

**ÉVALUATION ET SUIVI DES BUXAIES FACE AU DEVELOPPEMENT
DE LA PYRALE DU BUIS**
Approche préliminaire dans les Hautes-Pyrénées
Étude 2019-2020



Mars 2021



Opération soutenue par l'État
FONDS NATIONAL
POUR L'AMÉNAGEMENT ET LE
DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE

Couverture : buxaie morte en situation de ravin à Espiaube (Hautes-Pyrénées), photo G. Corriol

Contributeurs :

Géomatique et télédétection : Anouar Hamdi.

Cartographie et relevés de végétation : Bruno Durand.

Mise en place de placettes permanentes : Ludovic Olicard, Marta Infante-Sánchez, Frédéric Barbe & Damien Lapierre (RNR Pibeste-Aoulhet), Béatrice Béranger.

Champignons (recherche bibliographique, relevés) : Carole Hannoire, Laure Sirère, Cécile Vignau, Gilles Corriol.

Bryophytes (recherche bibliographique, relevés) : Marta Infante.

Lichens (recherches bibliographiques) : Clothier Coste.

Gestion administrative : Gérard Largier, Karine Borgella

Coordination : Gilles Corriol

Remerciements : Philippe Debernardi (Conseil départemental des Hautes-Pyrénées, CD65, Direction des routes) et Anne Busselot (Agence nationale pour la cohésion des territoires, ANCT, Commissariat de massif des Pyrénées) pour leur intérêt, le financement et le suivi de l'étude, ainsi que Catherine Labat (CD 65, Direction de l'attractivité et de la solidarité territoriale Service environnement aménagement), Frédéric Barbe (Réserve naturelle régionale du massif de Pibeste-Aoulhet) pour le partenariat de la Réserve pour la mise en place des placettes permanentes, Jacques Fournier (bénévole), qui a réalisé l'identification formelle de l'épidémie fongique des Buis des Pyrénées et pour ses photos du *Cylindrocladium*, Ibai Olariaga pour sa photo de *Typhula buxicola*, Damien Lapierre & Frédéric Barbe (RNR Pibeste-Aoulhet) ainsi que Béatrice Béranger (bénévole), pour leurs contributions respectives.

Cette étude a été financée par le Conseil départemental des Hautes-Pyrénées et par l'Etat –Préfet de la région Occitanie (Fonds national pour l'aménagement et le développement du territoire, Massif des Pyrénées).

Référence : HAMDI A, INFANTE-SANCHEZ M., DURAND B, HANNOIRE C., OLICARD L., COSTE C., CORRIOL G. 2020. *Évaluation et suivi des buxaies face au développement de la Pyrale du Buis. Approche préliminaire dans les Hautes-Pyrénées. Etude 2019-2020*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP). Non publié. 108 p. + annexes.

TABLE DES MATIERES

Introduction, contexte de l'étude	1
Partie 1 : Évaluation de l'intérêt écologique des habitats de buxaies, analyse bibliographique et études complémentaires.....	8
I Introduction : le Buis et ses habitats	8
II Les buxaies comme habitat singulier pour les lichens	10
II.1 Avant-propos sur les lichens foliicoles	10
II.2 Lichens foliicoles connus sur Buis en France	12
II.3 Bibliographie relative aux lichens épiphytes foliicoles du Buis	14
III Les buxaies comme habitat singulier pour les bryophytes.	15
III.1 Avant-propos sur les bryophytes des buxaies.....	15
III.2 Quelles bryophytes dans les buxaies ?	17
III.4 Quels impacts ont les dégâts de la Pyrale du Buis sur les bryophytes épiphytes du Buis ?...	23
II.4 Bibliographie relative aux Bryophytes épiphytes du Buis	30
IV Les buxaies comme habitat singulier pour les champignons.....	31
IV.1 Quels champignons dans les buxaies ?	31
IV.2 Les champignons endophytes du Buis	32
IV.3 Les champignons saprotrophes lignicoles et de litière dans les buxaies.	34
IV.4 Les champignons saprotrophes d'humus (humicoles) dans les buxaies.	37
IV.5. Recherches bibliographiques sur les champignons liés aux buis et aux buxaies.....	44
IV.6. Inventaires mycologiques de terrain et comparaison de buxaies vivantes et mortes	48
IV.6.1. Axe 1 : étude mycologique synchronique des buxaies vivantes et mortes	48
IV.6.2. Axe 2 : étude diachronique d'une buxaie déperissante.....	54
IV.7. Bibliographie relative aux champignons des buxaies.	55
Partie 2 : mise en place de placettes permanentes de suivi de buxaies.....	56
I. Protocole de suivi des Buxaies impactées par la Pyrale du Buis	56
I.1 Problématique :	56
I.2 Objectif :	57
I.3 Méthodologie :	57
II. Résultats	63
II.2 Relevés phytosociologiques des stations suivies :	63
II.3 Relevés points contacts des placettes de suivi.....	67
III. Protocole de suivi des bryophytes dans Buxaies impactées par la Pyrale du Buis	70
III.1 Problématique :	70
III.2 Objectif :	70

III.3 Méthodologie :	70
III.4 Résultats :	71
Partie 3 : cartographie et typologie des buxaies du département des Hautes-Pyrénées.....	76
I. Identification des buxaies par télédétection.....	76
I.1 Collecte des images satellites et prétraitement :	76
I.2 Création des zones d'entraînements :	76
I.3 Evaluation de la séparabilité des signatures spectrales de ces zones d'entraînements :	78
I.4 Classification des images :	79
I.5 Validation terrain du résultat de la classification.....	81
II. Interprétation du résultat de la cartographie de buis par télédétection.....	83
III. Buis affecté par la pyrale	84
III.1 Estimation de l'étendue	84
III.2 La chronologie de l'invasion	87
III.3 Impact sur les infrastructures routières	89
II. Relevés de végétation sur le terrain.....	91
II.1 Vérification sur le terrain et recalibrage de la modélisation cartographique.	91
II.2 Relevés et typologie des végétations arbustives à Buis.	91
Document de communication.....	106
Bibliographie générale	107
Annexe 1 : relevés de végétation de buxaies.....	109
Annexe 2 : champignons inventoriés aux Génies de Saint-Pé-de-Bigorre avant et après l'épidémie de pyrale du buis	117

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : étendues de Buis (buxaies), entièrement consommées par la chenille de Pyrale sur les versants rocaillieux calcaires du Pic du Jer (Lourdes). Photo CBNPMP/N. Sauter.....	1
Figure 2 : symptôme du champignon parasite <i>Calonectria pseudonaviculata</i> sur feuille de Buis (feutrage blanchâtre). Photos Jacques Fournier.	2
Figure 3 : Conidiophores, conidies et vésicules de la forme asexuée (=Cylindrocladium buxicola) du champignon parasite du Buis <i>Calonectria pseudonaviculata</i> . Photo Jacques Fournier.....	2
Figure 4 : sombre buxaie arborescente humide de ravin à la Génie longue (Saint-Pé-de-Bigorre), avant l'invasion fongique. Photo G. Corriol.....	3
Figure 5 : buxaie de ravin entièrement défoliée, suite à l'épidémie de <i>Calonectria pseudonaviculata</i> au Lourdios. Photo G. Corriol.	4
Figure 6 : chenille et adulte de Pyrale du Buis (<i>Cydalima perspectalis</i>). Photos CBNPMP/M. Infante & C. Bergès.....	5
Figure 7 : pullulation de chenille de Pyrale sur un pied de Buis. Photo CBNPMP/M. Infante.	6
Figure 8 : carte de répartition de <i>Buxus sempervirens</i> en France, en densité de données (du plus clair au plus foncé) d'après les données des Conservatoires botaniques nationaux (SI Flore).....	8

Figure 9 : avec ses petites feuilles opposées, coriaces, vernissées et sempervirentes, le Buis se montre un efficace colonisateur des versants secs et ensoleillés. Photo CBNPMP/G. Corriol.....	9
Figure 10 : lichens épiphytes sur feuilles (foliicoles) et rameaux de buis. Photos C. Coste.....	11
Figure 11 : <i>Fellhanera bouteillei</i> (Desm.) Vězda en épiphyte sur feuilles vivantes de Buis. Photos C. Coste.....	14
Figure 12 : Buis à mousses épiphytes pendantes à gauche, et <i>Alleniella complanata</i> à droite. Photos CBNPMP/M. Infante.....	16
Figure 13 : tableau des stations de buxaies issues de la bibliographie et de la base FLORA (CBNPMP).	18
Figure 14 : tableau des stations de buxaies prospectées en 2019-2020 dans les Hautes-Pyrénées. ...	21
Figure 15 : Bryophytes observées sur le Buis dans le territoire de travail du CBNPMP.....	22
Figure 16 : Bryophytes épiphytes vivantes sur buis mort à Ferrières (65). Photo CBNPMP/M. Infante.	24
Figure 17 : La présence de mousses autour des troncs pourrait protéger partiellement le buis. Photo CBNPMP/M. Infante.....	25
Figure 18 : Masses de mousses épiphytes se détachant avec l'écorce morte des buis (Gourgue d'Asque 65). Photo CBNPMP/M. Infante.....	26
Figure 19 : chute de buis de buis morts avec leurs épiphytes (Gourgue d'Asque, 65). Photo CBNPMP/M. Infante.....	27
Figure 20 : manchons de mousses épiphytes mis en lumière par la qui les supporte (Gourgue d'Asque 65) ; pourront-elles survivre à long terme ? Photo CBNPMP/M. Infante.....	28
Figure 21 : mortalité partielle sur manchon de mousse épiphyte après défoliation du buis (Gourgue d'Asque, 65). Photo CBNPMP/M. Infante.....	29
Figure 22 : les écorces de buis couvertes par les Bryophytes sont épargnées par les chenilles de Pyrale qui ne consomment pas les bryophytes (Pibeste N, 65). Photo CBNPMP/M. Infante.....	29
Figure 23 : Ouverture du sous-bois après la défoliation des buis par la Pyrale, la lumière pénètre plus intensément jusqu'au sol (Pibeste N 65). Photo CBNPMP/M. Infante.....	30
Figure 24 : <i>Nectria desmazieri</i> , un Ascomycète parasite strictement lié au Buis, produisant ici ses périthèces rouges d'environ 0,2 mm (forme sexuée) à la surface d'une branchette morte. Photo G. Corriol, à Gerde (65).	33
Figure 25 : un périthèce de <i>Nectria desmazieri</i> vu sous le microscope, montrant son orifice apical poilu, d'où sont éjectées les spores matures.....	33
Figure 26 : <i>Rhytidhysterium hysterinum</i> , un Ascomycète caractéristique du Buis, formant des petites coupes rougeâtres de quelques mm, bordées de noir sur les branchettes mortes. Photo CBNPMP/G. Corriol, Aragon (E).	34
Figure 27 : <i>Peniophora proxima</i> , un champignon corticioïde qui pousse sur les branches mortes de Buis. Photo G. Corriol, à Gerde (65).	35
Figure 28 : <i>Marasmius buxi</i> , petit champignon à lames, spécifique de la litière de Buis. Photo G. Corriol.....	36
Figure 29 : <i>Typhula buxi</i> , un autre champignon spécifique de la litière du Buis. Photo Ibai Olariaga..	36
Figure 30 : <i>Ramariopsis clavuligera</i> , une parmi les nombreuses espèces de petites Clavaires qui peuplent l'humus des buxaies. Photo G. Corriol, à Asté.....	37
Figure 31 : <i>Dermoloma atrocinerum</i> (avec à gauche la Clavaire jaune <i>Clavulinopsis corniculata</i>), en troupe dense perçant la litière de Buis. Photo G. Corriol, à Bagnères-de-Bigorre.	38
Figure 32 : <i>Echinoderma echinaceum</i> , une Lépiote parmi celles profitant des épaisses accumulations de matière organique au sol des buxaies. Photo G. Corriol.....	39

Figure 33 : parmi les Basidiomycètes peu compétitifs, le genre <i>Hodophilus</i> , récemment révisé avec la publication d'une dizaine d'espèces nouvelles dont celle ici illustrée : <i>H. anatinus</i> . Photo G. Corriol, à Bagnères (65).....	40
Figure 34 : <i>Pseudobaeopsora cyanea</i> , une rare et splendide espèce méconnue observée dans deux buxaies des Hautes-Pyrénées. Photo G. Corriol, à Bagnères-de-Bigorre.....	40
Figure 35 : <i>Microglossum olivaceum</i> , un Ascomycètes humicole peu commun, évalué NT dans la liste rouge Midi-Pyrénées. Photo G. Corriol.	41
Figure 36 : <i>Entoloma palumbinum</i> , une espèce inédite en France trouvée dans une buxaie de Bagnères-de-Bigorre. Photo G. Corriol.....	42
Figure 37 : <i>Albomagister virgineus</i> , une espèce décrite en 2018, et connue à ce jour uniquement de la localité de sa description dans une buxaie à Bagnères-de-Bigorre, dans les Hautes-Pyrénées. Photo G. Corriol.....	43
Figure 38 : cette espèce spectaculaire du genre <i>Hygrocybe</i> est inédite ; elle est connue à ce jour avec certitude de deux buxaies des Hautes-Pyrénées et une du Doubs. Photo G. Corriol, à Bagnères-de-Bigorre.....	44
Figure 39 : table de synthèse des recherches bibliographiques effectuées en ligne sur les champignons liés aux buis et aux buxaies.....	46
Figure 40 : occurrences des taxons de champignons inventoriés dans le cadre du projet, en buxaies dépérissantes et vivantes.....	49
Figure 41 : carte de localisation des placettesX mises en place dans le périmètre de la Réserve naturelles du Pibeste.....	57
Figure 42 : dispositif de marquage du centre de placette et schéma d'étude de la placette. Photo L. Olicard.....	58
Figure 43 : prises de mesures par points contact en buxaie sous couvert forestier. Photo L. Olicard.....	59
Figure 44 : prises de mesures par points contact en buxaie arbustive plus ou moins ouverte. Photo CBNPMP/L. Olicard.....	60
Figure 45 : notation des impacts de Pyrale sur les Buis ; à gauche, feuillé au collet ; à droite, feuillé aux rameaux. Photos CBNPMP/L. Olicard.....	60
Figure 46 : notation des impacts de Pyrale sur les Buis ; à gauche, pied entièrement défolié ; à droite, dégâts sur écorce. Photos CBNPMP/L. Olicard.....	61
Figure 47 : à gauche placette de buxaie lâche au Pladi ; à droite de buxaie dense au ravin d'Isérou. Photos CBNPMP/L. Olicard.....	62
Figure 48 : placette de buxaie éparsée à Mathet (Ouzous). Photo CBNPMP/L. Olicard.....	62
Figure 49 : localisation des placettes de suivi bryophytique.....	70
Figure 50 : placette de suivi des Bryophytes Pibeste N. Photo CBNPMP/M. Infante.....	71
Figure 51 : placette de suivi des Bryophytes Pibeste S. Photo CBNPMP/M. Infante.....	72
Figure 52 : tableau de relevés de Bryophytes épiphytes, état zéro placette Pibeste N, obs. M. Infante & Béatrice Béranger 6/11/2019.....	73
Figure 53 : tableau de relevés de Bryophytes épiphytes, état zéro placette Pibeste S, obs. M. Infante & Béatrice Béranger 6/11/2019.....	74
Figure 54 : tableau de relevés de Bryophytes épiphytes, état zéro placette Rioumajou_1, obs. M. Infante 7/11/2019.....	75
Figure 55 : Cartographie des zones d'entraînements de buis à partir des secteurs affectés par la Pyrale à La Gourgue d'Asque.....	77
Figure 56 : Cartographie des zones d'entraînements de buis à partir des secteurs affectés par la Pyrale près de Hèches.....	77

