + 0,88 \times 30 \text{ à } 80 \text{ ans} \\ (+ 0,79 \times \text{Jeune et dense}) \\ (- 0,76 \times \text{supérieur à } 80 \text{ ans}) \end{cases}$$

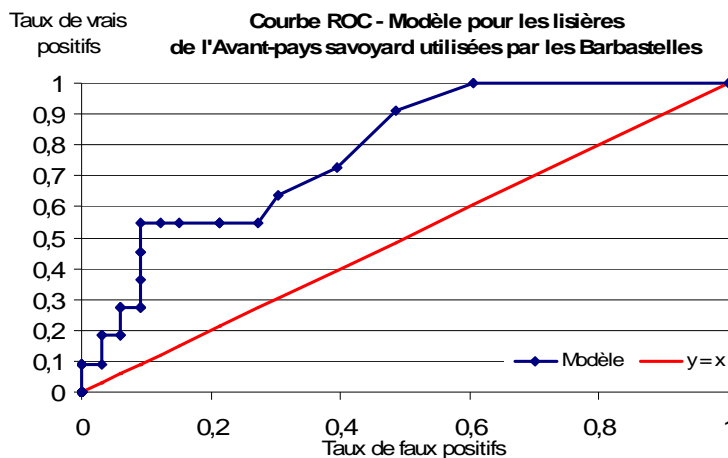
AUC = 78%

Validité du modèle

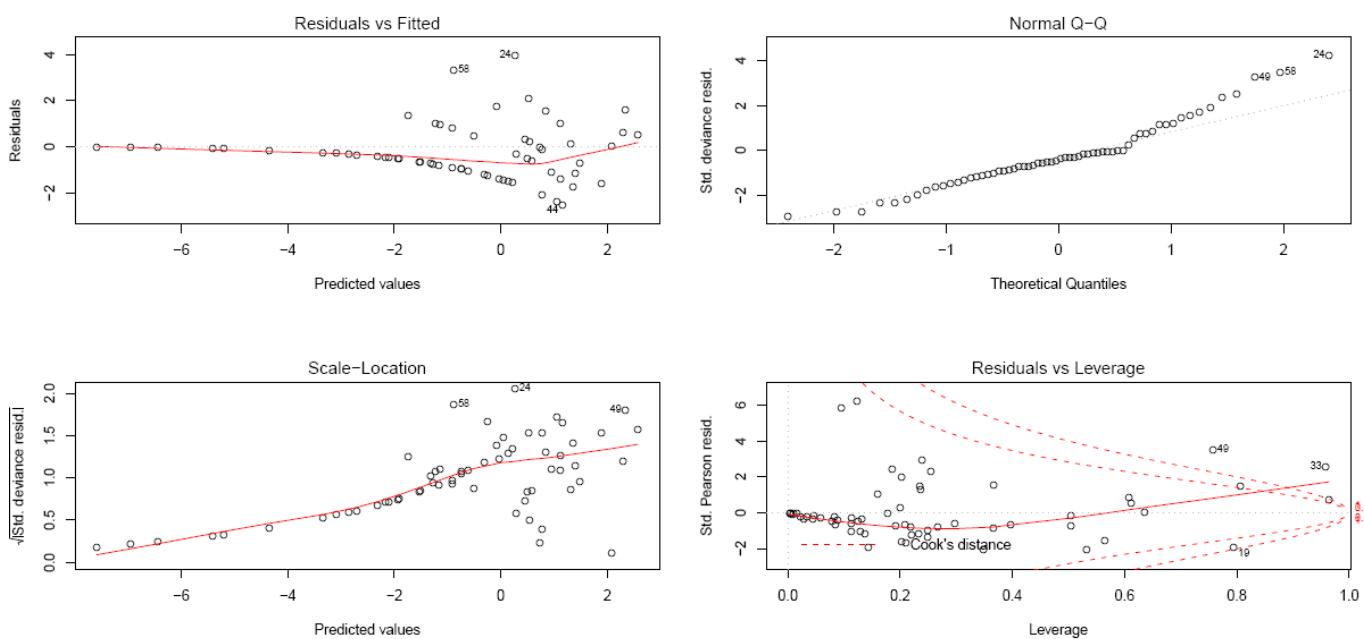
Après une première élimination des points présentant des résidus trop élevés, le nombre de placettes sur lesquelles reposent la constitution de ce modèle est égal à 62.

La plupart des résidus est comprise entre -2 et +2 cependant 2 points atteignent des valeurs élevées telles +4. Le long de la droite tracée à partir des valeurs prédites et des résidus partiels, on peut observer une dispersion de part et d'autre de cette droite des résidus partiels pour les valeurs proches de 0 ou positives. Certains points sont influents de par leur effet de levier et résidus importants. Un test en supprimant davantage de placettes a été réalisé mais n'a pas réellement apporté ici d'amélioration. Le choix a donc été fait d'en rester sur ce jeu de données.

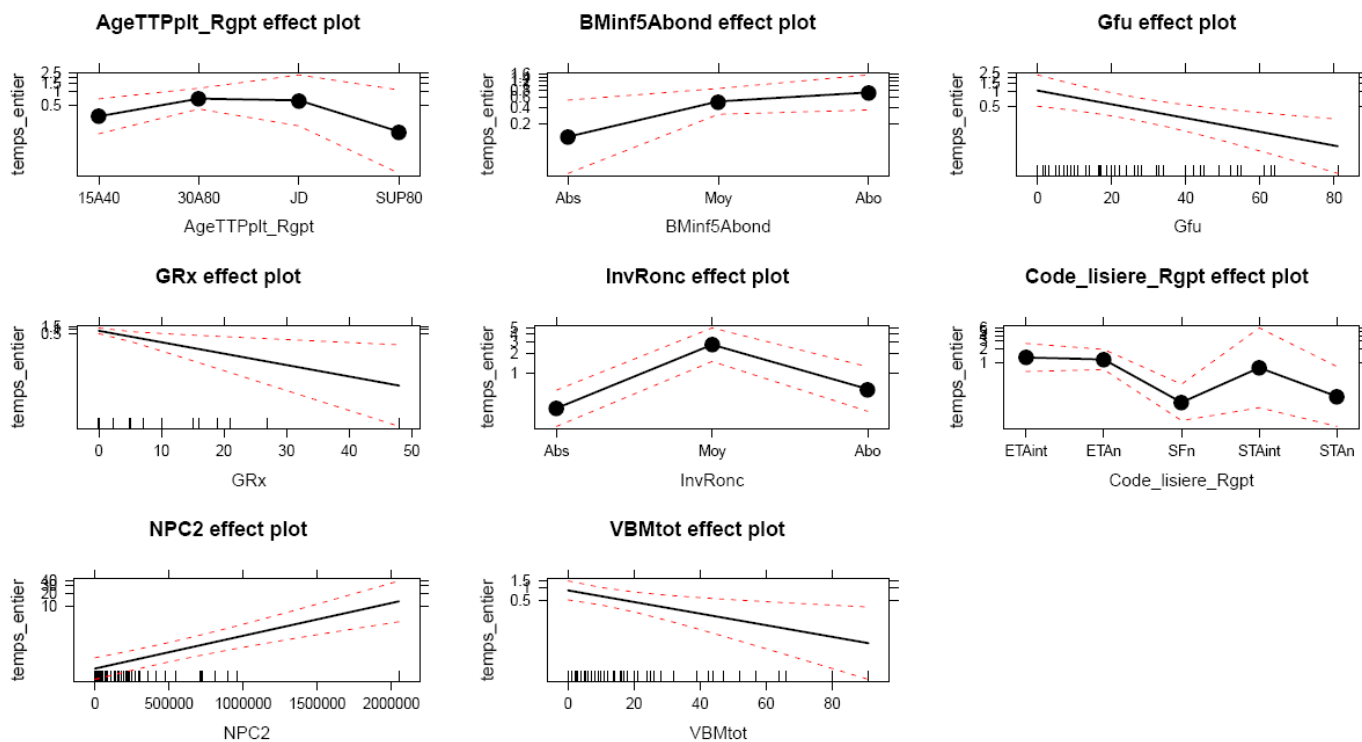
L'AUC pour ce modèle s'élève à 78%, le modèle est donc de qualité convenable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les lisières étudiées dans l'avant-pays savoyard utilisées en chasse par la Barbastelle



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de l'âge des peuplements, de l'abondance du bois mort au sol inférieur à 5 cm, de $G_{Feuillus}$, $G_{Résineux}$, de l'abondance de ronces, du type de lisière, la densité des précomptables N_{PC}^2 et du volume de bois mort total sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle dans les lisières de l'avant-pays savoyard

Étude des milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (-1,71 - 0,13 V_{\text{BMSol} > \text{Catégorie BM}} - 0,07 \times V_{\text{BMPied}} + 1,72 \times \%N_{\text{PC}} +$$

$$\begin{aligned}
 & 1,36 \times \text{Présence d'invasives} + \text{Age des interventions sylvicoles} \left\{ \begin{array}{l} 0,59 \times \text{Absentes} \\ 1,39 \times \text{Récentes} \\ 0,54 \times \text{Récentes et anciennes} \end{array} \right. \\
 & + \text{Structure du peuplement} \left\{ \begin{array}{l} -1,67 \times \text{Taillis} \\ -1,32 \times \text{TSF} \\ -1,32 \times \text{Plantation} \\ (-0,16 \times \text{Freg avec sous-étage}) \end{array} \right. \\
 & + \text{Abondance BM} < 5 \text{ cm} \left\{ \begin{array}{l} + 0,88 \times \text{Moyenne} \\ + 1,70 \times \text{Elevée} \end{array} \right.) \\
 \text{AUC} = 80\%
 \end{aligned}$$