Figure 57 : Ex. d'un diagramme bidimensionnel des nuages de points des classes des zones d'entraînements (buis – B_75, conifères-FC, feuillus-FF, forêts mixte-FM, prairies et landes – LL) en fonctions des bandes spectrales, bleu et proche infra-rouge, d'une image satellite RapiEye	79
Figure 58 : Buis identifiés à partir d'une image Sentinel du 14/08/2017 près de Campan.	80
Figure 59 : buis identifiés à partir d'une image Sentinel du 14/08/2017 près de Guchen et Ancizan.	80
Figure 60 : Localisation des trois campagnes de terrain organisées pour valider les résultats de la cartographie du buis.....	82
Figure 61: Répartition du buis télédéteecté par classe d'altitude	83
Figure 62 : Répartition du buis télédéteecté par classe d'exposition	83
Figure 63 : Répartition du buis télédéteecté par classe de pente	84
Figure 64 : Répartition entre buis sain et affecté.....	85
Figure 65 : cartographie du buis affecté par la pyrale sur la commune de Générést.....	86
Figure 66 : Exemple de secteur detecté en catégorie « Pas d'infection » sur la commune de Générést	86
Figure 67 : Répartition du buis affecté entre 1000 et 1200 m	87
Figure 68 : les 8 secteurs géographiques	88
Figure 69 : Evolution du NDVI sur les 8 secteurs entre 2017 et 2019.....	88
Figure 70 : les infrastructures routières qui peuvent être impactées par le buis fortement affecté par la pyrale	90
Figure 71 : Buxaie sous hêtraie à Saint-Pé de bigorre, noter la faible couverture herbacée. Photo CBNPMP/B. Durand.....	93
Figure 72 : Buxaie dans les gorges de Pierrefitte, au premier plan un tronc de tilleul (<i>Tilia cordata</i>). Photo CBNPMP/B. Durand.	93
Figure 73: Carte de répartition des relevés.....	94
Figure 74 : répartition des relevés en fonction de l'exposition	95
Figure 75 : répartition des relevés par tranche altitudinale.	95
Figure 76 : répartition des relevés en fonction de la pente.	96
Figure 77 : répartition des relevés en fonction de la nature du substrat (observation de terrain).	96
Figure 78 : répartition des relevés en fonction du pourcentage de recouvrement, pour chaque strate.	97
Figure 79 : Bazus-Neste, buxaie de recolonisation sur roche calcaire, noter le faible recouvrement de la strate arborée et le recouvrement en herbacées important.	101
Figure 80 : bord de D921, gorges de Luz ; strate arborée du <i>Sorbo ariae</i> – <i>Tilietum platyphylli</i> ; forte pente et hauteur homogène de la strate arbustive dominée par le Buis.	102
Figure 81 : départ de la Gourgue d'Asque ; strate arborée du <i>Scillo lilio-hyacinthi</i> – <i>Fagetum buxetosum</i> , pente de 45°, strate herbacée réduite.	103
Figure 82 : Hauteur moyenne de plusieurs espèces significatives (station n° 17).	103
Figure 83 : écogramme des groupements arbustifs.....	104
Figure 84 : écogramme des groupements arborescents.....	105
Figure 85 : extrait du document de communication sur les buxaies.	106

INTRODUCTION, CONTEXTE DE L'ETUDE

Les buxaies (formations végétales à buis, *Buxus sempervirens* L.) sont victimes, en France, de la chenille de la Pyrale du Buis, et d'un champignon parasite qui les déciment et se développe sur le territoire français à grande vitesse (71 départements touchés en 2015). Les dégâts sont déjà immenses, alors que la Pyrale n'a été repérée que depuis 10 ans sur le territoire français. Les attaques sont à la fois massives et foudroyantes pour les secteurs concernés.

Figure 1 : étendues de Buis (buxaies), entièrement consommées par la chenille de Pyrale sur les versants rocheux calcaires du Pic du Jer (Lourdes). Photo CBNPMP/N. Sauter.



La Pyrale du Buis est un papillon originaire d'Asie, importée à l'occasion des JO de Pékin *a priori*, et ne se cantonne pas à un milieu particulier. Les buis sont également affectés par un champignon qui vient de Nouvelle Zélande, mais qui semble plus spécialisé et touche essentiellement les végétaux situés dans des ravins très humides.

Concernant plus particulièrement le massif des Pyrénées, les buxaies ont subi cette dernière décennie successivement deux épidémies parasitaires de grande ampleur.

La première, d'origine fongique avec un foyer parti du versant nord des Pyrénées occidentales au milieu des années 2000, ne concerne que les buis situés en position de ravins humides. L'épidémie s'est étendue selon un gradient ouest-est sur le versant septentrional des Pyrénées à une cadence soutenue d'environ 30-40 km par an, atteignant le centre de l'Ariège en 2011. Le champignon pathogène responsable de l'épidémie pyrénéenne a été formellement identifié en 2010 par Jacques Fournier, mycologue spécialiste des Ascomycètes, à partir d'échantillons prélevés en vallée d'Aspe (64) et à la Gourgue d'Asque (65) (*in* Corriol, 2013 : 36). Il s'agit du Pyrénomycète *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, Groenewald & Hill) Lombard, Wingfield & Crous (= *Cylindrocladium buxicola* Henricot). Ce champignon récemment décrit de Nouvelle Zélande et à très faible diversité génétique sur l'ensemble de ses foyers d'infection mondiaux (Henricot & Culham, 2002, Crous et al., 2002) a vraisemblablement été introduit, le plus probablement par le vecteur des pépinières horticoles. Elle a également atteint d'autres régions françaises (voir par exemple Sugny *et al.*, 2015).

Figure 2 : symptôme du champignon parasite *Calonectria pseudonaviculata* sur feuille de Buis (feutrage blanchâtre). Photos Jacques Fournier.

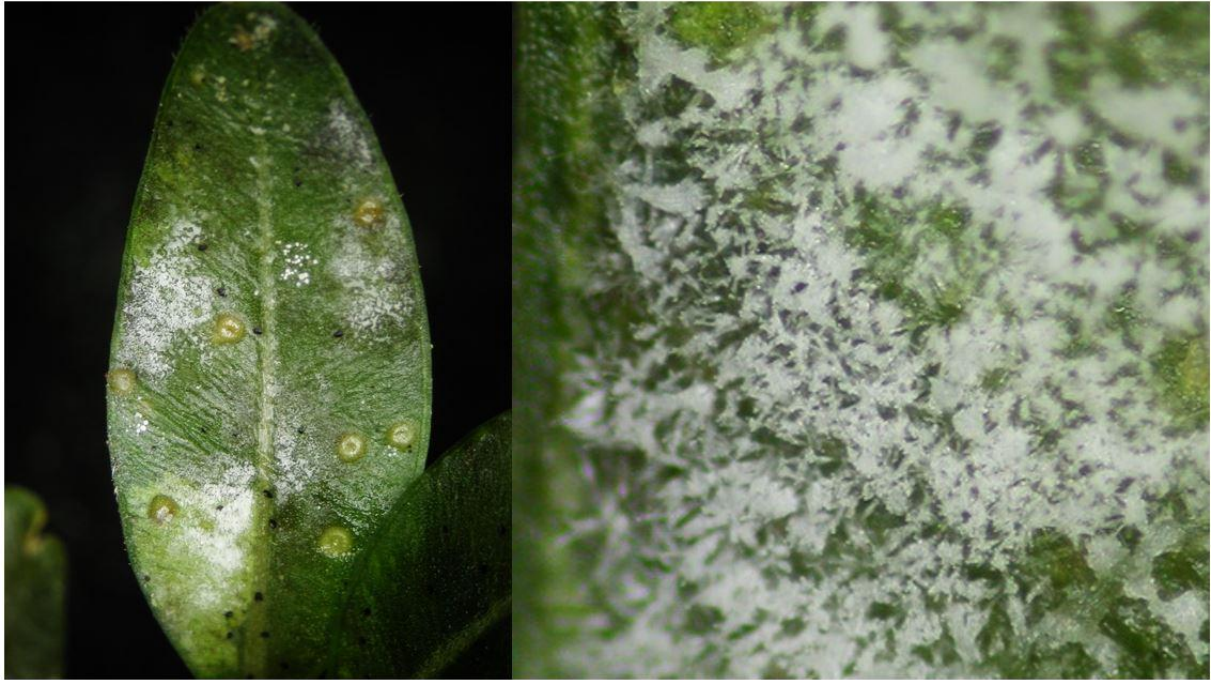
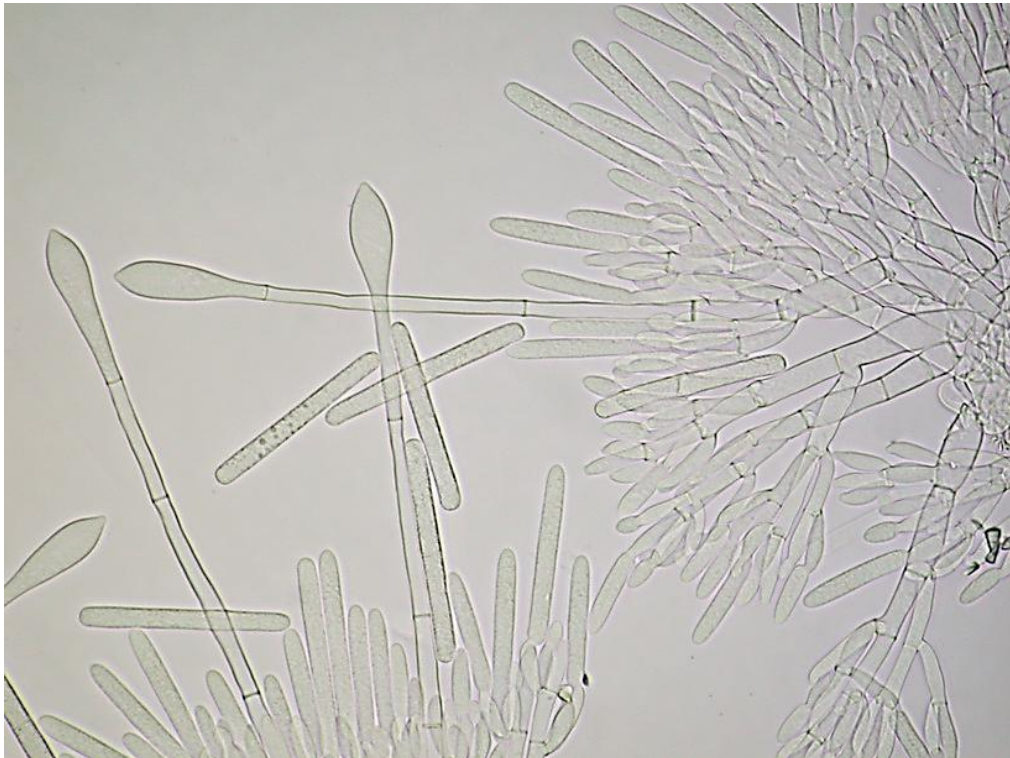


Figure 3 : Conidiophores, conidies et vésicules de la forme asexuée (=Cylindrocladium buxicola) du champignon parasite du Buis *Calonectria pseudonaviculata*. Photo Jacques Fournier.



Dès 2008, le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées s'est inquiété de la situation des vieilles buxaies hygrosclaphiles de ravin, identifiées comme à haute valeur écologique et a organisé en 2009, à la Gourgue d'Asque, une réunion d'information en invitant les institutions concernées. Étaient représentés la DDEA 65, DDEA 31, le CRPF de Midi-Pyrénées, l'ONF, le DSF sud-ouest, le Parc national des Pyrénées, ainsi que trois biologistes indépendants (Corriol, 2009).

Figure 4 : sombre buxaie arborescente humide de ravin à la Génie longue (Saint-Pé-de-Bigorre), avant l'invasion fongique.
Photo G. Corriol.



Figure 5 : buxaie de ravin entièrement défoliée, suite à l'épidémie de *Calonectria pseudonaviculata* au Lourdios. Photo G. Corriol.



La seconde, d'origine animale est due à la chenille du papillon nocturne *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Pyrale du Buis), originaire d'Asie orientale. Signalée dès 2007 en Allemagne et en 2008 en Alsace, l'espèce aurait été introduite accidentellement par des buis horticoles en provenance d'extrême orient. Sa diffusion en France a été fulgurante avec une arrivée dans les Pyrénées autour de 2012-2013. Contrairement au champignon, l'épidémie est beaucoup plus plastique au niveau écologique et touche les buxaies de façon beaucoup plus vaste, y compris les buxaies les plus sèches.

Figure 6 : chenille et adulte de Pyrale du Buis (*Cydalima perspectalis*). Photos CBNPMP/M. Infante & C. Bergès.



De l'intérêt écologique et statuts des buxaies pyrénéennes :

Si leur diversité floristique est assez réduite, les buxaies denses, par l'effet combiné des conditions microclimatiques qui règnent sous leur canopée et leur litière à lente décomposition, offrent des niches écologiques très particulières hébergeant en particulier des communautés fongiques humicoles peu compétitives très originales, incluant de nombreuses espèces rares et mal connues (Corriol, 2006 : 87).

Les plus hygroscoaphiles d'entre elles hébergent des communautés lichéniques épiphyllles.

Les plus xérophiles, à dynamique très lente, installées sur des sols rocailleux calcaires, largement représentées dans le massif pyrénéen, sont inscrites à l'Annexe I de la Directive habitats (code Natura 2000 : 5110).

Outre les aspects strictement écologiques ou liés aux paysages, les buxaies participent à la stabilité des terrains de montagne et limite le risque de chutes de blocs rocheux de petite taille, pouvant avoir des impacts sur des zones à enjeux (zones habitées, routes, etc ...) en fonction de la zone de départ.

Le Conservatoire botanique s'est donc préoccupé depuis plusieurs années par ce sujet. Compte-tenu d'une avancée spectaculaire de la pullulation de Pyrale du Buis et des dégâts infligés aux buxaies dans les Pyrénées au cours de l'année 2018 (estimation de plus de 90% des buxaies touchées), il est impératif de mieux connaître le phénomène, avant d'imaginer apporter des solutions de traitement dans des territoires peu accessibles.

Figure 7 : pullulation de chenille de Pyrale sur un pied de Buis. Photo CBNPMP/M. Infante.



L'objectif de cette étude est de constituer une base d'informations, sans plus attendre, permettant d'envisager des actions de plus grande envergure dans le cadre des futurs programmes européens, et notamment transfrontaliers, à une autre échelle que celle du département des Hautes-Pyrénées qui sert de périmètre d'étude préliminaire. Cet objectif pourra intéresser tous les services en charge de

traiter de la problématique de la prévention des risques naturels, en particulier les conseils départementaux, RTM et DDT, les buxaies jouant le rôle de protections passives sur les versants amonts surplombant des zones à enjeux.

L'étude se décline de la manière suivante :

- Étude bibliographique

Pour évaluer les enjeux conservatoires des biocénoses liées aux buxaies, on prévoit une étude bibliographique des cryptogames les occupant : lichens et bryophytes épiphytes, champignons humicoles.

- Inventaires terrain

Cette phase bibliographique sera confrontée à un échantillonnage sur un nombre limité de sites pour les bryophytes épiphytes dans des buxaies récemment défoliées et pour les champignons humicoles sur un site récemment défolié dans lequel on dispose d'observations antérieures et sur un site encore non attaqué si possible.

- Mis en place de placettes de suivi

Définition d'une méthodologie d'état zéro et de suivi. Mise en place de placettes permanentes en partenariat avec la Réserve Naturelle Régionale du Pibeste dans des situations variées (y compris buxaies intraforestières). Ce dispositif a pour objectif de permettre des observations diachroniques sur la dynamique de cicatrisation des écosystèmes à buis post-épidémie.

- Cartographie et typologie des buxaies défoliées

A partir d'images aériennes (ou satellitaires) récentes, la cartographie des buxaies défoliées paraît évidente.

Mise en place d'une méthode semi-automatisée de cartographie (télédétection).

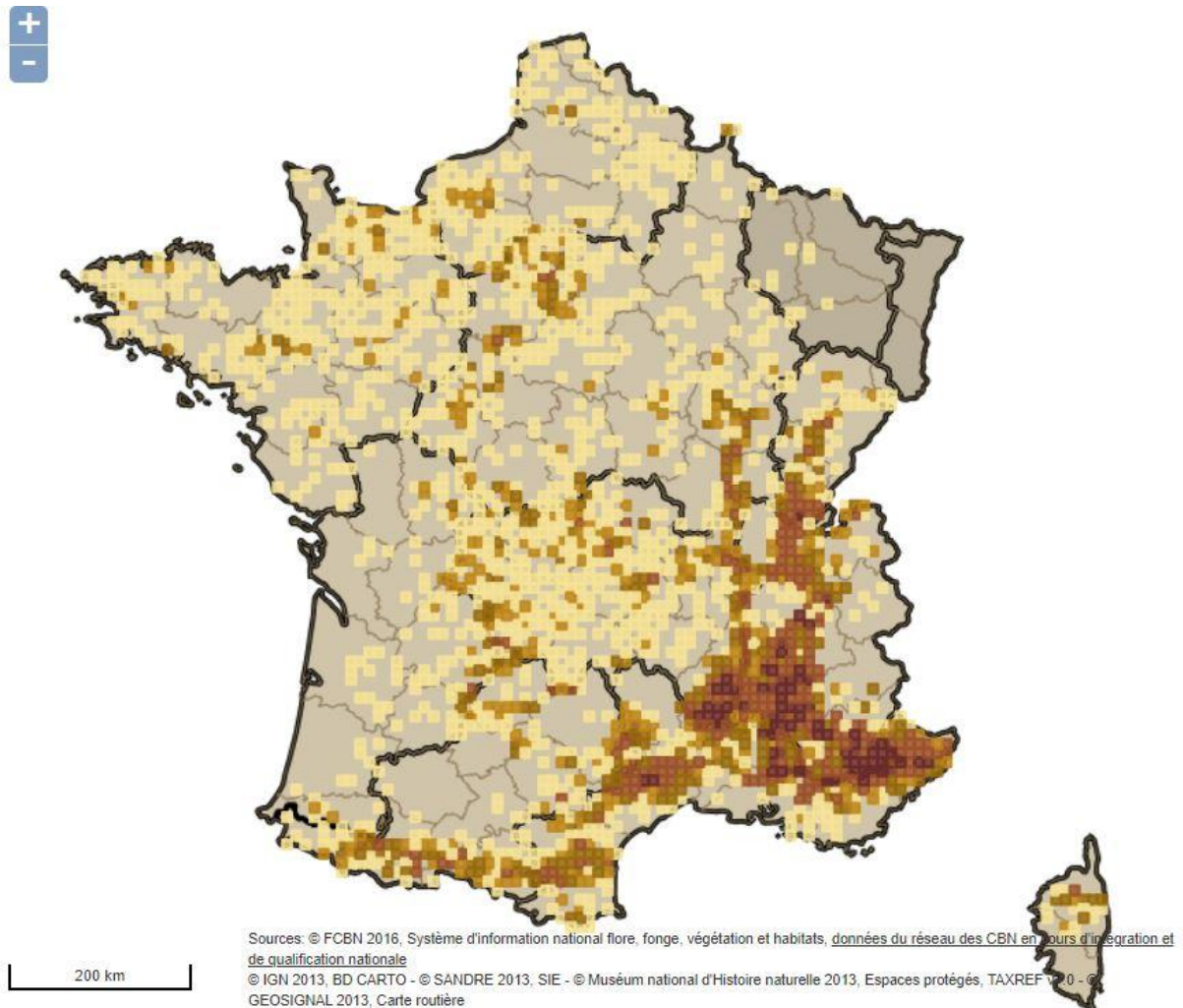
- Application à l'échelle du département. Réalisation d'une typologie cartographique à partir du modèle numérique de terrain (et autres couches carto comme la carte géologique pour laquelle un partenariat avec le Bureau des ressources géologiques et minières [BRGM] sera recherché –)
- Cartographie des buxaies défoliées (zones potentiellement à risque notamment pour le réseau routier).
- Qualification phytosociologique de la typologie obtenue avec un échantillon de relevés des communautés arbustives représentées.
- Comparaison entre photographies 2017 et 2018 (évaluation de l'évolution du phénomène en 2 saisons)
- Identification des buxaies non touchées par enquête et comparaison avec les cartographies Natura 2000, voire plan d'aménagements forestiers.
- Comparaison avec les fonds physiologiques et écologiques de la cartographie nationale des habitats (CARHAB) pour identification de l'apport possible de ce fonds pour la cartographie.

PARTIE 1 : ÉVALUATION DE L'INTERET ECOLOGIQUE DES HABITATS DE BUXAIES, ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE ET ETUDES COMPLEMENTAIRES.

I Introduction : le Buis et ses habitats

Le Buis, *Buxus sempervirens* L., est un arbuste de la famille des Buxaceae Dumort, famille subcosmopolite, tempérée et tropicale, représentée en Europe par le seul genre *Buxus* L., avec deux espèces, la seconde étant *Buxus balearica* Lam., ayant son aire naturelle restreinte aux îles Baléares, la Sardaigne et l'Andalousie (Tutin *et al.*, 1968 : 243). En France, la seule espèce native de buis est *Buxus sempervirens*, naturellement présente surtout dans les massifs montagneux et méridionaux. Elle est aussi largement naturalisée dans tout le territoire (Tison & de Foucault, 2014 : 603). Il fleurit au début du printemps et est pollinisé par les insectes. Son bois très dur, au grain très fin et à densité très élevée, présente d'excellentes qualités technologiques pour la fabrication d'outils et d'instruments variés (Venet, 1987 : 160). Il est largement utilisé en horticulture, notamment pour la constitution de haies denses, supportant bien la taille.

Figure 8 : carte de répartition de *Buxus sempervirens* en France, en densité de données (du plus clair au plus foncé) d'après les données des Conservatoires botaniques nationaux (SI Flore).



De croissance lente mais très longévif (un pied peut vivre plusieurs siècles), le Buis peut atteindre jusque 8 mètres de hauteur et former des troncs dépassant 30 cm de diamètre chez des vieux individus dans des situations de bilan hydrique favorable, particulièrement dans des ravins encaissés

où il peut former une dense canopée très opaque à la lumière. Plus généralement, il forme de grandes étendues sur des sols minces, sur des versants exposés au soleil, souvent de fortes pentes, où, grâce à un enracinement puissant et à sa capacité de marcottage (Rameau *et al.*, 1993 : 489), il se montre particulièrement compétitif. Il constitue alors des formations végétales buissonnantes denses de 1 à 2 mètres de hauteur, dans lesquels peuvent se mêler quelques autres ligneux xérotolérants. Son caractère sempervirent et sa bonne tolérance à l'ombrage renforcent probablement sa compétitivité et sa capacité à faire des peuplements denses quasi hégémoniques, dénommés « buxaies », mais aussi à coloniser des sous-bois forestiers sur des sols rocailleux ou éboulex.

Figure 9 : avec ses petites feuilles opposées, coriaces, vernissées et sempervirentes, le Buis se montre un efficace colonisateur des versants secs et ensoleillés. Photo CBNPMP/G. Corriol



S'il se montre particulièrement bien représenté sur les roches carbonatées (calcaires, dolomitiques, marneuses) où il trouve des conditions favorables à sa compétitivité, il est en réalité indifférent à la nature chimique du substrat. On le trouve ainsi également sur des roches cristallines, dans la mesure où la faible épaisseur du sol lui est favorable par rapport à d'autres espèces moins frugales et plus exigeantes en eau.

Phytosociologiquement, *Buxus sempervirens* est considérée comme une espèce appartenant à la classe des *Rhamno catharticae – Prunetea spinosae* Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1952 regroupant les végétations arbustives de l'Europe tempérée à subméditerranéenne. Dans cette classe, il participe particulièrement aux fourrés xérophiles des sols squelettiques de l'alliance de l'*Amelanchiero ovalis – Buxion sempervirentis* O. Bolos & Romo 1989 (de Foucault & Royer, 2015 : 172 ; Rivas-Martínez *et al.*, 2001 : 336, Julve, 1998, sous le nom de *Amelanchierion ovalis* Arlot 1985). Ces végétations à dynamique très lente, sont considérées comme un type d'habitat d'intérêt communautaire dans la Directive européenne « habitats, faune, flore », sous le code Natura 2000 : 5110 (code Corine Biotopes 31.82, code EUNIS F3.12).

II Les buxaies comme habitat singulier pour les lichens

II.1 Avant-propos sur les lichens foliicoles

La première mention du terme de lichen apparaît au IV^{ème} siècle avant JC pour désigner les hépatiques (Théophraste). Plus tard, le suédois Acharius différencie les lichens des autres cryptogames par leur morphologie (1798 à 1814). Ce n'est qu'en 1867 que la véritable nature symbiotique du lichen, symbiose d'une algue ou d'une cyanobactérie et d'un champignon, est décrite pour la première fois par Schwendener et De Bary. Un lichen est une association stable et indépendante, entre un mycosymbiote et un photosymbiote, dans laquelle le mycosymbiote est le partenaire englobant l'autre dans une structure originale : le thalle lichénique. Une des caractéristiques du lichen est qu'il stoppe tout métabolisme à l'état sec pour reprendre une activité lorsqu'il se réhydrate : c'est la reviviscence. La symbiose algue-champignon, le thalle et le principe de reviviscence font que le lichen colonise tous les supports dans tous les milieux écologiques possibles.

Cependant l'eau est un élément essentiel à la vie du lichen : pas d'eau pas de lichens. Lorsque l'on travaille sur les relations lichen-eau, on prend vite conscience que c'est "l'amplitude hydrique du lichen" qui définit l'espèce. Il faut comprendre par "amplitude hydrique" le temps qui sépare en milieu naturel, une dessiccation complète du lichen avec une hydratation complète de ce même lichen. Cette amplitude peut être très longue ou très courte ; tous les niveaux d'amplitudes existent dans la nature.

Les lichens foliicoles se développent sur les feuilles sempervirentes (un cas particulier d'épiphytisme par ailleurs très répandu dans les forêts tropicales). Le Buis avec ses feuilles coriaces et longévives représente pour la flore européenne une espèce particulièrement favorable comme support à ce type d'espèces. Dans le cas de cet habitat particulier, c'est cette amplitude hydrique qui manifestement se différencie avec les autres supports naturels. Il est évident que d'autres facteurs tels que l'ensoleillement, le vent, l'exposition... ont un impact sur cette amplitude hydrique.

Figure 10 : lichens épiphytes sur feuilles (foliicoles) et rameaux de buis. Photos C. Coste.



Les lichens foliicoles existent en France ; mais quelle est la proportion de taxons foliicoles par rapport à la flore lichénique française ?

Afin d'évaluer cette proportion, des recherches bibliographiques ont été effectuées sur ce thème dans les diverses et nombreuses publications regroupées par ailleurs dans les ouvrages de type catalogue ou flore des lichens d'Europe. De nombreuses bases de données ont été consultées avec comme mot clé : lichen foliicole. La nature du végétal à feuillage permanent n'est pas prise en compte car potentiellement un lichen foliicole peut coloniser toutes les feuilles sempervirentes. En France ils ne sont pas "exclusivement" foliicoles. Ils peuvent être foliicoles et corticoles, dans ce cas le taxon en question n'a pas été pris en compte pour la liste définitive puisque cette espèce peut s'observer sur des troncs d'arbres. Il est également ressorti du travail de bibliographie, des taxons non lichénisés (principalement des champignons qui se développent exclusivement sur les lichens : champignons lichénicoles) mais qui se développe exclusivement sur des lichens strictement foliicoles : ces taxons sont pris en compte dans la liste. Plus difficile, certains lichens ne se développent que sur des lichens strictement foliicoles pour devenir corticoles seulement à l'âge adulte, ces taxons sont également pris en compte dans la liste.

II.2 Lichens foliicoles connus sur Buis en France

Deux listes sont proposées : une première mentionnant 13 espèces observées à ce jour uniquement sur feuille de buis et une seconde regroupant tous les taxons foliicoles de France soit 24 taxons.

Pour chaque taxon de la liste complète est indiqué :

1. le nom complet du taxon ;
2. les synonymes connus ;
3. les départements d'observation du taxon ;
4. le bioclimat et l'ombroclimat pour chaque espèce.

Liste des lichens et des champignons lichénicoles foliicoles observés à ce jour exclusivement sur feuilles de Buis

Arthonia subvelutinae (Vain.) R. Sant.

Bacidina vasakii (Vězda) Vězda

Byssoloma diderichii Serus.

Byssoloma kakouettae (Serus.) Lucking et Serus.

Fellhanera christiansenii Serus. et Vězda.

Fellhanera colchica (Vězda) Llop.

Porina leptosperma Mull. Arg.

Porina rubentior (Stirt.) Mull. Arg.

Strigula angustata Cl. Roux et Serus.