Validité du modèle

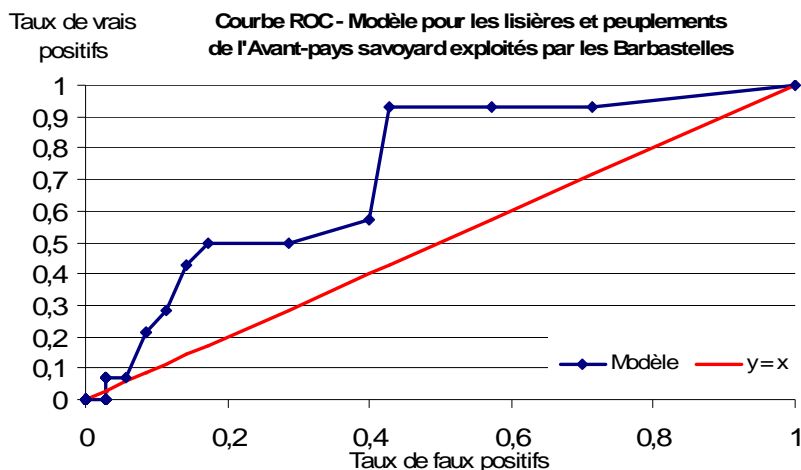
67 placettes ont permis la réalisation de ce modèle, suite à la suppression de placettes extrêmes influentes.

Les résidus sont majoritairement compris entre -2 et +2 et la normalité des résidus est ici convenable, comme on peut le constater sur les deux graphiques correspondants.

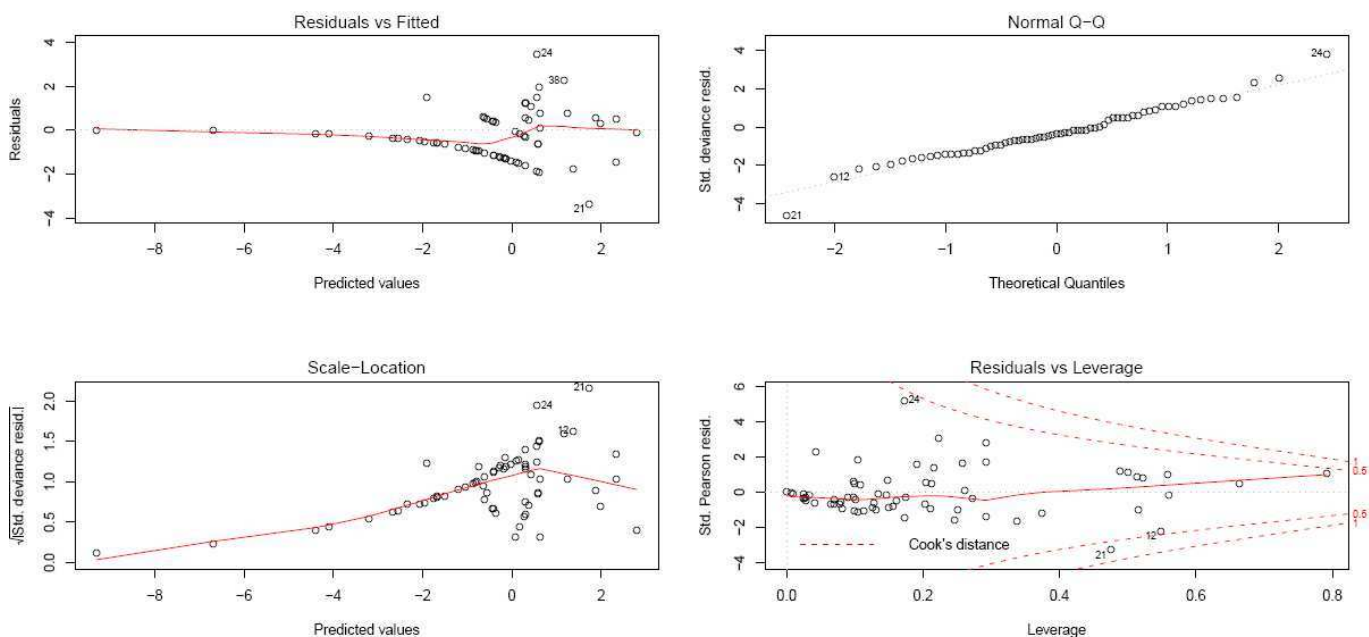
Le long de la droite traçant les résidus partiels en fonction des valeurs prédites, on observe comme toujours une dispersion des résidus pour les valeurs positives.

Les effets de levier et résidus des points ne présentent pas de points trop influents.

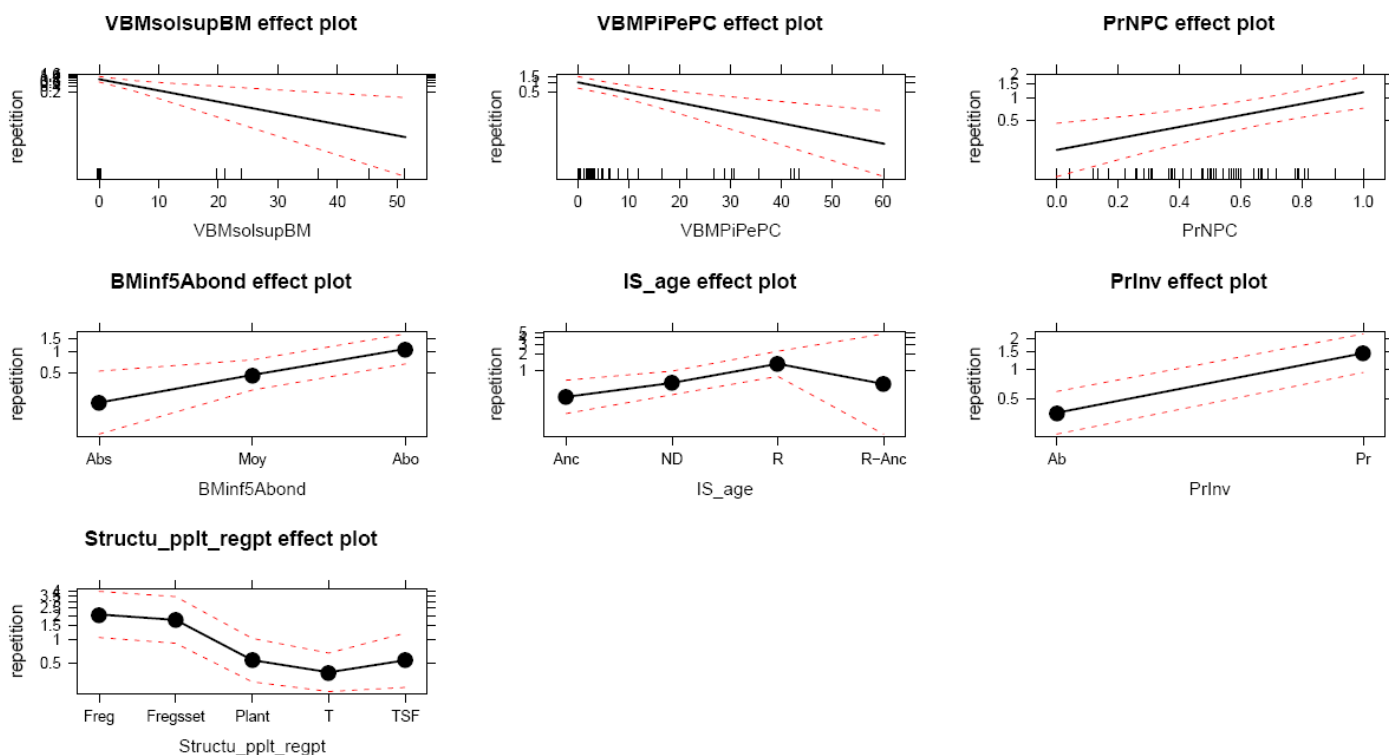
L'AUC atteint 80%, le modèle peut donc être considéré comme acceptable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements et lisières étudiés dans l'avant-pays savoyard exploités par la Barbastelle



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets du volume de bois mort au sol supérieur ou égal à la catégorie des bois moyens, volume de bois mort sur pied total (perches et précomptables), de la proportion en densité des précomptables, l'abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm, l'âge d'interventions sylvicoles, la présence d'invasives et de la structure des peuplements sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle dans les milieux forestiers de l'avant-pays savoyard

Étude des lisières forestières fréquentées par la Barbastelle en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

Temps en chasse = $\text{Exp} (-0,36 - 1,14 \times \text{Rx Arborée} - 0,12 \times V_{\text{BMSol}} > \text{Catégorie BM}$

- $0,02 \times G_{\text{Autres feuillus}} + 0,9 \times \text{Présence d'invasives}$