Strigula buxi Chodat

Strigula minor (Vězda) Cl. Roux et Serus.

Strigula nitidula Mont.

Vezeada dawsoniae Dobbeler

Liste complète des lichens et des champignons lichénicoles foliicoles de France

Ampullifera foliicola Deighton. 06, 30, 64 - Sur le thalle de lichens foliicoles, en France sur *Byssoloma* subdiscordans.

Arthonia microsticta Vain. 06, 30, 38, 84 - D'abord parasite sur des lichens foliicoles puis libre.

Arthonia subvelutinae (Vain.) R. Sant. 84 - Sur *Sporopodium* spp. foliicoles. Sur buis, une seule station connue en France.

Bacidina vasakii (Vězda) Vězda - Syn. *Bacidia vasakii* Vězda, *Woessia vasakii* (Vězda) Serus. 06, 07, 12, 28, 30, 34, 38, 41, 48, 64, 66, 83, 84 - Étages méso-, supra-méditerranéen et collinéen. Ombroclimats subhumide et humide. Surtout de buis.

Byssoloma diderichii Serus. 12, 46, 57 - Étage collinéen. Ombroclimat subhumide. Sur buis.

Byssoloma kakouettae (Serus.) Lucking et Serus. - Syn. *Bapalmuia kakouettae* Serus., *Byssoloma aptrootii* Serus. 64, 65 - Étage collinéen. Ombroclimat humide. Sur buis.

Fellhanera bouteillei (Desm.) Vězda - Syn. *Biatora bouteillei* (Desm.) A. Massal., *Biatorina bouteillei* (Desm.) Arnold, *Biatorina littorella* (Nyl.) A. L. Sm., *Catillaria bouteillei* (Desm.) Zahlbr., *Catillaria littorella* (Nyl.) Zahlbr., *Catillaria rubicola* (H. Crouan et P. Crouan) H. Olivier, *Lecanora bouteillei* (Desm.) Harm., *Lecidea bouteillei* (Desm.) Nyl., *Lecidea littorella* Nyl., *Lophium ruborum* H. Crouan et P. Crouan, *Parmelia bouteillei* Desm. 01, 04, 06, 07, 12, 14, 2a, 2b, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 46, 48, 50, 56, 60, 61, 62, 64, 66, 69, 70, 74, 75, 77, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 88. - Étages supraméditerranéen, collinéen et montagnard. Ombroclimats subhumide et humide. Sur buis, pin, sapin, framboisier, myrtillier.

Fellhanera christiansenii Serus. et Vězda. Syn. *Fellhanera nigra* Serus. nom. prov. 64 - Étages collinéen et montagnard. Ombroclimat hyperhumide. Une seule station connue sur buis et sur aiguilles de pin (Kakouetta).

Fellhanera colchica (Vězda) Llop. Syn. *Bacidia colchica* Vězda. 64, 65 - Étage collinéen. Ombroclimat hyperhumide. Sur buis, deux stations connues en France (64 et 65).

Gyalectidium puntilloi Serus. 64, 65 - Étage collinéen. Ombroclimat hyperhumide. Sur buis, laurier, lierre.

Gyalectidium setiferum Vězda et Serus. 06, 29, 64 - Étage collinéen. Ombroclimats humide et hyperhumide. Sur buis et sapin.

Gyalidea phyllophila Vězda. 64 - Étage collinéen. Ombroclimat hyperhumide. Deux stations connues France sur buis et laurier.

Phylloblastia fortuita Llop et Gomez-Bolea. 14, 35, 37, 61 - Étages méso-, supra-méditerranéen et collinéen. Ombroclimat humide. Sur buis, chêne vert, lierre.

Phylloblastia inexpectata Serus., Coppins et Lucking. 14, 37 - Étages méso-, supraméditerranéen et collinéen. Ombroclimat humide. Sur houx.

Porina hoehneliana (Jaap) R. Sant.

06, 07, 11, 12, 20, 30, 38, 40, 64, 66, 74, 81, 83 - Étages méso-, supra-méditerranéen, collinéen et montagnard inférieur. Ombroclimats humide et hyperhumide. Sur buis et fragon.

Porina leptosperma Mull. Arg. 06, 29, 38, 64 - Étages collinéen et montagnard inférieur. Ombroclimats humide et hyperhumide. Sur buis.

Porina oxneri R. Sant. - Syn. *Phylloporina obsoleta*. 04, 06, 07, 09, 12, 2a, 2b, 21, 24, 28, 30, 34, 38, 40, 41, 46, 64, 66, 74, 79, 81, 83, 84 - Étages supraméditerranéen et collinéen. Ombroclimats subhumide, humide et hyperhumide. Sur buis et fragon.

Porina rubentior (Stirt.) Mull. Arg. 29, 38, 64 - Étages supraméditerranéen, collinéen et montagnard inférieur. Ombroclimats humide et hyperhumide. Sur buis.

Scoliciosporum curvatum Serus. 06, 26, 29, 64, 84 - Étages supraméditerranéen et collinéen. Ombroclimats subhumide et humide. Sur buis, houx, aiguilles de sapin.

Strigula angustata Cl. Roux et Serus. 06, 12, 26, 34, 46, 64, 83, 84 - Étages méso-, supraméditerranéen et collinéen. Ombroclimats subhumide et humide. Sur buis.

Strigula buxi Chodat - Syn. *Strigula elegans* (Fee) Mull. Arg., *Strigula smaragdula* auct. 06, 12, 26, 30, 34, 38, 46, 64, 74, 81 - Étages méso-, supra-méditerranéen, collinéen et montagnard inférieur. Ombroclimats subhumide, humide et hyperhumide. Sur buis.

Strigula minor (Vězda) Cl. Roux et Serus. — Syn. *Raciborskiella minor* Vězda. 06, 07, 30, 34, 38, 46, 64, 84 - Étages méso-, supra-méditerranéen et collinéen. Ombroclimats subhumide et humide. Sur buis.

Strigula nitidula Mont. 29, 35, 64, 65 - Étage collinéen. Ombroclimats humide et hyperhumide. Sur buis.

Vezdaea dawsoniae Dobbeler. 06, 38, 64 - Ombroclimats humide et hyperhumide. Sur buis.

Figure 11 : *Fellhanera bouteillei* (Desm.) Vězda en épiphyte sur feuilles vivantes de Buis. Photos C. Coste.



II.3 Bibliographie relative aux lichens épiphytes foliicoles du Buis

CLAUZADE G. & ROUX C. 1985 – Likenoj de Okcidenta Eŭropo Ilustrita determinlibro. S.B.C.O. édit. (Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest n° spécial 7), Royan : 1-893.

CLAUZADE G. & ROUX C. 1987 – Likenoj de Okcidenta Eŭropo Ilustrita determinlibro. *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest* Nouvelle série, 18 : 177-214.

CLAUZADE G. & ROUX C. 1989 – Likenoj de Okcidenta Eŭropo Ilustrita determinlibro. Suplemento 3a. Bull Soc. Linn. Provence, 40 : 73-110.

CLAUZADE G., DIEDERICH P. & ROUX C. 1989 – Nelikenigintaj fungoj likenlogaj Ilustrita determinlibro. *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, Marseille : 142 p.

COSTE C., THOUY P., CHEMSSEDOHA A., HUMBERT R., MARTIN J. & MARTIN D. 2015 — Quelques lichens et champignons lichénicoles du Roc du Mont Alet (Tarn, Lacaune). Compte rendu de l'excursion de l'association « Les Amis des Sciences de la Nature » : 10 p.

COSTE C. 2002 — Contribution au catalogue des champignons lichénisés ou lichénicoles du département du Tarn (1). *Bulletin de l'Association Française de Lichénologie*, 27(1) : 25-34.

OZENDA P. & CLAUZADE G. 1970. – Les lichens : étude biologique et flore illustrée. Masson édit., Paris : 1-801.

ROUX C. et coll. 2017 – Catalogue des lichens et champignons lichénicoles de France métropolitaine. 2e édition revue et augmentée. Édit. Association française de lichénologie (A. F. L.), Fontainebleau, 1581 p.

SMITH C.W., APTROOT A., COPPINS B. J., FLETCHER A., GILBERT O. L., JAMES P. W. & WOLSELEY P. A. 2009 – The lichens of Great Britain and Ireland. British lichen society, London : 1-1046.

VEZDA A. ET VIVANT J. 1972 – Lichens épiphyllés des Pyrénées-Atlantiques. *Bull. Soc. Bot. De France*, 199(3-4): 253-258.

WIRTH V. 1980 – Flechtenflora. E. Ulmer édit., Stuttgart : 1-552.

WIRTH V. 1995 – Die flechten Baden-Württembergs. E. Ulmer édit., Stuttgart : 1-1006.

WIRTH V., Hauk M. & SCHUTZ M. 2013 – Die Flechten Deutschland. E. Ulmer édit., Stuttgart : 1-1244.

III Les buxaies comme habitat singulier pour les bryophytes.

III.1 Avant-propos sur les bryophytes des buxaies

Les buxaies occupent une grande variété de situations, ce qui influence directement le nombre d'espèces, leur identité et l'abondance des bryophytes qui peuvent s'y installer. Les facteurs qui conditionnent la présence des espèces et leur abondance dans les buissons sont principalement la lumière, la température et l'humidité ambiante. Les buxaies de hauteur limitée (<1,8 m) en situation ouverte ont une bryoflore très limitée, les bryophytes pouvant même être inexistantes. À l'opposé, dans les buxaies intraforestières au fond des ravins ou en orientation nord, où les buis peuvent se développer jusqu'à plusieurs mètres de hauteur ; la bryoflore est plus riche en nombre d'espèces, mais surtout en biomasse, qui peut atteindre des quantités étonnantes. Un exemple bien connu du département est le ravin de la Gourgue d'Asque, nommé «la Petite Amazonie » par la prolifération de mousses en général et des formes pendantes suspendues aux branches en particulier.

Quelle est la raison de ces développements extraordinaires ? Sans doute la combinaison d'une lumière d'intensité moyenne, mais surtout d'un environnement fermé et stable, avec une température assez constante et sans gel hivernal, et une humidité ambiante élevée (entre 70 et 100%) également constante tout au long de l'année. Dans une large mesure, ces conditions sont celles que l'on trouve le plus souvent dans les régions tropicales.

La présence de masses de bryophytes pendantes est très caractéristique des régions tropicales, en particulier dans les forêts dites de brouillard. Cependant, en Europe, les lieux où cela se produit sont beaucoup plus limités et les buxaies sont parmi les cas les plus fréquents. Il convient toutefois de noter que les espèces pendantes en Europe ne sont pas des espèces tropicales, mais des éléments de la bryoflore européenne qui se développent en tant que tels dans ces environnements propices. Il convient ici de mentionner tout particulièrement les espèces *Alleniella complanata* et *Exsertotheca crispa*, qui sont bien réparties dans la région.

Figure 12 : Buis à mousses épiphytes pendantes à gauche, et *Alleniella complanata* à droite. Photos CBNPMP/M. Infante.



Loin de n'affecter que l'aspect esthétique, les mousses épiphytes et celles pendantes en particulier jouent un rôle fondamental de stockage de l'eau dans ces habitats. C'est dans les régions tropicales que ce phénomène a été le mieux étudié (Pòcs 1980, Heras *et al.* 2002), mais il existe également des données en provenance d'Europe (Frahm 2008). Dans les Vosges, des mesures de 2000 kg/ha de masse bryophytique sèche ont été atteintes, avec une capacité de stockage de l'eau d'environ 10.000 litres/ha.

Une autre raison pour laquelle les buxaias sont exceptionnelles d'un point de vue bryologique est la présence occasionnelle de bryophytes épiphytes (qui se développent sur des feuilles vivantes), comme vu précédemment avec les lichens. Sept espèces ont été recensées en Europe, dont certaines sont en fait pseudo-épiphytes (poussant sur les feuilles mais restant attachées à l'écorce des rameaux), soit sur des frondes de fougère comme *Vandesboschia speciosa*, soit sur des feuilles pérennes, notamment le Buis ou le Houx (Barkman 1958, Pòcs 1982, Porley 1996, Infante Sánchez & Heras Pérez 2007, Duckett 2008, Infante Sánchez 2011, 2016). Il s'agit à nouveau d'une caractéristique des tropiques, car les communautés épiphytes sont répandues et très diversifiées dans les régions tropicales, tandis que dans les régions tempérées, elles sont occasionnelles et de très petite superficie.

III.2 Quelles bryophytes dans les buxaies ?

L'étude de la bibliographie a été très infructueuse, car aucun travail vraiment spécifique n'a été trouvé sur les bryophytes épiphytes dans *Buxus sempervirens*. Même dans l'ouvrage de référence de Barkman (1958), il n'y fait qu'une petite référence en ce qui concerne les bryophytes épiphylliques des régions tempérées tout au long de ses 628 pages ; elles n'ont pas eu trouvées ni même dans la récente guide technique de Celle (2019) sur les mousses épiphytes d'Auvergne.

Ce manque d'informations publiées sur les bryophytes des buxaies ne signifie pas qu'elles n'existent pas, ni même qu'elles n'ont pas été étudiées. Les informations trouvées sur les bryophytes des buxaies sont très dispersées en petits paragraphes dans certains ouvrages et sont difficiles à trouver. Pour pallier au manque d'informations obtenues dans la littérature, nous avons eu recours à la base de données Flora (CBNPMP), qui a permis de retrouver des localités disposant d'informations de qualité suffisante pour identifier les épiphytes des buis même dans leurs différents microhabitats (bases, troncs, branches et branchettes). Ainsi, 25 stations ont été localisées (voir tableau de la Figure 13) réparties en Aveyron, Ariège, Tarn, Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Atlantiques, auxquelles s'ajoutent deux autres localités des Pré-Pyrénées espagnoles (Infante Sánchez & Heras Pérez 2007) afin de compléter les données sur la région pyrénéenne.

Au cours de cette étude, dix stations additionnelles ont été prospectées dans le département des Hautes-Pyrénées (Tableau de la Figure 14). Au total, 37 stations ont été compilées.

Figure 13 : tableau des stations de buxaies issues de la bibliographie et de la base FLORA (CBNPMP).