+ Abondance de lierre $\left\{ \begin{array}{l} + 1,08 \times \text{Moyenne} \\ (+ 0,22 \times \text{Elevée}) \end{array} \right.$ + Abondance BM<5cm $\left\{ \begin{array}{l} (-0,18 \times \text{Moyenne}) \\ + 0,67 \times \text{Elevée} \end{array} \right.$

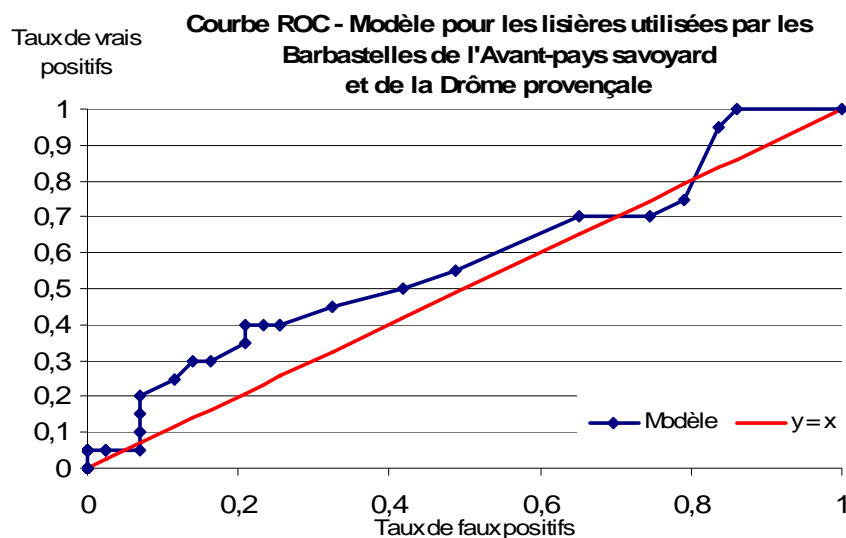
AUC = 57%

Validité du modèle

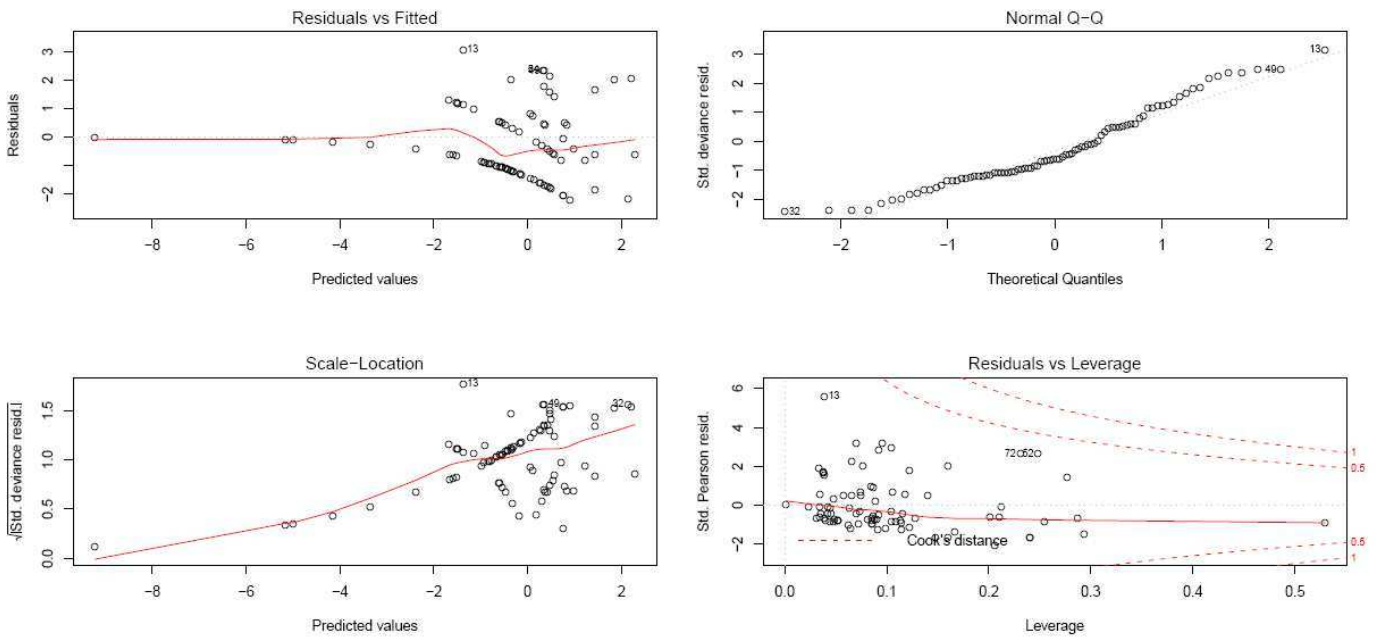
Après une première élimination des points présentant des résidus trop élevés, le nombre de placettes sur lesquelles reposent la constitution de ce modèle est égal à 86

La plupart des résidus est comprise entre -2 et +2. Le long de la droite tracée à partir des valeurs prédites et des résidus partiels, on peut observer une certaine dispersion des résidus partiels pour les valeurs proches de 0 ou positives.

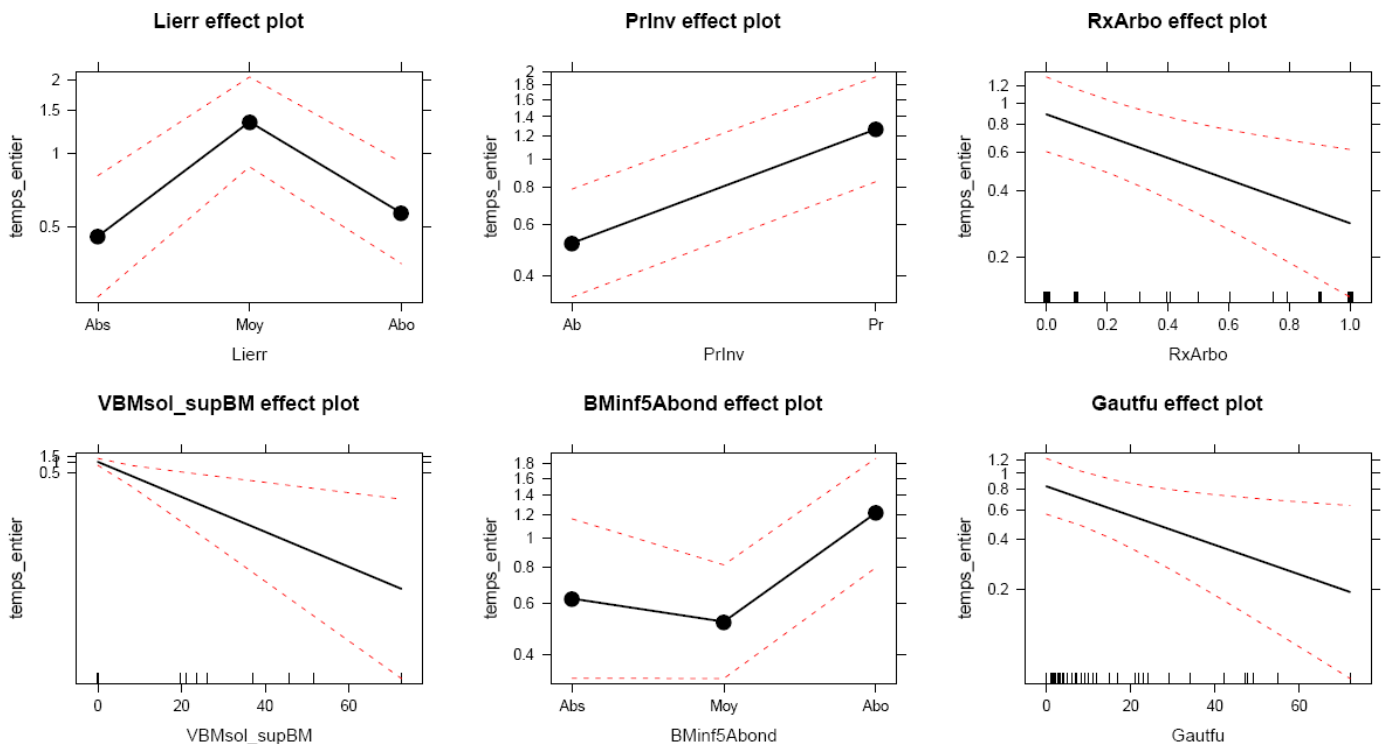
L'AUC pour ce modèle s'élève à 57%, le modèle est donc médiocre. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les lisières étudiées en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard utilisées en chasse par la Barbastelle



Graphiques pour la validation du modèle : résidu en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de l'abondance de lierre, la présence d'invasives, du recouvrement des résineux dans la strate arborée, du volume de bois mort au sol de catégorie de diamètre supérieure ou égale aux bois moyens, de l'abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm et de $G_{Autres\ feuillus}$ sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle dans les lisières de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard

Étude des milieux forestiers fréquentés par la Barbastelle en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (-1,37 + 1,07 \times \text{Présence d'invasives} + 1,14 \times \%N_{PC} - 0,07 \times V_{BM \text{ Pied}} - 0,14 \times V_{BMSo} \triangleright \text{Catégorie BM} + 0,02 \times V_{BM \text{ Total}}$$

$$+ \text{Abondance BM} < 5\text{cm} \begin{cases} (+ 0,17 \times \text{Moyenne}) \\ + 0,72 \times \text{Elevée} \end{cases}$$

$$+ \text{Age des interventions sylvicoles} \begin{cases} (+ 0 \times \text{Absence}) \\ + 0,94 \times \text{Récentes} \\ (- 0,34 \times \text{Récentes et anciennes}) \end{cases}$$

AUC = 66%

Validité du modèle

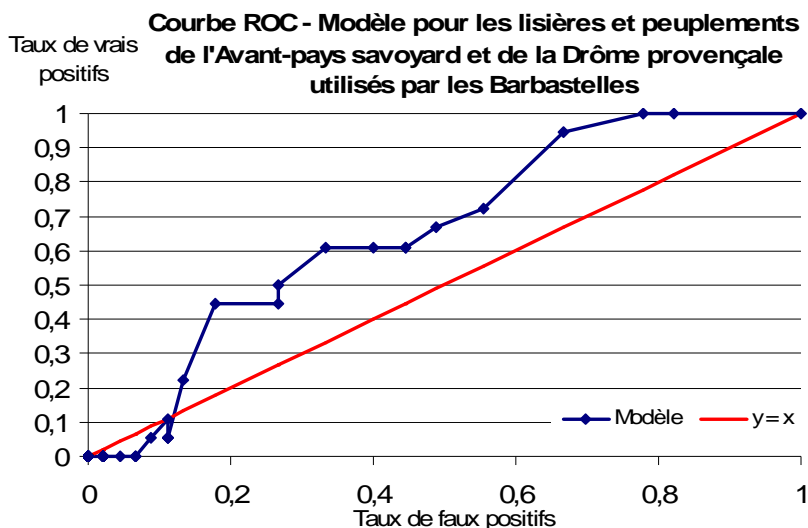
87 placettes ont permis la réalisation de ce modèle, suite à la suppression de placettes extrêmes influentes.

Les résidus sont majoritairement compris entre -2 et +2 dans ce modèle. La normalité des résidus semble convenable.

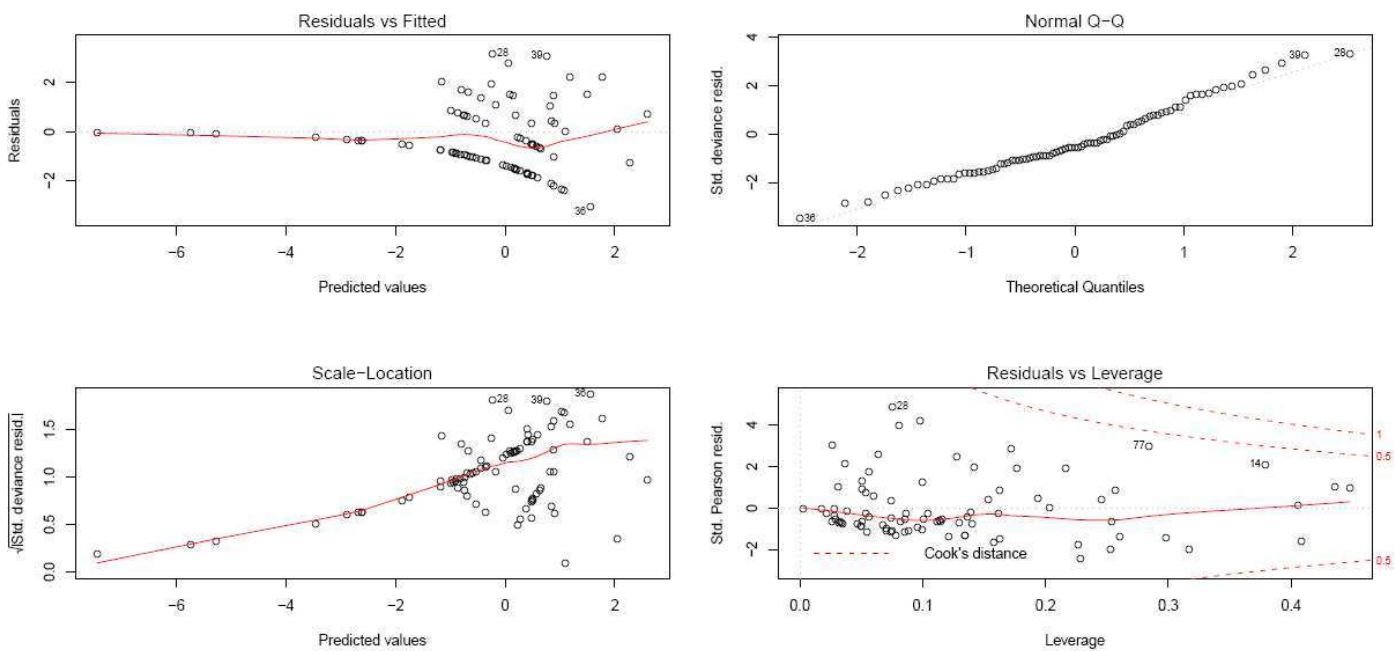
Le long de la droite traçant les résidus partiels en fonction des valeurs prédites, on observe une dispersion des résidus notamment pour les valeurs positives.

Quelques points sont ici influents mais cela reste acceptable.

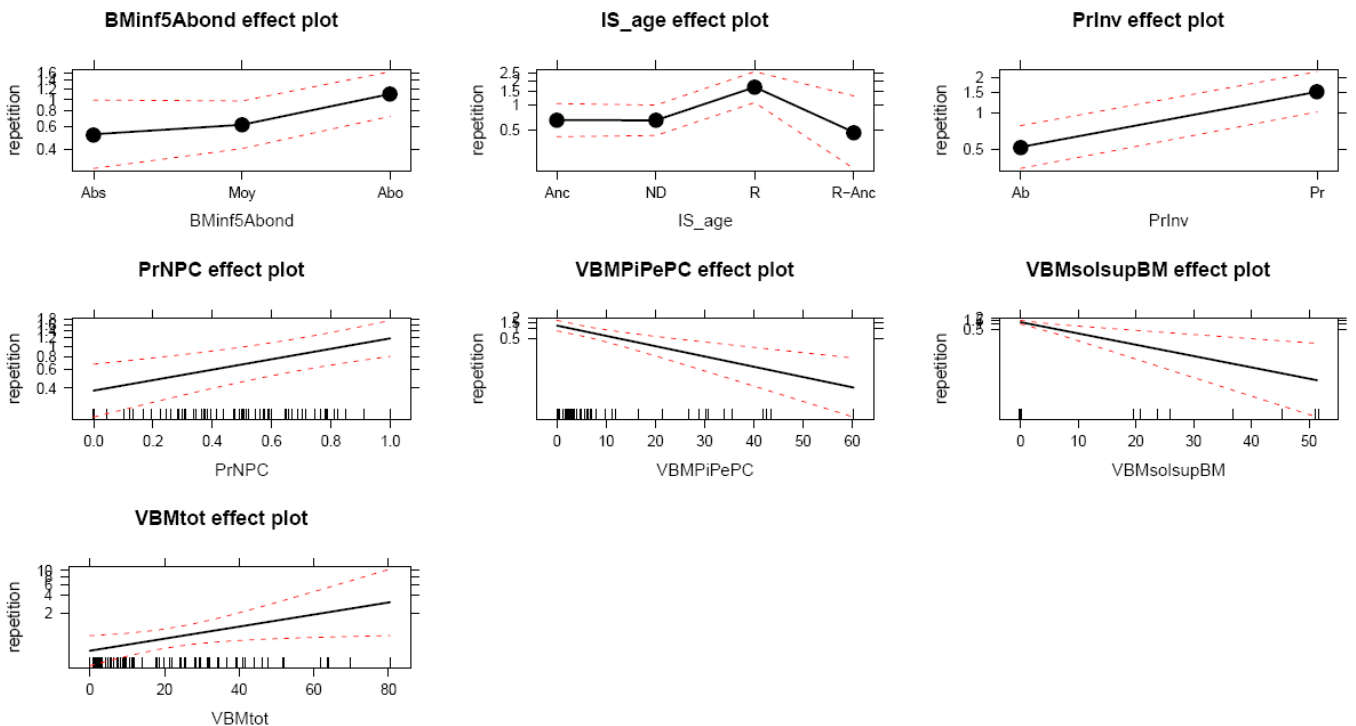
L'AUC atteint 66%, ce modèle est donc convenable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements et lisières étudiés en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard pour la Barbastelle



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de l'abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm, l'âge des interventions sylvicoles, la présence d'invasives, la proportion en densité de précomptables, le volume de bois mort sur pied total (perches et précomptables), d volume de bois mort eu sol supérieur à la catégorie de diamètre des bois moyens et du volume de bois mort total sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle dans les milieux forestiers de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard

ANNEXE 22 - MODÉLISATION DU TEMPS PASSÉ EN ACTIVITÉ DE CHASSE PAR LE MURIN DE BECHSTEIN ET LA BARBASTELLE

Étude des peuplements forestiers fréquentés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (0,35 + 0,02 \times D_{\text{max}} + 0,07 \times G_{\text{Fu}} + 0,01 \times G_{\text{PC}}^2 - 1,86 \times R_{\text{St1}} - 0,07 \times V_{\text{BM total}}$$

$$+ \text{Abondance BM} < 5\text{cm} \left\{ \begin{array}{l} - 0,82 \times \text{Moyenne} \\ (- 0,61 \times \text{Elevée}) \end{array} \right.)$$