Número station	Dept	Commune	toponyme	Habitat	Date	Latitude	Longitude	Altitude	Pyrale du buis	Confinement	Type	Orientation
1	9	Illier-et-Laramade		Aulnaie-Frênaie à Buxus sempervirens	24/08/2019	42,78223	1,545347	640	pas atteint	confiné	intra-forestière	SE
2	12	Millau	Jassenove	Pineraie à Buxus sempervirens	24/03/2011	N 44,0769444	E 3,2022222	810	pas atteint	non confiné	semi-ouverte	S
3	12	Saint Jean et Saint Paul	Bois de la Vialette près de Viala-du-Pas-du-Jaux	Hêtraie à buis	08/08/2011	N 43,91867	E 3,07618	825	pas atteint	non confiné	intra-forestière	W
4	12	Cornus	Plateau de Guilhaumard	Hêtraie à buis	09/08/2011	N 43,86324	E 3,21572	716	pas atteint	semi confiné	intra-forestière	plat
5	12	La Couvertoirade	Virenque	Gorge karstique	10/08/2011	N 43,92676	E 3,35308	981	pas atteint	confiné	intra-forestière	SE
6	12		Corniche Noire	Hêtraie-pineraie à buis	11/08/2011	N 44,18616	E 3,23888	887	pas atteint	non confiné	intra-forestière	N
7	12	Hospitalet du Larzac	Canalettes	Chênaie de Quercus pubescens à buis	12/08/2011	N 4,40541	E 3,18919	688	pas atteint	non confiné	intra-forestière	SE
8	12	Saint Rome de Cernon	Guiral	Hêtraie à buis	12/08/2011	N 43,99120	E 3,01850	613	pas atteint	semi confiné	intra-forestière	E
9	12	Cornus	La Fraysseze, Plateau de Guillhaumard	Hêtraie à buis	04/10/2011	N 43,86089	E 3,18302	770	pas atteint	non confiné	intra-forestière	S-SE
10	12	Rivière-sur-Tarn	Peyrelade	Chênaie verte à buis	05/10/2011	N 44,19057	E 3,15559	450	pas atteint	non confiné	semi-ouverte	SE
11	12	Le Clapier		Chênaie de Quercus	16/04/2014	N 43,82400	E 3,16569	614	pas atteint	non confiné	semi-ouverte	S

				pubescens à buis								
12	12	Cornus	Bauras, à l'est de Liquet	Chênaie de Quercus pubescens à buis	17/04/2014	N 43,89733	E 3,20761	619	pas atteint	non confiné	semi-ouverte	SW
13	12	Le Fel	partie basse du ruisseau de Portez	Chênaie à noisetier et buis	20/07/2016	N 44,65069713	E 2,5208255	255	pas atteint	confiné	intra-forestière	S
14	64	Louvie-Soubiron	Casteigts sous La Peyrère	Frênaie-chênaie à noisetiers et buis	25/08/2014	N 42,99788385	W 0,40856339	748	pas atteint	non confiné	intra-forestière	S
15	64	Louvie-Soubiron	entre l'Aygue Blanque et le Pont Nogarot	Bois de tilleuls à sous-bois de buis	29/08/2014	N 43,037774324	W 0,26077505	455	pas atteint	confiné	intra-forestière	E
16	64	Louvie-Soubiron	l'Ouzoum sous la route D126, 400 m au sud de Calibet	Ripisylve à tilleuls, Frênes, Hêtres et sous-bois de buis	29/08/2014	N 43,03045460	W 0,25756712	475	pas atteint	confiné	intra-forestière	E
17	64	Accous	Aulet	Haie-bosquet	22/08/2019	N 42,964452	W - 0,559724	766	atteint récemment, des larves pendantes. mousses pas mangés	non confiné	intra-forestière	S
18	65	Ouzous	Ilhans	Chênaie de Quercus pubescens à buis	13/01/2011	N43,03456	W (-)0,10206	750	pas atteint	non confiné	intra-forestière	S
19	65	Ouzous	Sources de Oulhet	Forêt mixte	13/01/2011	N 43,03336	W 0,10413	616	pas atteint	confiné	intra-forestière	S
20	65	Gèdre	Granges de	Hêtraie-	23/09/2003	31TBH5644		975-	pas atteint	non confiné	intra-	N

			Barrada	sapinière à sous-bois de buis				1100			forestière	
21	65	Bonnemazon	Abbaye de L'Escaladieu, Arros	Forêt mixte	19/04/2011	N 43,10817	E 0,25847	322	pas atteint	confiné	intra-forestière	NE
22	65	Bazus-Aure	1 - Prade de Calamou, versant E de Peyre Nègre (Bazus-Aure)	Forêt mixte à Quercus pubescens et buis	20/08/2013				pas atteint	non confiné	intra-forestière	E-SE
23	65	Lau-Balagnas		Bosquet mixte	06/07/2015	N 42.99614710	W - 0.08020863	425	pas atteint	non confiné	intra-forestière	plat
24	65	Tramezaïgues	Bois de Pio	Sapinière à buis	23/06/2018	N 42,7715990	E 0,238148	1202	pas atteint	confiné	intra-forestière	N
25	81	Montredon-Labesonné	près de Prévinières	Frênaie à buis	28/08/2019	43,6786118	2,3493902	233	atteint	confiné	intra-forestière	SW
26	Espagne: Huesca	Nueno	Lúsera, Orlato	Hetrâie-pineraie à buxaie intraforestière	25/07/2004	30TYM2388		1100-1200	pas atteint	confiné	intra-forestière	N
27	Espagne: Huesca	Casbas de Huesca	Llanos de Cupierlo	Buxaie à Echinopartium horridum	29/09/2005	30TYM3284		1520-1743	pas atteint	non confiné	ouverte	S

Figure 14 : tableau des stations de buxaiés prospectées en 2019-2020 dans les Hautes-Pyrénées.

Station	Dept.	Commune	Toponyme	Habitat	Date	Alt	ATTEINT	Confinement	Type	Orientation
Pibeste_N	65	Saint-Pé-de-Bigorre	Peyras, Coume Rède	Hêtraie-forêt mixte	06/11/2019	605	atteint	non confiné	intraforestière	N
Pibeste_S	65	Agos-Vidalos	entrée au ravin d'Isère	Chênaie pubescente	06/11/2019	457	atteint	semi-confiné	intraforestière	S
Rioumajou_1	65	Saint-Lary-Soulan	sous la route d'Artigues	Sapinière	07/11/2019	1080	pas atteint	non confiné	intraforestière	E
Rioumajou_2	65	Saint-Lary-Soulan	près du ravin des Graviers	Haie	07/11/2019	1248	pas atteint	semi-confiné	ouverte	E
Asque	65	Asque	la Gourgue	forêt mixte	18/09/2019	520 a 531	atteint	confiné	intraforestière	N
ABCbryo.20190823.11	65	Ferrières	avant Garricat	Corylaie à buis	23/08/2019	973	pas atteint	non confiné	intraforestière	W
Campan_1	65	Campan	Tramasouet, sous la Crespe	falaise	08/11/2019	818	pas atteint	non confiné	ouverte	SW
Campan_2	65	Campan	sous la Pène Lounque	forêt à frênes et noisetiers, quelque Robinia pseudoacacia.	08/11/2019	674	atteint	non confiné	intraforestière	SW
Campan_3	65	Campan	à 500 mètres au Nord du pont des Cagots	bord de route	08/11/2019	655	atteint	non confiné	intraforestière	SW
Asté	65	Asté	sous la Bouche	bord de route	08/11/2019	642	atteint	non confiné	intraforestière	SW

A partir de ces 37 stations, une liste de 38 bryophytes à été établie pour les buxaiies de la région (Tableau de la Figure 15). Parmi ces espèces, les mousses sont le groupe le mieux représenté avec 32 taxons, répartis entre 21 mousses pleurocarpes et 11 acrocarpes. Seulement 6 espèces d'hépatiques ont été recensées.

Les troncs sont la partie des buis qui accueille la plus grande diversité spécifique. Les bryophytes des bases et des troncs sont presque totalement composées de grosses mousses pleurocarpes. Par contre, les branches et branchettes sont occupées presque exclusivement par des mousses acrocarpes (notamment des Orthotrichaceae : *Lewinskya*, *Orthotrichum* et *Ulota*) et quelques hépatiques.

Entre ces espèces, *Orthotrichum scanicum* et *O. hispanicum* sont classé comme "Vulnérable" dans la liste rouge de bryophytes de Midi-Pyrénées (Infante-Sánchez *et al.*, 2015).

Figure 15 : Bryophytes observées sur le Buis dans le territoire de travail du CBNPMP.

	TOTAL	Bases	Troncs	Branches	Branchettes
	38	15	27	17	14
Mousse pleurocarpe	<i>Alleniella complanata</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	X	X	X	X
Mousse pleurocarpe	<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.		X		
Mousse pleurocarpe	<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Taylor	X	X		
Mousse pleurocarpe	<i>Antitrichia curtipendula</i> (Hedw.) Brid.		X	X	
Mousse pleurocarpe	<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.		X	X	X
Mousse pleurocarpe	<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	X			
Mousse acrocarpe	<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	X	X		
Mousse pleurocarpe	<i>Eurhynchium striatum</i> (Hedw.) Schimp.	X	X		
Mousse pleurocarpe	<i>Exsertotheca crispa</i> (Hedw.) S.Olsson, Enroth & D.Quandt	X	X	X	
Hépatique	<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.		X	X	X
Hépatique	<i>Frullania tamarisci</i> (L.) Dumort.	X		X	
Mousse pleurocarpe	<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) H.Rob.	X	X		
Mousse pleurocarpe	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.		X		
Mousse pleurocarpe	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. var. <i>cupressiforme</i>	X	X	X	
Mousse pleurocarpe	<i>Hypnum cupressiforme</i> var. <i>filiforme</i> Brid.	X	X		
Mousse pleurocarpe	<i>Isothecium alopecuroides</i> (Lam. ex Dubois) Isov.	X	X		
Mousse pleurocarpe	<i>Isothecium myosuroides</i> Brid.		X		
Mousse pleurocarpe	<i>Kindbergia praelonga</i> (Hedw.) Ochyra	X	X		

Mousse pleurocarpe	<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr		X		
Mousse pleurocarpe	<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwägr.		X		
Mousse acrocarpe	<i>Lewinskya affinis</i> (Schrad. ex Brid.) F.Lara, Garilleti & Goffinet [Orthotrichum affine Schrad. ex Brid.)		X	X	X
Mousse acrocarpe	<i>Lewinskya speciosa</i> (Nees) F.Lara, Garilleti & Goffinet [Orthotrichum speciosum Nees]			X	X
Mousse acrocarpe	<i>Lewinskya striata</i> (Hedw.) F.Lara, Garilleti & Goffinet [Orthotrichum striatum Hedw.]			X	X
Hépatique	<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.		X	X	
Hépatique	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Corda		X	X	X
Mousse acrocarpe	<i>Orthotrichum hispanicum</i> F.Lara, Garilleti & Mazimpaka				X
Mousse acrocarpe	<i>Orthotrichum pumilum</i> Sw. ex anon.			X	X
Mousse acrocarpe	<i>Orthotrichum scanicum</i> Grönvall				X
Hépatique	<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.		X	X	
Mousse pleurocarpe	<i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm			X	
Mousse pleurocarpe	<i>Pterigynandrum filiforme</i> Hedw.		X		
Mousse acrocarpe	<i>Pulvigerella lyellii</i> (Hook. & Taylor) Plášek, Sawicki & Ochrya [Orthotrichum lyellii Hook. & Taylor]	X	X	X	X
Hépatique	<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.		X	X	X
Mousse acrocarpe	<i>Syntrichia papillosa</i> (Wilson) Jur.				X
Mousse pleurocarpe	<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee	X			
Mousse pleurocarpe	<i>Thuidium tamariscinum</i> (Hedw.) Schimp.	X	X		
Mousse acrocarpe	<i>Ulota bruchii</i> Hornsch. ex Brid.		X		
Mousse acrocarpe	<i>Ulota crispula</i> Bruch				X

III.4 Quels impacts ont les dégâts de la Pyrale du Buis sur les bryophytes épiphytes du Buis ?

La situation provoquée par la défoliation du buis par la Pyrale du Buis est tout à fait nouvelle. Les observations dont nous disposons sont encore peu nombreuses. En ce qui concerne les impacts sur les épiphytes de buis dans ces environnements, on peut avancer les éléments suivants :

- les bryophytes ne sont pas consommées par les chenilles de la Pyrale du Buis. Cela ressort clairement de l'observation des dégâts commis par la Pyrale sur les troncs des buis : l'écorce n'est consommée qu'autour des mousses, alors que les zones couvertes par la mousse restent apparemment indemnes sur les troncs après la défoliation. Cette absence de consommation peut être due à deux facteurs : d'une part, les mousses ne sont pas les plantes nourricières pour la Pyrale,

il faut rappeler que la relation insecte-plante tend à être très spécifique, souvent de sorte qu'un taxon d'insecte ne mange qu'un seul taxon de plante, et d'autre part, à la faible valeur nutritive ainsi qu'à la composition chimique particulière de la partie verte (gamétophyte) des mousses.

- Il faut donc considérer que la présence d'une masse de mousse pourrait protéger partiellement le Buis contre la Pyrale, et que la mortalité finale du buis soit atténuée dans les situations où la couverture de mousse soit élevée. C'est-à-dire, notamment dans les buxaias confinées ou intraforestières (celle qui en revanche ont été soumise de plein fouet à l'épidémie du champignon parasite).

- Les bryophytes peuvent être affectés après la défoliation de manière indirecte, notamment par l'augmentation de la lumière dans le sous-bois, et les modifications microclimatiques en ce qui concerne la température (permettant des contrastes thermiques plus importants) et l'humidité ambiante (favorisant des périodes plus sèches et plus longues qui ralentissent ou empêchent la croissance des bryophytes). Cela produirait la faiblesse, la maladie et finalement la mort généralement partielle des masses de mousse, ce qui semble être observé au moins dans le Gourgou d'Asque, et qui devrait être étudié à moyen-long terme.

- Les bryophytes peuvent également être affectées par la mort effective des buis qui les soutiennent, deux ou trois ans après avoir été attaqués. On a observé que des masses de mousse tombaient lorsque l'écorce qui les soutenait s'est brisée, et que des troncs de buis morts sont également tombés sur le sol, provoquant la mort des épiphytes qu'ils supportent, incapables de survivre au sol.

- Un petit suivi a été mis en place, avec seulement trois placettes, une en orientation nord et une en orientation sud, dans la réserve du Pibeste, et une troisième à Saint-Lary-Soulan. (voir partie 2).