AUC = 60%

Validité du modèle

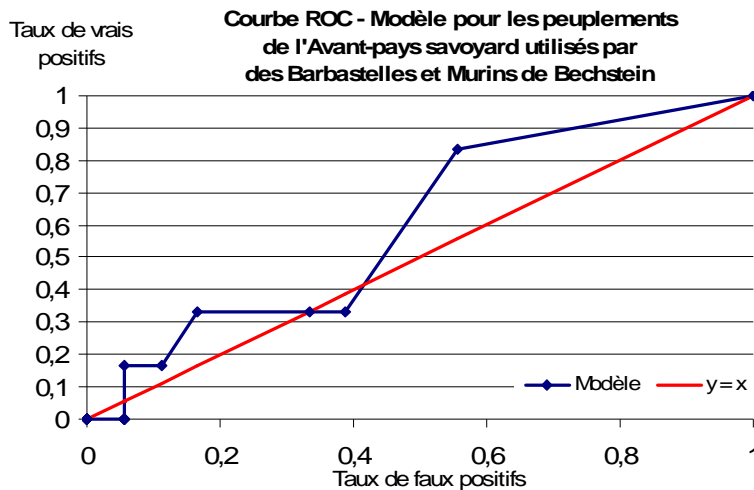
Seulement 35 placettes étaient disponibles pour cette analyse.

La plupart des résidus sont compris entre -2 et +2 excepté quelques points atteignant des valeurs plus extrêmes mais toujours comprises entre -4 et +4.

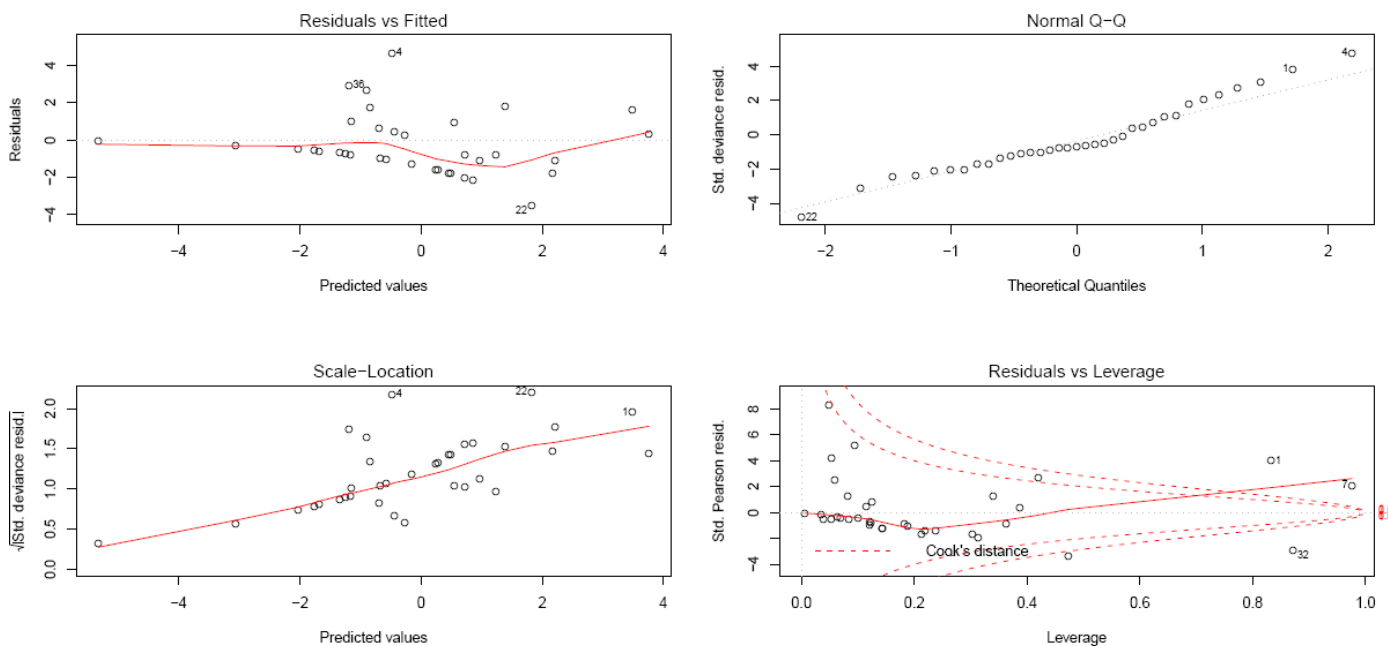
On observe ensuite une dispersion croissante avec l'augmentation des valeurs prédites des points le long de la droite des résidus partiels en fonction des valeurs prédites.

Les effets de levier et la valeur des distances de Cook présentent de même des points encore influents.

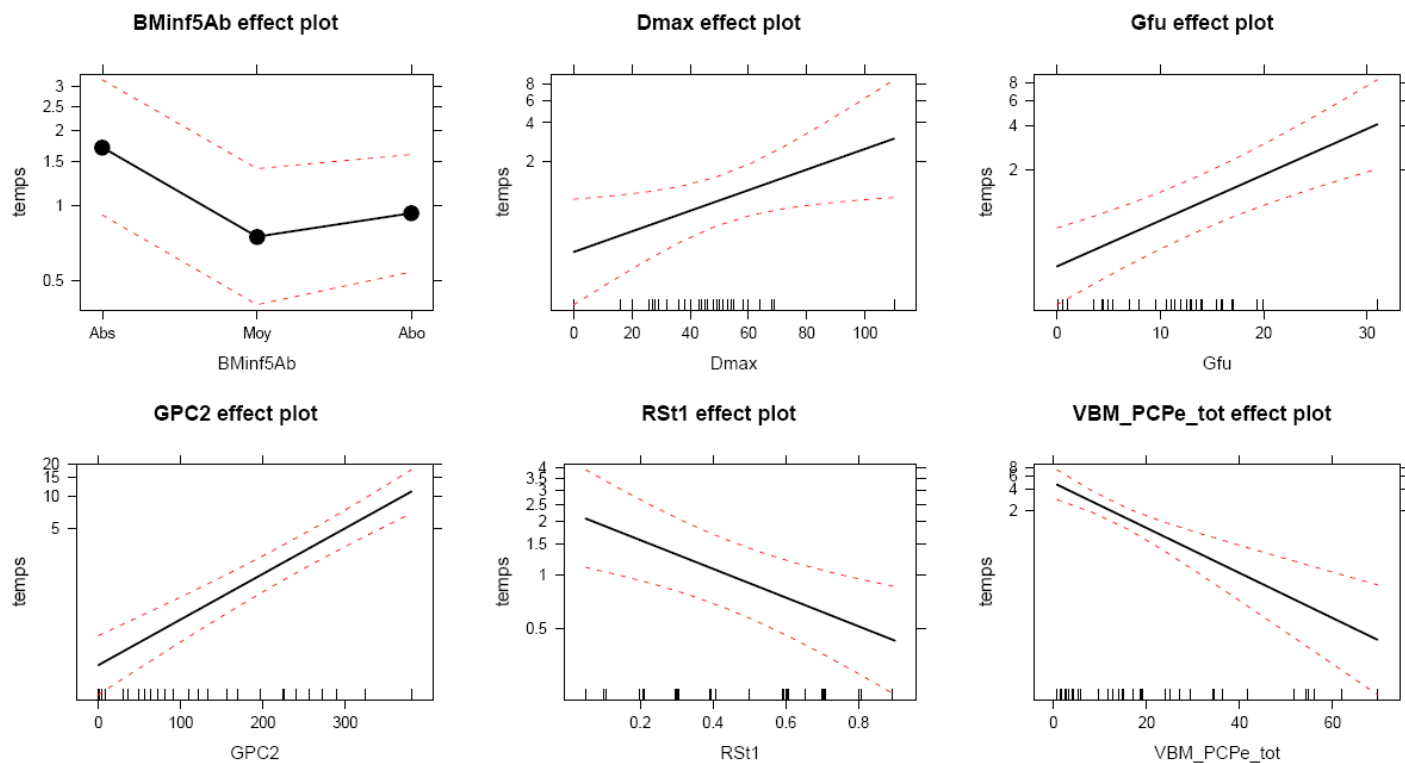
L'AUC atteint 60% le modèle est donc acceptable mais limite pur pouvoir en tirer des conclusions claires et certaines. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements étudiés dans l'avant-pays savoyard utilisés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de l'abondance de bois mort au sol inférieur à 5cm, du diamètre maximal inventorié, $G_{Feuillus}$, $G_{Précomptable}^2$, du recouvrement de la strate supérieure et du volume de bois mort total (perches et précomptables) sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle et le Murin de Bechstein dans les peuplements forestiers de l'avant-pays savoyard

Étude des lisières forestières fréquentées par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale