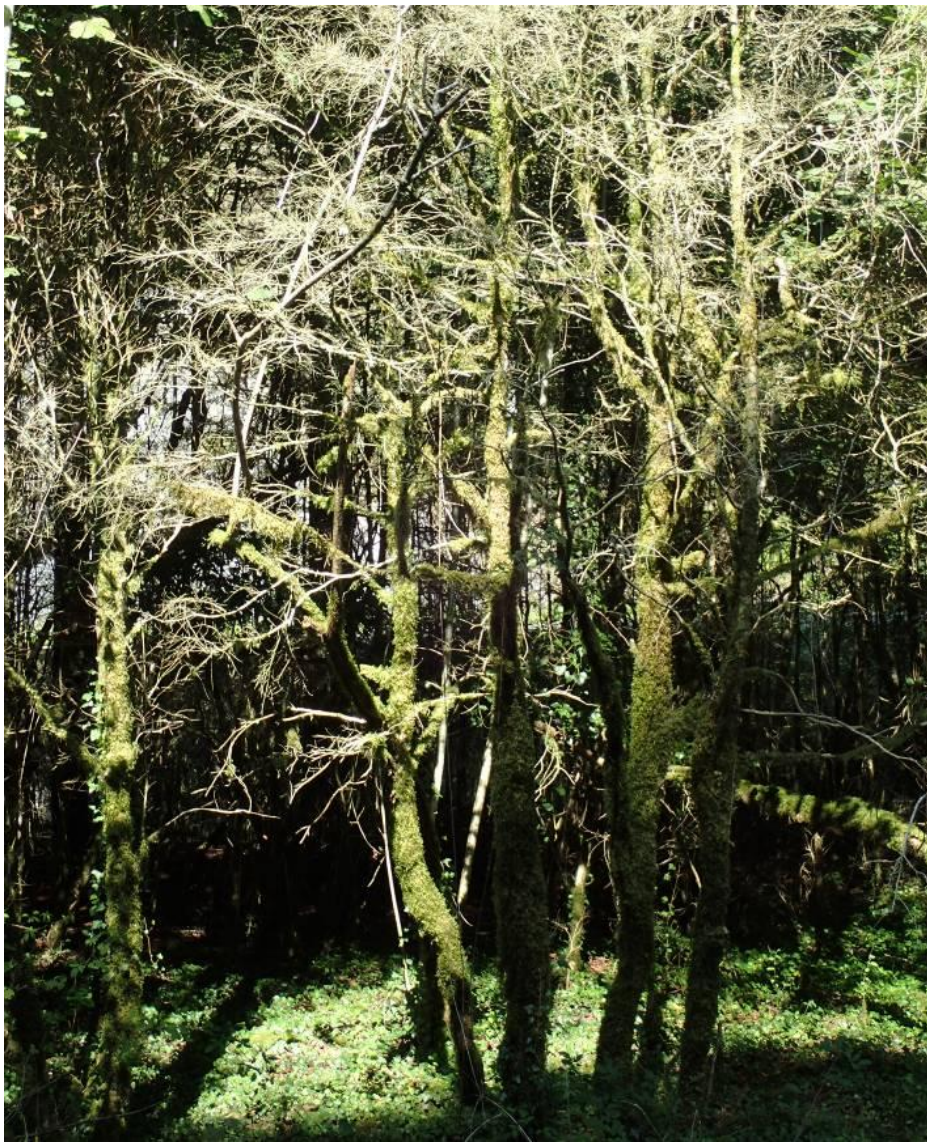


Figure 16 : Bryophytes épiphytes vivantes sur buis mort à Ferrières (65).
Photo CBNPMP/M. Infante.

Figure 17 : La présence de mousses autour des troncs pourrait protéger partiellement le buis. Photo CBNPMP/M. Infante.



Figure 18 : Masses de mousses épiphytes se détachant avec l'écorce morte des buis (Gourgue d'Asque 65). Photo CBNPMP/M. Infante.



Figure 19 : chute de buis de buis morts avec leurs épiphytes (Gourgue d'Asque, 65). Photo CBNPMP/M. Infante.



Figure 20 : manchons de mousses épiphytes mis en lumière par la qui les supporte (Gourgue d'Asque 65) ; pourront-elles survivre à long terme ? Photo CBNPMP/M. Infante.

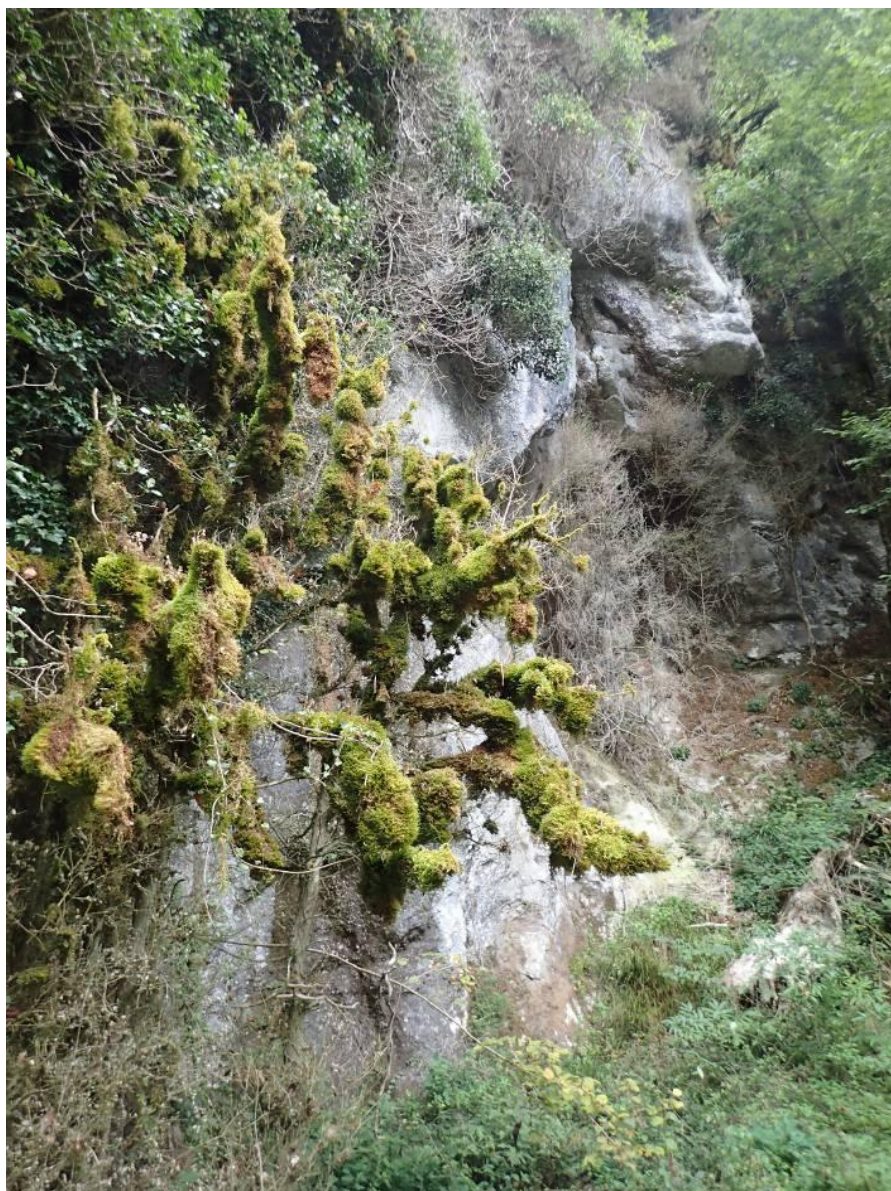


Figure 21 : mortalité partielle sur manchon de mousse épiphyte après défoliation du buis (Gourgue d'Asque, 65). Photo CBNPMP/M. Infante.



Figure 22 : les écorces de buis couvertes par les Bryophytes sont épargnées par les chenilles de Pyrale qui ne consomment pas les bryophytes (Pibeste N, 65). Photo CBNPMP/M. Infante.



Figure 23 : Ouverture du sous-bois après la défoliation des buis par la Pyrale, la lumière pénètre plus intensément jusqu'au sol (Pibeste N 65). Photo CBNPMP/M. Infante.



II.4 Bibliographie relative aux Bryophytes épiphytes du Buis

BARKMAN J.J. 1958 — *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. 628 p. Van Gorcum, Assen.

CELLE J. 2019. *Mousses épiphytes d'Auvergne et autres bryophytes corticales: guide technique*. Conservatoire botanique national du Massif central. 76p.

DUCKETT J. 2008 — Epiphyllid and epifungal liverworts on Hampstead Heath, London. *Field Bryology* 95 : 8-10.

FRAHM J.-P. 2008 — Die Zunahme von epiphytischen Hängemoosen in Europa am Beispiel einer Lokalität in den Vogesen. *Archive For Bryology* 35, 10 p.

HERAS P. & INFANTE M. 2003 — *Etude de la répartition de diverses espèces de bryophytes sur les secteurs d'Aure (Barroude) et de Luz (Ossoue). Rapport final*. Parc National Des Pyrénées-Université de Valencia, Convention n°. 2003-14 S. 143 p.

HERAS P., INFANTE M., OBAMA C. & GASCOIGNE A. 2002 — La vegetación de la isla de Annobón (Guinea Ecuatorial). *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava* vol. 17: 115-123.

IGNATOV M. S., E. A. IGNATOVA, T. V. AKATOVA & N. A. KONSTANTINOVA 2002 — Bryophytes of the Khosta' *Taxus* and *Buxus* forest (Western Caucasus, Russia). *Arctoa* 11 : 205-214.

INFANTE SÁNCHE, M. & HERAS PÉREZ P. 2007 — Briófitos (musgos y hepáticas) del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara. *Colec-ció Pius Font i Quer* 5. Diputació de Lleida – Institut d'Estudis Ilerdencs. 238 p.

INFANTE SANCHEZ M. 2011 — *Inventaire des écosystèmes forestiers remarquables du Parc naturel régional des Grands Causses. Etude des bryophytes*. CBNPMP – Conservatoire Botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées, 75 p.

INFANTE SANCHEZ M. 2016 — *Bryophytes de la Réserve naturelle régionale des Coteaux du Fel (Aveyron, France). Rapport final*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 37 p.

INFANTE SANCHEZ M. CORRIOL G.& Hamdi E. 2015 – La liste rouge d'espèces menacées de bryophytes en Midi-Pyrénées selon la méthodologie UICN – *Version finale*. Conservatoire botanique National des Pyrénées et Midi-Pyrénées, 66 p.

LARA F., R. GARILLETI & V. MAZIMPAKA 2000 — *Orthotrichum hispanicum* sp. nov. (Bryopsida, Orthotrichaceae), from eastern Spain. *Journal of Bryology*, 22 : 263-267.

PÓCS T. 1980. — The epiphytic biomass and its effect on the water balance of two rain forest types in the Uluguru Mountains (Tanzania, East Africa). *Acta Botanica Hungarica* 26: 143-167.

POCS T. 1982 — An epiphyllous liverwort community from the Caucasus mountains. *Bryologische Beitrage* 1: 13-22.

Porley R. D. 1996 — Follicolous *Metzgeria fruticulosa* on Box leaves in the Chiltern Hills, England , *Journal of Bryology*, 19:1, 188-189. DOI: 10.1179/jbr.1996.19.1.188

IV Les buxaies comme habitat singulier pour les champignons.

IV.1 Quels champignons dans les buxaies ?

Le genre *Buxus* n'est pas connu pour former des ectomycorhizes avec des champignons supérieurs, mais uniquement des endomycorhizes avec des champignons microscopiques. En conséquence, il est vain de rechercher des carpophores de champignons mycorhiziens liés au buis dans les buxaies. Tout au plus trouvera-t-on quelques champignons liés à des plantes compagnes ectomycorhiziennes comme le Noisetier (*Corylus avellana*), les Tilleuls (*Tilia* sp.) ou quelque chêne, hêtre, pin ou sapin présents çà ou là (*Quercus* sp., *Fagus sylvatica*, *Pinus* sp., *Abies alba*), par exemple parmi les genres *Inocybe*, *Hebeloma*, *Cortinarius*, *Russula*, *Lactarius*, *Hygrophorus*, *Tricholoma*, *Amanita*, *Helvella* ... Ainsi, les niches écologiques occupées par les champignons supérieurs (à carpophores visibles) dans les buxaies, sont essentiellement à rechercher parmi les champignons décomposeurs (saprotrophes) et les champignons endophytes, pouvant être plus ou moins parasites, sans qu'il y ait d'ailleurs une étanchéité complète entre ces types de fonctionnement physiologiques.

Le Buis est connu comme une espèce hébergeant naturellement un grand nombre d'espèces de champignons endophytes, sans que, pour la plupart d'entre eux, nous ayons une connaissance très précise de leur biologie et des liens entretenus avec leur hôte (entre symbiotisme et parasitisme).

Parmi les décomposeurs, on trouvera des communautés fongiques distinctes sur le bois mort, la litière et dans l'humus. Parmi ces compartiments, le dernier est peut être celui qui héberge les espèces les moins spécifiquement liées au Buis et pourtant le plus original et diversifié en espèces dans les Buxaies. Les champignons concernés se répartissent entre des Agaricales (au sens large :

champignons à lames), des Aphyllophorales (champignons sans lames, corticioïdes, clavarioïdes, etc...) et des Ascomycètes.

IV.2 Les champignons endophytes du Buis

Ellis & Ellis (1997 : 100-102) citent 15 espèces de micromycètes potentiellement endophytes du Buis, dont une rouille très commune mais faiblement pathogène *Puccinia buxi* DC., huit Pyrénomycètes (*Camarops lutea* (Alb. & Schw.) Nannf., *Gibberella buxi* (Fuckel) Winter, *Hyponectria buxi* (DC.) Sacc., *Microthyrium macrosporum* (Sacc.) Höhnelt, *Mycosphaerella buxicola* (DC.) Tomilin, *Nectria desmazieri* De Not. & Becc., *Pseudonectria rousseliana* (Mont.) Wollenw., *Rosellinia buxi* Fabre, les autres espèces étant des Deutéromycètes (formes asexuées, ou champignons imparfaits).

Figure 24 : *Nectria desmazieri*, un Ascomycète parasite strictement lié au Buis, produisant ici ses périthèces rouges d'environ 0,2 mm (forme sexuée) à la surface d'une branchette morte. Photo G. Corriol, à Gerde (65).