Temps en chasse = $\text{Exp}(2,08 - 0,03 \times G \text{ Fu} - 0,03 \times V \text{ BM total} - 1,45 \times \text{Présence d'interventions sylvicoles} + 1,37 \times \text{Présence d'invasives})$

$$\begin{array}{l}
 \text{+ Type de lisière} \left\{ \begin{array}{l} (- 0,47 \times \text{ETAext}) \\ (- 0,05 \times \text{LInterne}) \\ (-0,20 \times \text{STAint}) \\ - 2,26 \times \text{STAext} \end{array} \right. \\
 \text{+ Code SRGS} \left\{ \begin{array}{l} - 1,62 \times \text{Peuplement mixte} \\ - 1,74 \times \text{Plantation} \\ (- 0,15 \times \text{Ripisvlve}) \\ - 0,75 \times \text{Taillis} \end{array} \right.
 \end{array}$$

AUC = 77%

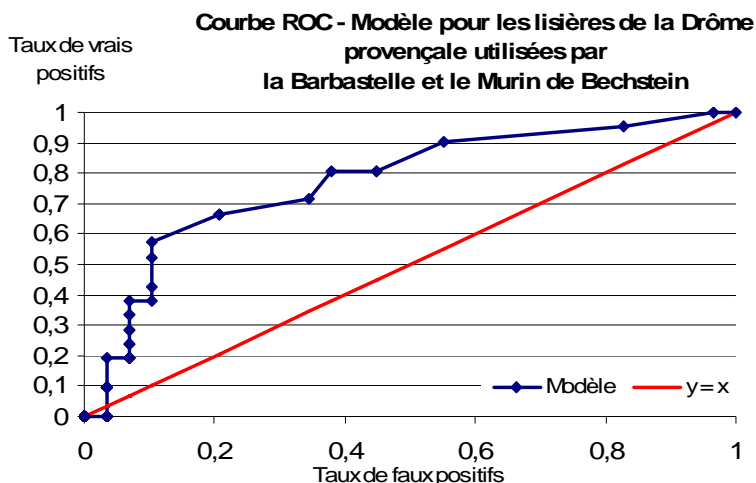
Validité du modèle

Après une première élimination des points présentant des résidus trop élevés, le nombre de placettes sur lesquelles reposent la constitution de ce modèle est égal à 61.

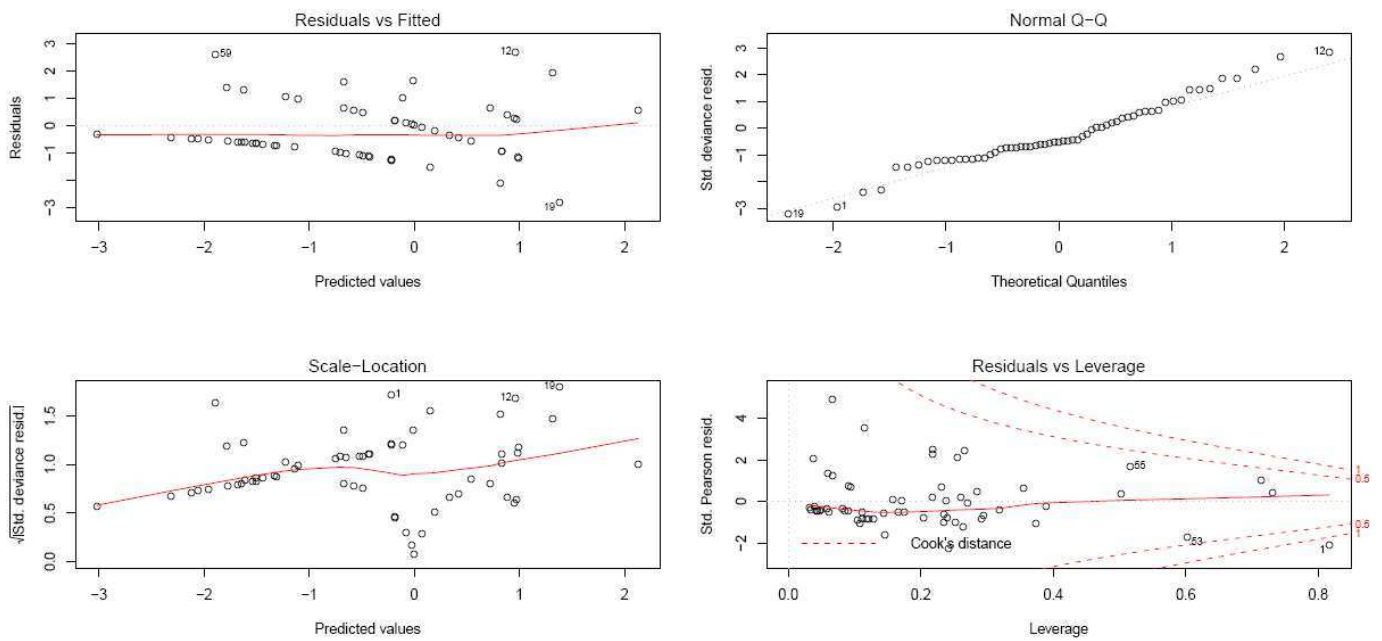
Les résidus sont, pour la grande majorité, compris entre -2 et +2. Le long de la droite tracée à partir des valeurs prédites et des résidus partiels, on peut observer une certaine dispersion des résidus partiels d'autant plus marquée sur les valeurs positives.

Un point présente un effet de levier important et un résidu significatif mais le reste des points n'épouse pas d'extrêmes.

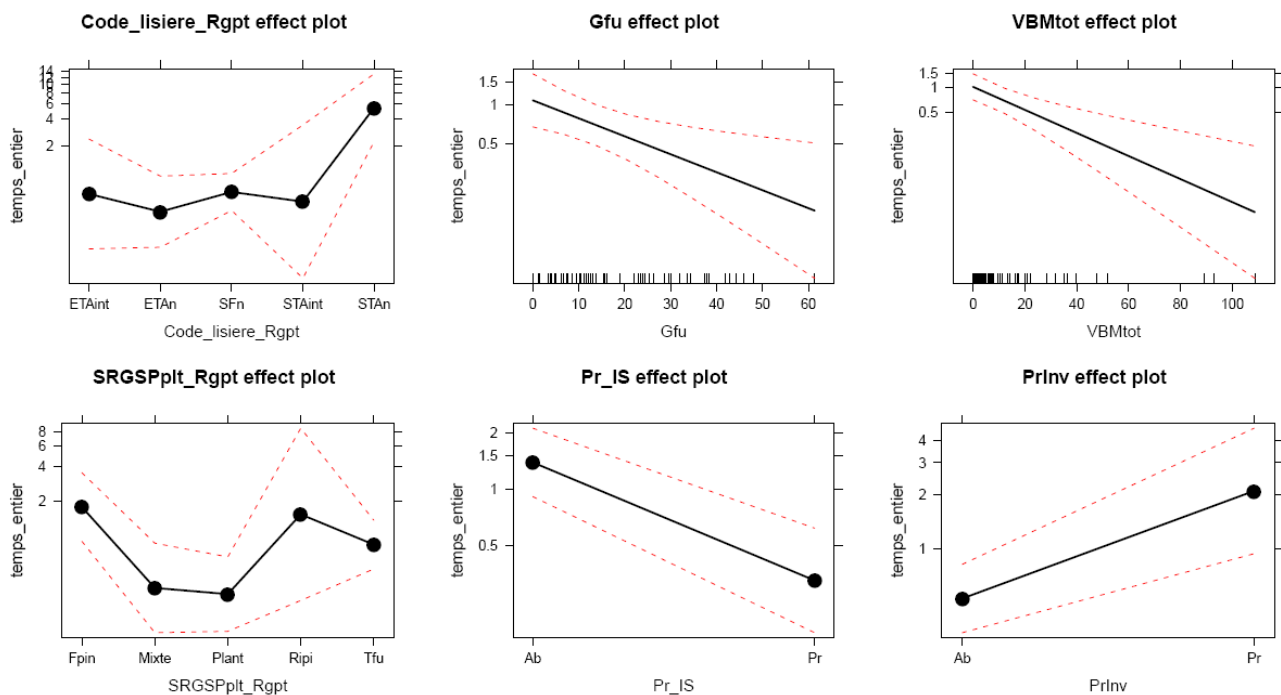
L'AUC pour ce modèle s'élève à 77%, le modèle peut donc être considéré comme acceptable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les lisières étudiées en Drôme provençale et utilisées en chasse par le Murin de Bechstein et la Barbastelle



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets du type de lisière, $G_{Feuillus}$, du volume de bois mort total (perches et précomptables), du type de peuplement selon la typologie SRGS, de la présence d'interventions sylvicoles et d'invasives sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle et le Murin de Bechstein dans les lisières de la Drôme provençale

Étude des peuplements forestiers fréquentés par la Barbastelle et le Murin de Bechstein en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard

$$\text{Temps en chasse} = \text{Exp} (2,24 - 0,03 \times D_{\text{max}} + 0,004 \times G_{\text{PC}}^2 + 0,001 \times G_{\text{Fu}}^2 - 0,002 \times V_{\text{BM total}}^2 + 1,06 \times R_{\text{herbacées}}^2$$

$$+ \text{Abondance de BM} < 5\text{cm} \left\{ \begin{array}{l} + 0,50 \times \text{Moyenne} \\ (- 0,47 \times \text{Elevée}) \end{array} \right. \quad + \text{Age du peuplement} \left\{ \begin{array}{l} - 0,76 \times 30 \text{ à } 80 \text{ ans} \\ (+ 0,46 \times \text{Jeune et dense}) \\ + 2,88 \times > 80 \text{ ans} \end{array} \right.$$

$$+ \text{Age des interventions sylvicoles} \left\{ \begin{array}{l} - 1,59 \times \text{Absente} \\ + 0,79 \times \text{Récentes} \\ (- 0,95 \times \text{Récentes et anciennes}) \end{array} \right. \quad)$$