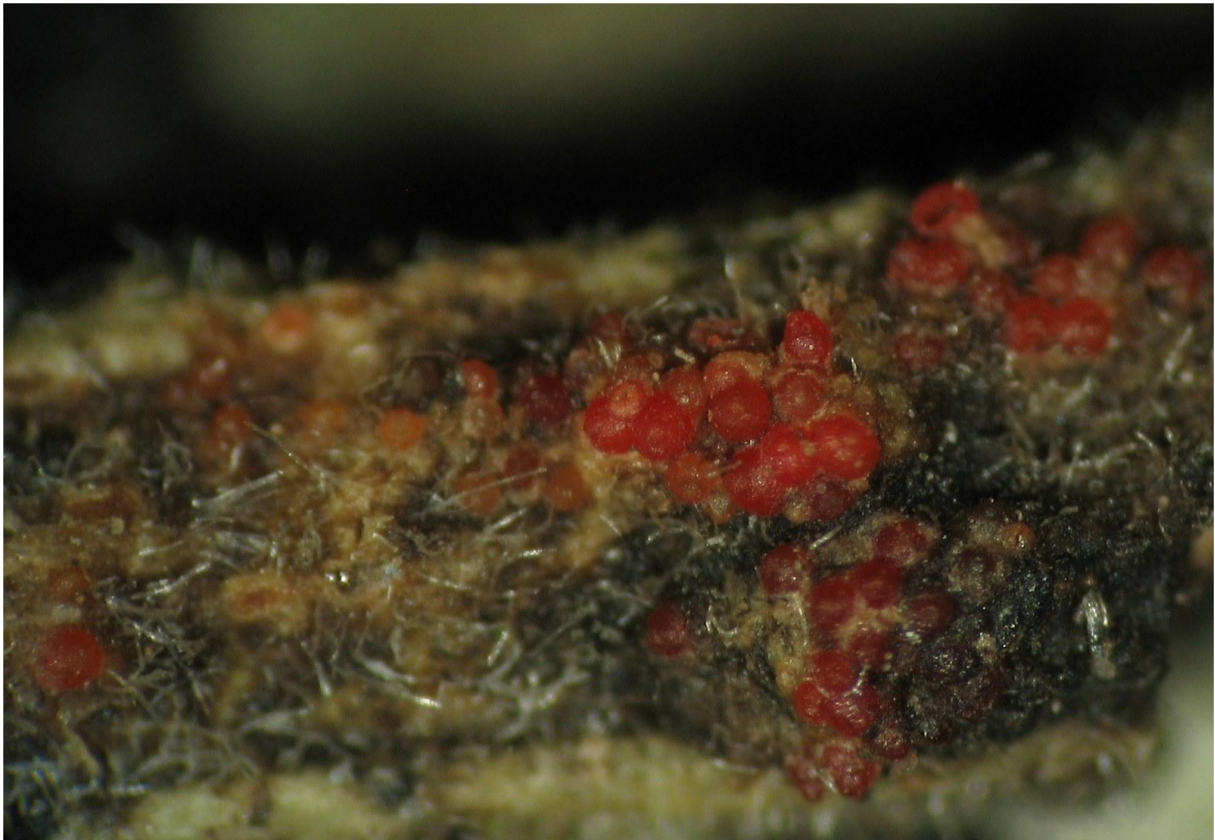


Figure 25 : un périthèce de *Nectria desmazieri* vu sous le microscope, montrant son orifice apical poilu, d'où sont éjectées les spores matures.



Muntañola-Cvetković *et al.* (2001, 2002), dans deux publications traitant spécifiquement des champignons endophytes du Buis, inventorient en Catalogne 58 espèces, dont 33 Deutéromycètes, 20 Ascomycètes et 5 Basidiomycètes. Parmi les espèces d'Ascomycètes non citées par Ellis & Ellis (1997), ils rapportent *Diaporthe buxicola* Sacc., *Didymella* cf. *buxicola* Sacc., *Discophaerina miribelii* (Aa) Sivan., *Dothidea puccinioides* (DC.) Fr., *Hysterium acuminatum* Fr. : Fr., *Hysterium pulicare* Pers. : Fr., *Julella* aff. *buxi* Fabre, *Lasiosphaeria strigosa* (Alb. & Schwein.) Sacc., *Montagnula* sp., *Nectria coccinea* (Pers. : Fr.) Fr., *Rhytidisteron histerinum* (Dufour) Samuels & E. Müll., *Teichospora buxi* Fabre, *Thyridaria rubronotata* (Berk. & Broome) Sacc.

Figure 26 : *Rhytidhysteron histerinum*, un Ascomycète caractéristique du Buis, formant des petites coupes rougeâtres de quelques mm, bordées de noir sur les branchettes mortes. Photo CBNPMP/G. Corriol, Aragon (E).



Mais la diversité réelle des champignons endophytes du Buis est bien supérieure encore à ce que l'on connaît, comme l'illustre par la découverte récente par Jacques Fournier, sur Buis en Ariège, d'un Ascomycète inconnu, publié en 2012 comme une espèce nouvelle, sous le nom de *Nectria mariae* Fournier, Lechat, Rossman & P.Chaverri, (Hirooka *et al.*, 2012 : 69). Quelques années antérieurement, c'est Jean Vivant qui découvrait sur des Buis de la vallée d'Aure dans les Hautes-Pyrénées, un champignon Ascomycète buxicole inconnu : *Thyridaria aurantiolutea* M.E. Barr & Vivant (Barr, 2003 : 276 ; Vivant, 2004).

IV.3 Les champignons saprotrophes lignicoles et de litière dans les buxaies.

On trouve parmi ces décomposeurs quelques espèces spécifiquement liées au Buis. On citera particulièrement les champignons corticioïdes (formant des croutes) : *Acanthophysellum buxicola* (Boidin & Lanq.) Boidin & Gilles (Boidin *et al.*, 1985 : 359), *Dendrothele acerina* f. *buxi* inval. (Duhem 2013 : 8) et *Peniophora proxima* Bres. (Bourdot & Galzin, 1913 : 402), qui poussent spécifiquement

sur le bois mort de Buis. De nombreux autres champignons Aphyllophorales plus ubiquistes sont également susceptibles de se trouver sur le bois de Buis en décomposition.

Figure 27 : *Peniophora proxima*, un champignon corticioïde qui pousse sur les branches mortes de Buis. Photo G. Corriol, à Gerde (65).



Parmi les espèces de la litière, deux espèces sont très spécifiques au Buis : un petit champignon à (quelques) lames, *Marasmius buxi* Fr., connue également sur *Buxus balearica* (Antonín & Noordeloos, 2010 : 62), et une miniature de clavaire, *Typhula buxii* Maire (Olariaga *et al.*, 2007). D'autres espèces détriticoles ubiquistes sont susceptibles d'être rencontrées dans la litière de Buis, parmi les genres *Mycena*, *Hemimycena*, *Marasmius*, *Marasmiellus*, *Mycenella*, *Collybia*, *Pluetus*, *Psathyrella*, *Coprinopsis*, etc ...

Figure 28 : *Marasmius buxi*, petit champignon à lames, spécifique de la litière de Buis. Photo G. Corriol



Figure 29 : *Typhula buxi*, un autre champignon spécifique de la litière du Buis. Photo Ibai Olariaga.



IV.4 Les champignons saprotrophes d'humus (humicoles) dans les buxaies.

Des communautés fongiques (mycocénoses) très originales et diversifiées se développent dans les humus particuliers formés sous les denses buxaies, à partir de leur litière à décomposition lente, et dans des conditions microclimatiques très tamponnées par la densité de la couverture végétale sempervirente. Elle ont attiré l'attention de certains mycologues (Moyné *et al.*, 2007, Corriol, 2006a,b, 2013, Corriol & Vivant, 2010 ...). Leur composition singulière est marquée par la présence concomitante d'un contingent important d'espèces humicoles appartenant aux familles suivantes de Basidiomycètes : Agaricaceae, Clavariaceae, Entolomataceae, Hygrophoraceae, Tricholomataceae. Parmi les Ascomycètes, il faut ajouter les familles des Geoglossaceae, Leotiaceae et dans une moindre mesure Pezizaceae. Pour les Hygrophoraceae, un caractère endophytique racinaire n'est pas à exclure pour certaines espèces (Halbwachs *et al.*, 2013).

Figure 30 : *Ramariopsis clavuligera*, une parmi les nombreuses espèces de petites Clavaires qui peuplent l'humus des buxaies. Photo G. Corriol, à Asté.



Parmi ces familles, les genres particulièrement concernés sont, pour les Basidiomycètes : *Agaricus*, *Albomagister*, *Camarophylloopsis*, *Clavaria*, *Clavulinopsis*, *Cuphophyllus*, *Cystolepiota*, *Dermoloma*, *Echinoderma*, *Entoloma*, *Hodophilus*, *Hygrocybe*, *Lepiota*, *Leucoagaricus*, *Melanophyllum*, *Pseudobaeospora*, *Ramariopsis*, *Rhodocybe*, auxquels on peut ajouter les genres *Geastrum* (Geastraceae) et *Limacella* (Amanitaceae). Et pour les Ascomycètes : *Geoglossum*, *Microglossum*, *Peziza*, *Trichoglossum*. Voir notamment : Adamčík *et al.* (2018), Arauzao (2011), Arauzo & Iglesias (2014, 2018), Dubus (2014), Moingeon & Moingeon (2004), Olariaga Iburguren (2009).

Figure 31 : *Dermoloma atrocinerum* (avec à gauche la Clavaire jaune *Clavulinopsis corniculata*), en troupe dense perçant la litière de Buis. Photo G. Corriol, à Bagnères-de-Bigorre.



Au niveau écologique, on peut partitionner ces genres en deux groupes. Un groupe de saprotrophes humicoles d'accumulation de litière, favorisé par la décomposition lente de l'épaisse litière de buis et la richesse en matière organique assimilable (particulièrement sur roche carbonatée ou l'activité biologique est stimulée par la richesse en bases échangeables). Il s'agit particulièrement des genres d'Agaricaceae (*Agaricus*, *Cystolepiota*, *Echinoderma*, *Lepiota*, *Leucoagaricus*, *Melanophyllum*), des *Geastrum* et *Limacella*.

Figure 32 : *Echinoderma echinaceum*, une Lépiote parmi celles profitant des épaisses accumulations de matière organique au sol des buxaies. Photo G. Corriol



Et un groupe d'espèces humicoles que nous supposons peu compétitives et liées à des habitats à longue stabilité des conditions écologiques (hypothèse déjà formulée dans Corriol, 2006a). Ce dernier groupe pourrait être favorisé (i) par la stabilité des conditions microclimatiques sous canopée de Buis, (ii), par la longévité des végétations de buxaies, (iii), par la rareté ou l'absence des espèces ectomycorhizogènes dont les mycéliums pourraient entrer en compétition dans les horizons superficiels du sol. On trouve ici les Clavariaceae, Entolomataceae, Geoglossaceae, Hygrophoraceae, Leotiaceae, Tricholomataceae. Dans cette dernière famille, un genre resté longtemps méconnu, et dans lequel il reste certainement encore des espèces à décrire, nous semble particulièrement remarquable, par la diversité en espèces (toutes rares à très rares), qui peuvent se développer dans l'humus des buxaies : le genre *Pseudobaeopsora*.

Figure 33 : parmi les Basidiomycètes peu compétitifs, le genre *Hodophilus*, récemment révisé avec la publication d'une dizaine d'espèces nouvelles dont celle ici illustrée : *H. anatinus*. Photo G. Corriol, à Bagnères (65).



Figure 34 : *Pseudobaeopsora cyanea*, une rare et splendide espèce méconnue observée dans deux buxaies des Hautes-Pyrénées. Photo G. Corriol, à Bagnères-de-Bigorre.



Parmi tous ces genres, représentant potentiellement plus d'une centaine d'espèces, les buxaiés accueillent de nombreuses espèces réputées rares à très rares. Telles par exemple *Rhodocybe obtusatula* et *Entoloma palumbinum* observés pour la première fois en France dans une buxaie de ravin des Hautes-Pyrénées (Corriol, 2013 et inéd.). Ou encore plusieurs espèces connues dans des buxaiés des Hautes-Pyrénées ayant été évaluées menacées ou proches des critères de menaces UICN dans le cadre de la réalisation de la liste rouge des champignons de Midi-Pyrénées (Corriol, 2014). Telles sont notamment (avec leurs catégories de menace) : *Entoloma bloxamii* (EN), *Camarophylloopsis atrovelutina* (VU), *Clavaria atrobadia* (VU), *Entoloma dysthaloides* (VU), *Pseudobaeospora cyanea* (VU), *Ramariopsis crocea* (VU), *Ramariopsis minutula* (VU), *Rhodocybe obtusatula* (VU), *Hodophilus foetens* (NT), *Clavaria fumosa* (NT), *Clavulinopsis luteoalba* (NT), *Cuphophyllus berkeleyi* (NT), *Dermoloma nitens* (NT), *Dermoloma phaeopodium* (NT), *Entoloma prismatospermum* (NT), *Entoloma pseudocoelestinum* (NT), *Hydropus trichoderma* (NT), *Hygrocybe fornicata* (NT), *Hygrocybe nitrata* (NT), *Leucoagaricus georginae* (NT), *Microglossum nudipes* (NT), *Microglossum olivaceum* (NT), *Ramariopsis kunzei* (NT), *Ramariopsis pulchella* (NT), *Ramariopsis rufipes* (NT), *Rhodocybe caelata* (NT). Voir notamment Corriol & Hannoire (2018).

Figure 35 : *Microglossum olivaceum*, un Ascomycètes humicole peu commun, évalué NT dans la liste rouge Midi-Pyrénées. Photo G. Corriol.



Figure 36 : *Entoloma palumbinum*, une espèce inédite en France trouvée dans une buxaie de Bagnères-de-Bigorre. Photo G. Corriol.



En outre, ici aussi résident des espèces restées inaperçues au regard de l'homme comme le sont les deux seules représentantes du genre *Albomagister* récemment décrites en Europe : *Albomagister alesandrii* P.-A. Moreau, J.-M. Bellanger, S. Biancardini & F. Richard, et *Albomagister virgineus* Corriol & Jargeat, ce dernier décrit d'une buxaie des Hautes-Pyrénées (Corriol & Jargeat, 2018). D'autres restent encore à décrire alors que la description massive des buxaies qui constituent un de leur habitat de prédilection pose déjà des questions de conservation.

Figure 37 : *Albomagister virgineus*, une espèce décrite en 2018, et connue à ce jour uniquement de la localité de sa description dans une buxaie à Bagnères-de-Bigorre, dans les Hautes-Pyrénées. Photo G. Corriol.



Figure 38 : cette espèce spectaculaire du genre *Hygrocybe* est inédite ; elle est connue à ce jour avec certitude de deux buxaies des Hautes-Pyrénées et une du Doubs. Photo G. Corriol, à Bagnères-de-Bigorre.



IV.5. Recherches bibliographiques sur les champignons liés aux buis et aux buxaies

Les recherches ciblées menées dans le cadre du projet ont confirmé notre première impression, à savoir que la littérature consacrée aux mycocoenoses des buxaies est relativement pauvre et très dispersée. La mobilisation des documentations du CBNPMP et du réseau des CBNs a permis d'identifier deux références seulement concernant la thématique.

Nous avons élargi nos recherches aux bases de données et portails en ligne publics internationaux pour y trouver des références bibliographiques complémentaires d'une part, et d'autre part pour obtenir un catalogue des taxons inféodés au Buis ou aux buxaies. Cependant la grande majorité des références répondant aux mots-clés choisis (détail dans le tableau Figure 39) concerne des champignons pathogènes du buis, rares sont celles qui traitent du caractère patrimonial ou de l'intérêt des communautés fongiques des buxaies.

Finalement la littérature pertinente capitalisée rassemble essentiellement des références bibliographiques déjà identifiées au fil de l'eau par le pôle d'expertise mycologique du CBNPMP. Elle figure au paragraphe IV.7.

Quant aux champignons liés au buis ou aux buxaies, nos recherches permettent de lister 90 taxons de champignons en France métropolitaine : 16 sont des endophytes exclusifs de *Buxus* spp., un décomposeur foliicole clavarioïde (*Typhula buxi* Maire), une agaricale décomposant les feuilles mortes du Buis (*Marasmius buxi* Fr., 1872), un mycoparasite (*Unguiculariopsis ravenelii* subsp.

hamata, parasite de *Rhytidhysterium hysterinum*, lui-même exclusif de *Buxus*, cf. paragraphe IV.2 Les champignons endophytes du Buis), trois corticioïdes strictement liés au Buis (citées dans le paragraphe IV.3 Les champignons saprotrophes lignicoles et de litière dans les buxaies), 10 d'entre eux ont potentiellement d'autres hôtes, et 51 ont de façon certaine des hôtes alternatifs.