AUC = 67%

Validité du modèle

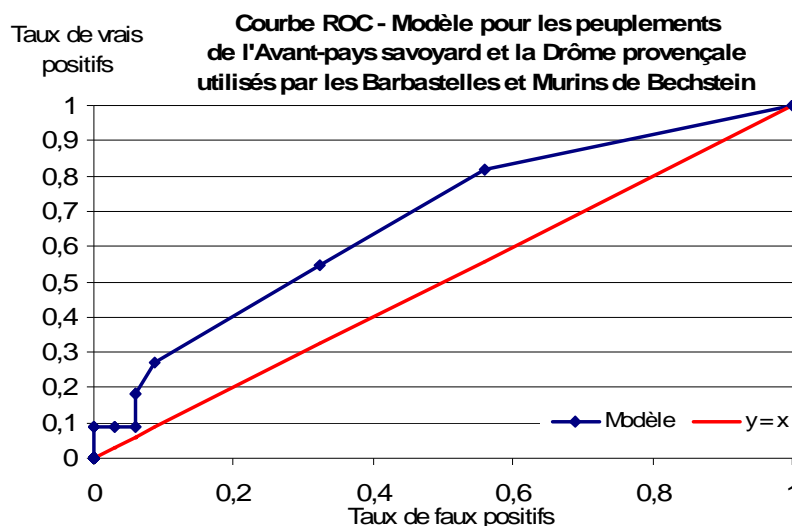
67 placettes ont permis la réalisation de ce modèle.

La plupart des résidus sont compris entre -2 et +2 excepté quelques points atteignant des valeurs plus extrêmes mais toujours comprises entre -4 et +4.

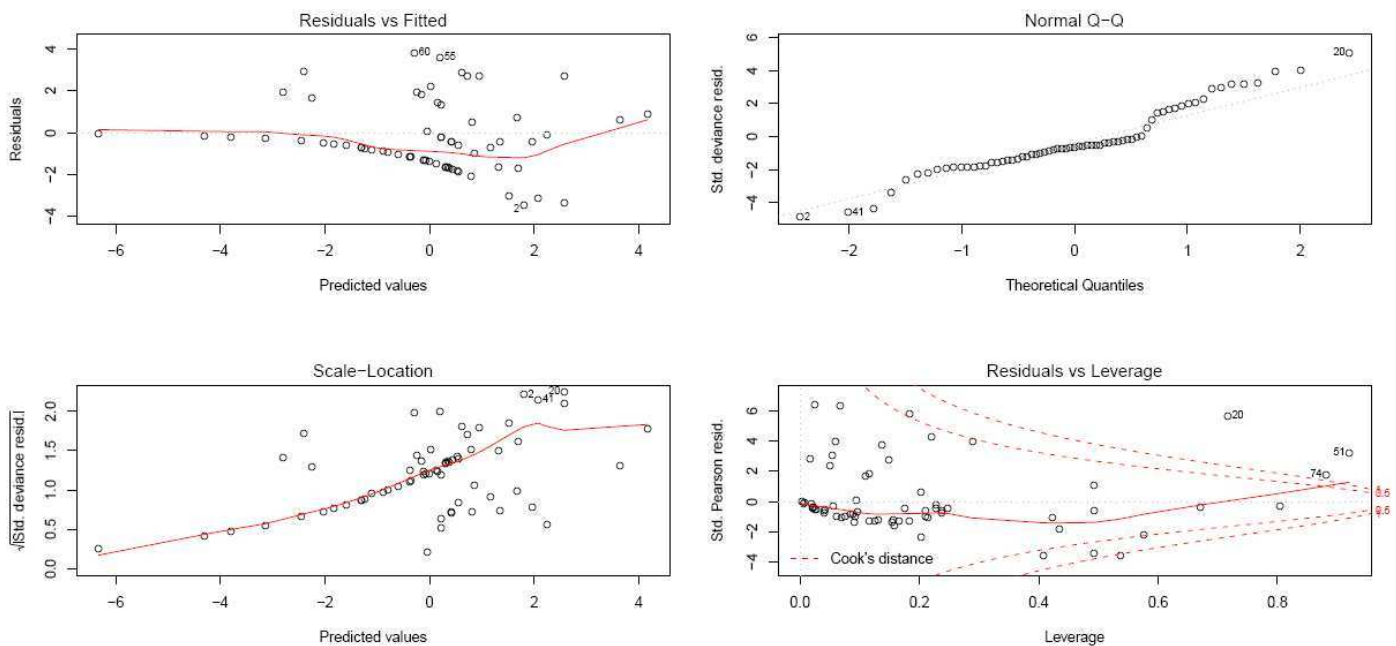
On observe ensuite une dispersion croissante avec l'augmentation des valeurs prédites des points le long de la droite des résidus partiels en fonction des valeurs prédites.

Les effets de levier et la valeur des distances de Cook présentent de même des points encore influents.

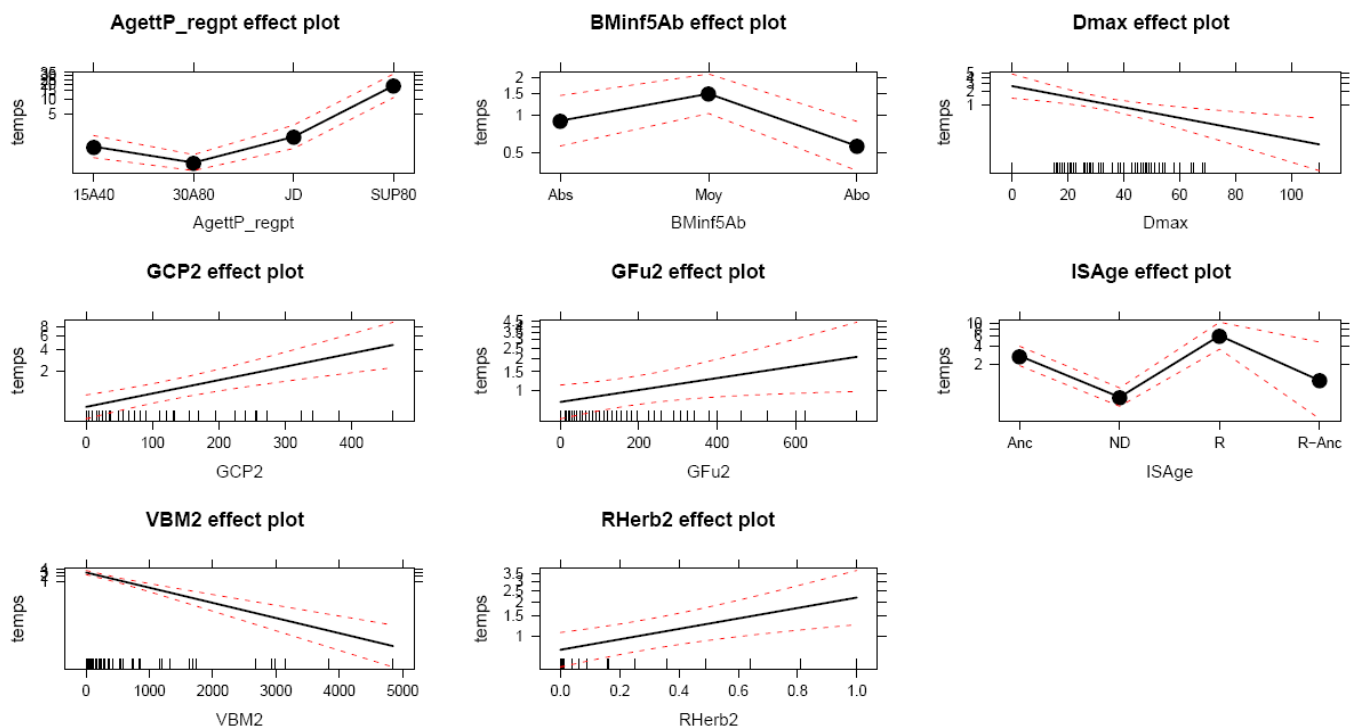
L'AUC en revanche pour ce modèle s'élève à 67%, le modèle peut donc être considéré comme convenable. Voici la courbe ROC correspondante :



Courbe ROC du modèle retenu pour les peuplements étudiés en Drôme provençale et dans l'avant-pays savoyard pour la Barbastelle et le Murin de Bechstein



Graphiques pour la validation du modèle : résidus en fonction des valeurs ajustées du modèle final - Valeur absolue des résidus en fonction des valeurs ajustées - Normalité des résidus - Résidus de Pearson et effet de levier



Effets de l'âge des peuplements, l'abondance de bois mort au sol inférieur à 5 cm, du diamètre maximal inventorié, GPrécomptables², GFeuillus², de l'âge des interventions sylvicoles, du volume de bois mort total VBM² et du recouvrement herbacé RHerb² sur le temps passé en activité de chasse par la Barbastelle et le Murin de Bechstein dans les peuplements de la Drôme provençale et de l'avant-pays savoyard

ANNEXE 23 - PLAN DÉTAILLÉ DU FUTUR CAHIER TECHNIQUE « GESTION FORESTIÈRE EN FAVEUR DES CHIROPTÈRES »

Cahier technique "Gestion forestière et préservation des Chiroptères: Barbastelle et Murin de Bechstein"

Partie	Sous-partie	Contenu	
Introduction		Pourquoi préserver la biodiversité et notamment les Chiroptères? Quels intérêts et contraintes pour le gestionnaire et le sylviculteur?	
	1	Carte d'identité	
	2	Etat des lieux des populations en France et en Rhône-Alpes	
	3	Rythme d'activité	
	4	Comportement de chasse	
	5	Hibernation et reproduction	
	6	Statut de protection	
	7	Autres espèces forestières	
Espèces	importance des gîtes et site de swarming		
	Liste rouge, DH Natura2000, conventions...		
	- Chiroptères : Alcañoe, Oreillard roux, Leisler		
	- Avifaune : Pics, Pouillot siffleur, Grand Tétraz, Pic Mar		
	- Autres mammifères, Invertébrés		
	référence biblio "Le Rhinolophe", choix de l'étude de ces deux espèces		
	Encart les chauves-souris des forêts naturelles		
	1	Prospection et suivi des populations	Présentation de la technique du radiopistage (capture, suivi lors de la chasse, recherche arbres-gîtes), apports et difficultés de la méthode
	2	Gîtes	- Gîtes arboricoles et en bâti
			- L'environnement autour du gîte
- Nombre minimum de gîtes par ha			
- Compétition entre les espèces			
Habitats	Lien entre le boi alimentaire et la diversité du peuplement : Le régime alimentaire du Murin de Bechstein notamment très varié (espèce non spécialisée sur un type de proie) est conditionné par la présence d'habitats diversifiés, d'où le besoin d'hétérogénéité dans le peuplement afin d'offrir une diversité d'insectes élevée.		
	3	Terrains de chasse	- Stratification du peuplement
			- Mélange des essences
			- Importance du bois mort
	Encart	Logique globale de conservation : assurer une offre en gîtes et une offre alimentaire suffisante	Offre alimentaire et gîtes
			Présence de GB et TGB, vieux arbres...
			Comportement de chasse de la barbastelle
			Importance des lisières
			Importance des milieux humides
			Impact sur l'offre alimentaire, lien avec le comportement de chasse : hétérogénéité
Impact sur l'offre alimentaire, lien avec le comportement de chasse : hétérogénéité			

Sites	1	En Drôme : colonies de Dieulefit	Présentation des sites et des études - illustre les peuplements présents en Rhône-Alpes. Illustration non-exhaustive cependant chaque gestionnaire doit pouvoir s'y retrouver, d'où l'importance de faire figurer tous les milieux de la région
	2	En Savoie : colonies de l'Avant-Pays Savoyard	
	3	Charentaise : étude en partenariat avec le PNR	
	4	Gîtes : Forêt de plaine (Bresse)	
	5	Gîtes : Châtaignerai (?)	
Gestion forestière en faveur des Chiropières	Introduction rappelant l'importance des problématiques conjointes : offre en gîtes et structure du peuplement liée à l'offre alimentaire et au comportement de chasse des espèces - Réflexion à l'échelle du massif		
	1	Préservation des gîtes	<ul style="list-style-type: none"> - Quand les gîtes arboricoles sont connus : Action systématique de marquage, repérage clair sur le terrain et sur carte et préservation d'une ambiance forestière autour de ces arbres - Préservation de gîtes potentiels : 3 arbres bio /ha minimum (forêt publique) - Proposition d'une clé de détermination pour les sélectionner - Clé de détermination : en s'inspirant de la fiche Pro silva permettant d'attribuer une note écologique à chaque arbre, proposition d'une clé à 3 entrées : la cavité, l'arbre, l'environnement autour de l'arbre - Préservation des gîtes en bâti : maison forestière, ouvrages d'art,....
	2	Gestion conservatoire des terrains de chasse	Illustration sur une double page présentant un massif forestier divisé en plusieurs compartiments (traité en irrégulier, régulier, plantation, présence de coupes rases...) et les interventions réalisées : trouées, bois mort, îlots de sénescence, préservation des arbres-gîtes, entretien zones humides, intervention en lisière... d'où observation de l'organisation spatiale des interventions et observation conséquences de ces choix de gestion pour les chiropières et autres espèces forestières
	Analyse économique : à l'échelle globale : existe-t-il des manques à gagner à préserver ces arbres-gîtes et à répondre à ces besoins d'hétérogénéité de peuplement? Présentation des arbres-conflits (haute valeur économique et écologique) qui s'avèrent rares dans les peuplements		
Exemples de gestion		<ul style="list-style-type: none"> - En irrégulier (contact avec le réseau AFI) - En régulier : tuitale régulière (forêt de montagne - ONF) - En régulier : taillis - En TSF - en forêt méditerranéenne? 	<ul style="list-style-type: none"> - Illustre à travers des exemples concrets de gestion (préservation de bois mort, d'arbres-gîtes...) et des données techniques et économiques dans des forêts intéressantes pour les Chiropières - Cibler les points forts et les points faibles des traitements et indiquer des orientations de gestion en faveur des Chiropières

<p>Gestion forestière en faveur des Chiroptères</p>	<p>Est-ce que ma forêt héberge des Chiroptères? Ou chercher l'info?</p>	<p>1. L'information existe : Consultation des bases de données naturalistes : BDN ONF, associations 2. L'information n'existe pas : alors recherche de l'info dans la forêt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Description des méthodes de prospection (points d'écoutes, inspection du bâti avec des naturalistes...) - Est-ce que ma forêt est un site potentiel d'accueil de Chiroptères ? Proposition d'un questionnaire (présence d'arbres-gîtes potentiels? Hétérogénéité du peuplement? Bois mort?...) qui aboutit à une note écologique (bonne situation - situation moyenne - Ya du boulot) - Méthode peu efficace et coûteuse (achat, installation, entretien) : non recommandée - Préférer un travail en faveur d'une offre en gîtes naturels croissante - Possibilité d'installation si volonté de mener une étude et de suivre les colonies - Risque le plus élevé de mortalité des colonies lors des périodes de reproduction, risque moyen lors de l'hibernation - Interventions lors des périodes de transit : septembre à décembre, éventuellement printemps mais problématique avifaune - Quelle aptitude des espèces à tolérer le dérangement? - Autres contraintes : protection des sols, neige, planning... <p>Importance des corridors biologiques Grands principes des interventions en lisière : élagage de la végétation, sinuosité, favoriser les essences de lumière, bois mort, bande enherbée... Contrats Natura 2000 : entretien des zones humides en milieu forestier, maintien d'arbres sénescents... Obligation de protection de ces espèces et de leur milieu de vie</p>
<p>Bilan 1</p>	<p>Aide à la détermination des enjeux et prises de décision suivant différentes modalités de gestion</p> <p>Pour les Chiroptères : Enjeux et menaces</p> <p>Offre en gîtes...</p> <p>Type de traitement</p> <p>A ne pas faire</p> <p>Modalité 1: Minimum Essences autochtones, favoriser feuillus, surface seul pour les coupes rases, laisser le bois mort sur pied...</p> <p>Modalité 2 : optimum Laisser du bois mort sur place lors des exploitations, pas d'exploitation des restants...</p> <p>Modalité 3 Classement en réserve dirigée ou intégrale, choix de la non-intervention</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Description des différentes étapes : définition de l'enjeu Chiroptère (menaces, potentialités d'accueil...) - Lors des inventaires, maréages... : A quoi doit-on être attentif? Que doit-on prendre en compte? Quelle structure serait favorable aux Chiroptères? Comment bien identifier la problématique "gîte" et "habitat"? - Vue globale des choix de gestion possibles par type de peuplement - Proposition de différentes modalités d'interventions plus ou moins favorables aux chiroptères
<p>Bilan 2</p>	<p>Menaces, précautions et enjeux aux différentes étapes de la gestion forestière</p>	<p>Conseils concernant les périodes d'intervention repérage des arbres-gîtes, protection lors des exploitations... au moment de la réalisation des inventaires, aménagements, travaux...</p>

RÉSUMÉ

Cette étude s'inscrit dans le plan régional d'actions en faveur des Chiroptères en Rhône-Alpes où les terrains de chasse en milieu forestier du Murin de Bechstein et de la Barbastelle d'Europe ont été localisés grâce à la technique du radiopistage.

Un protocole de description de ces terrains de chasse qui intègre les mesures couramment utilisées en inventaire forestier dont notamment la surface terrière ou le volume de bois mort, a été élaboré et appliqué au sein des peuplements forestiers et des lisières forestières exploités par ces deux espèces. Des analyses statistiques ont ensuite permis de déterminer les critères des peuplements qui auraient une influence sur la présence et l'intensité de l'activité de chasse au sein des milieux forestiers.

Parallèlement ce mémoire présente les enjeux, réflexions et précautions inféodés à la réalisation d'un cahier technique portant sur la gestion forestière en faveur des Chiroptères ; ouvrage publié aux éditions du Conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels pour la fin 2011.