Figure 39 : table de synthèse des recherches bibliographiques effectuées en ligne sur les champignons liés aux buis et aux buxaies

	Portail - Source	Date de consultation	Recherche par mot-clés	Résultat
Recherches de références bibliographiques sur la fonge (non pathogène) liée aux buis ou aux buxaies	Researchgate	25/11/2020	boxwood*fung*	Rien de pertinent
			boxwood*macromycete*	Rien de pertinent
			buxus*fung*	Rien de pertinent
			buxus*macromycete*	Rien de pertinent
			boxwood*diversity*	Rien de pertinent
	Google Scholar	25/11/2020	boxwood*macromycete*	Rien de pertinent
			boxwood*fung*	Rien de pertinent
			*fungus*buxus*	Rien de pertinent
			*fungi*buxus*	MITCHELL R., CHITANAVA S., DBAR R., KRAMARETS V., LEHTIJÄRVI A., MATCHUTADZE I., MAMADASHVILI G., MATSIAKH I., NACAMBO S., PAPAZOVA-ANAKIEVA I., SATHYAPALA S., TUNIYEV B., VETEK G., ZUKHBAIA M., KENIS M. 2018. Identifying the ecological and societal consequences of a decline in Buxus forests in Europe and the Caucasus. <i>Biol Invasions</i> . 20:3605–3620, doi:10.1007/s10530-018-1799-8.
			*fungi*buxus* 1800-2010	Rien de pertinent
			*buxaie*fonge*	Rien de pertinent
			*buxaie*champignon*	Rien de pertinent
	Mycobank.org	25/11/2020	search Bibliography > title contains *bux*	Gams, W. 1968. Die systematische Stellung der Schimmelpilze <i>Fusidium buxi</i> und <i>Verticillium candelabrum</i> . <i>Acta Botanica Neerlandica</i> . 17:455-460
				Sutton, B.C. 1972. <i>Wakefieldia punctata</i> Arnaud and <i>Blennoria buxi</i> Fr. sensu Arnaud. <i>Transactions of the British Mycological Society</i> . 59(2):285-294
				Wang, Y.Z.; Hyde, K.D. 1999. <i>Hyponectria buxi</i> with notes on the Hyponectriaceae. <i>Fungal Diversity</i> . 3:159-172
				Henricot, B.; Culham, A. 2002. <i>Cylindrocladium buxicola</i> , a new species affecting <i>Buxus</i> spp., and its phylogenetic status. <i>Mycologia</i> . 94(6):980-997
				Allegrucci, N.; Cazau, M.C.; Cabello, M.N.; Arambarri, A. 2004. <i>Thozetella buxifolia</i> sp. nov., a new hyphomycete from Argentina. <i>Mycotaxon</i> . 90(2):275-279
				Hoyo, P.; Gómez-Bolea, A. 2004. <i>Suttoniella arnaudii</i> sp. nov. (Coelomycetes) on dead leaves of <i>Buxus sempervirens</i> . <i>Mycotaxon</i> . 89(1):39-45
				Liu, X. Y.; Xie, X. M.; Duan, J. X. 2007. <i>Colletotrichum yunnanense</i> sp. nov., a new endophytic species from <i>Buxus</i> sp. <i>Mycotaxon</i> . 100:137-144
				Etayo, J. 1993. <i>Phaeographina buxi</i> , a new genus and species for the European lichen flora. <i>The Lichenologist</i> . 25(2):115-119
Luginbühl, M.; Müller, E. 1980. Endophytische Pilze in den oberirdischen Organen von vier gemeinsam an gleichen Standorten wachsenden Pflanzen (<i>Buxus</i> , <i>Hedera</i> , <i>Ilex</i> , <i>Ruscus</i>). <i>Sydowia</i> . 33:185-209				
Olariaga, I.; Hoyo, M.P.; Gómez-Bolea, A.; Salcedo, I. 2007. Typification and description of <i>Typhula buxi</i> . <i>Mycotaxon</i> . 100:27-35				
Lechat, C.; Fournier, J. 2010. <i>Nectria mariae</i> a new species of Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes) on <i>Buxus sempervirens</i> in southern France, with a an account of known hypocrealean fungi occurring on this plant in southern Europe. <i>Mycotaxon. Studies in Mycology</i> 71:1-210				
Ma, F.J; Sun, B.N;Wang Q.J; Dong J.L; Yang G.L; Yi Y. 2015. A new species of <i>Meliolinites</i> associated with <i>Buxus</i> leaves from the Oligocene of Guangxi, southern China. <i>Mycologia</i> . 107(3):505-511				
Sadiqullah, A.I.; Fiaz, M.; Afshan, N.S.; Khalid, A.N. 2014. A new report of <i>Uromyces ambiens</i> on <i>Buxus</i> from Pakistan. <i>Mycotaxon</i> . 129(2):429-432				

				Mirabolfathy M, Ahangaran Y, Lombard L, Crous PW. 2013. Leaf blight of <i>Buxus sempervirens</i> in northern forests of Iran caused by <i>Calonectria pseudonaviculata</i> . <i>Plant Disease</i> . 97:1121
Recherches de taxons liés au buis ou aux buxaies, et des occurrences de ces taxons en France métropolitaine	Index Fungorum in GBIF	25/11/2020	Database of occurrences of Fungi in Europe	Une seule référence : Oliveira P (2019). Macromycetes in Portugal Update. Version 1.9. CIBIO (Research Center in Biodiversity and Genetic Resources) Portugal. Occurrence dataset https://doi.org/10.15468/9gsdur accessed via GBIF.org 2020-11-25. Mais pas de champ "hôte".
	Index Fungorum in GBIF	25/11/2020	Taxon contient *bux*	121 taxons retenus (avec référence de la source) -> cf. table "Taxons du buis"
	Fongibase.fr Inventaire national	25/11/2020	Hôte = "Buxus sempervirens" OU "Buxus sp."	68 occurrences en France métropolitaine -> cf. table "Taxons du buis"
	TAXREF V12	so	Taxon contient *bux*	28 taxons présents en France métropolitaine -> cf. table "Taxons du buis"
	Ascofrance.fr	25/11/2020	Hôte contient *bux*	47 occurrences en France métropolitaine -> cf. table "Taxons du buis"
	Mitchell et al. 2018	so	so	24 taxons présents en France métropolitaine -> cf. table "Taxons du buis"
	BDD saproxyliques (Corriol & Hannoire, v2018, inédit)	26/11/2020	tous champs contenant *bux*	aucune information supplémentaire par rapport à TAXREF V12

IV.6. Inventaires mycologiques de terrain et comparaison de buxaies vivantes et mortes

Les inventaires de terrain ont eu lieu lors des saisons automnales des années 2019 et 2020 par Laure Sirère, stagiaire en mycologie au CBNPMP, de l'université Paul Sabatier, et Carole Hannoire, chargée d'étude en mycologie au CBNPMP.

Les buxaies prospectées ont été ciblées selon plusieurs critères : une accessibilité et dangerosité réduite, la densité et hauteur des buis suffisantes, la présence d'essences ectomycorhizogènes variées (et habitats de fait), l'existence de données mycologiques antérieures au projet (pour l'axe 2 uniquement, voir la suite).

L'analyse des communautés fongiques dans le cadre de cette étude est décomposée dans la suite selon deux axes.

L'**axe 1** porte sur une comparaison synchronique des communautés fongiques, observées uniquement en 2019-2020, d'un lot de buxaies vivantes et mortes. Plus précisément, les deux types de buxaies qui ont été définis pour cet axe 2 sont les suivants :

- des buxaies **dépérissantes**, qu'on aurait pu qualifier de mortes car c'est le sentiment que l'on a lorsqu'on observe leur paysage, mais pour lesquelles un pourcentage important de buis présentait au moment de notre passage des rejets au tronc avec feuilles saines,
- et des buxaies **vivantes**, dont l'aspect général du houppier est dense et vert, mais qui pour la plupart présentait des atteintes de pyrales au moins localement. A priori les communautés fongiques de ces buxaies n'ont pas encore été impactées, ou de façon marginale.

En effet, bien que l'état sanitaire des buis suive en réalité un gradient, nous avons choisi de considérer deux modalités seulement, qui nous ont paru largement dominantes lors de nos prospections -les buxaies visitées étaient soit presque entièrement défoliées, soit quasi saines- et qui nous permettent de rassembler des relevés pour permettre une meilleure interprétation.

L'**axe 2** porte sur l'étude **diachronique** d'une buxaie récemment défoliée dans laquelle on dispose d'observations « anciennes ». Il s'agit des ravins des Génies de Saint-Pé-de-Bigorre.

Comme souvent en mycologie, une difficulté principale a été rencontrée. L'absence de poussée significative lors de la saison 2020 ne nous a pas permis de clore l'échantillonnage programmé, et ce malgré la veille des poussées sur un large pas de temps (septembre à fin novembre).

IV.6.1. Axe 1 : étude mycologique synchronique des buxaies vivantes et mortes

Les relevés de prospection exploités pour cet axe ont été réalisés uniquement dans le cadre du projet. 150 taxons ont été identifiés. La table d'occurrence des taxons figure après l'analyse patrimoniale : tableau 2.

En préambule, notons bien que les relevés effectués sont basés sur la détection des sporophores, leur absence des relevés n'indique donc pas nécessairement leur absence des biotopes parcourus. Les prospections réalisées par l'auteur de cette partie (CH) nous sont apparues très pauvres, les recherches de sporophores laborieuses, et les récoltes effectuées en petit nombre d'exemplaires. Il n'y a de toute évidence pas eu de poussée significative dans les deux buxaies surveillées et parcourues (CH) en 2020. Cette absence de poussée peut indiquer deux choses : que les conditions météorologiques ont été particulièrement défavorables, ce qui est possible, et/ou que la défoliation et le dépérissement des buis a déjà un impact notable sur l'émergence des sporophores, et/ou sur la

survie des mycéliums, parties pérennes des champignons immergées dans les substrats. La destruction massive des houpiers a bouleversé les conditions microclimatiques, asséchant les sols et intensifiant les contrastes de températures autrefois tamponnées. Notre avis est que ce changement radical des conditions a de toute évidence un impact énorme sur les processus d'émergence des sporophores, qui suffirait à expliquer l'absence de poussée significative.

Analyse patrimoniale

Malgré tout, ces prospections ont permis de mettre en évidence la présence d'espèces menacées de la liste rouge des champignons de Midi-Pyrénées (Corriol *et al.* 2014). Quatre sont vulnérables et six quasi-menacées : *Dermoloma cuneifolium* [NT], *Entoloma dichroum* [VU], *Entoloma tjallingiorum* [NT], *Hygrocybe punicea* [NT], *Lactarius acris* [NT], *Lepiota subalba* [NT], *Pluteus fenzii* [VU], *Pluteus luctuosus* [VU], *Pluteus umbrosus* [NT] et *Resupinatus applicatus* [VU]. *Lactarius acris* est une Russulaceae peu commune qui mycorhize les hêtres dominant la buxaie concernée. Quant aux autres espèces, elles profitent soit de la qualité des humus (cf. paragraphe IV.4 Les champignons saprotrophes d'humus (humicoles) dans les buxaies), soit de l'abondance et la diversité des petits bois morts de feuillus jonchant le sol.

Ces prospections ont également permis d'améliorer la connaissance de taxons méconnus en ex région Midi-Pyrénées, classés dans la catégorie [DD] « à données déficientes » : *Clavicornia taxophila*, *Conocybe subovalis*, *Cuphophyllus fuscescens*, *Entoloma aranaeosum*, *Entoloma kuehnerianum*, *Entoloma majaloides*, *Psathyrella albidula*, et *Xylaria filiformis*.

Il s'agit là en majorité de saprotrophes humicoles, ou de litière (*Xylaria filiformis*), à l'exception de *Cuphophyllus fuscescens* et *Hygrocybe mucronella*, qui pourraient être des biotrophes endophytes de plantes mais leur biologie est encore méconnue.

Les buxaies des Hautes-Pyrénées hébergent des taxons très originaux, certains ont été recensés pour la première fois en ex. région Midi-Pyrénées durant le projet (analyse basée sur *Flora pyrenaica*, base de données du CBNPMP) : *Lepiota poliochloodes*, *Peniophorella pertenuis* (du complexe *praetermissa*), *Conocybe juniana* var. *subsejuncta*, et *Marasmius minutus*, petit foliicole de la section *Hygrometrici*. Ce dernier a été trouvé dans deux des ravins à buis prospectés, à la Gourgue d'Asque et à la Tapère, semble-t-il sur feuilles de frêne décomposées. *Lepiota hymenoderma* D.A. Reid, 1966, découverte pour la première fois en Midi-Pyrénées sur la commune de Gerde en 2010 (Corriol & Hannoire (2018 : 110), et récemment observée en 2019 à la Génie Longue.

Figure 40 : occurrences des taxons de champignons inventoriés dans le cadre du projet, en buxaies dépérissantes et vivantes.

ETAT SANITAIRE BUXAIE	Mode trophique	Buxaies							SOMME OCCURRENCES
		<u>Ravin de la Tapère</u> (Bagnères-De-Bigorre)	<u>La Gourgue d'Asque</u> (Asque)	<u>La Génie Longue</u> (Saint-Pé-De-Bigorre)	<u>Col des Estrets</u> (Esparrros)	<u>Sapinière à sous-bois de Buis</u> (Tramezaïgues)	<u>Buxaie en bordure de prairie</u> (Tramezaïgues)	<u>Route du col de Spandelles</u> (Ferrières)	
ETAT SANITAIRE BUXAIE		DEPER.	DEPER.	DEPER.	VIV.	VIV.	VIV.	VIV.	
<u>Cuphophyllus fuscescens</u> (Bresadola) M. Bon	Bi?				1				1
<u>Cuphophyllus pratensis</u> (Pers. : Fr.) M. Bon	Bi?				1		1	1	3

Cuphophyllus virgineus (Wulfen : Fr.) Kovalenko	Bi?				1				1
Hygrocybe coccinea (Schaeff. : Fr.) Kumm.	Bi?						1		1
Hygrocybe mucronella (Fr.) P. Karsten	Bi?				1			1	2
Hygrocybe psittacina (J.C. Sch. : Fr.) Kummer	Bi?						1		1
Hygrocybe punicea (Fr. : Fr.) Kummer	Bi?							1	1
Hygrocybe reae (R. Maire) J.E. Lange	Bi?						1		1
Hygrocybe spectralis sp. ined.	Bi?				1				1
Mycena pseudocorticola Kühner, 1938	C		1						1
Boletus subappendiculatus Dermek, Lazebnick & Veselský	Ecm					1			1
Entoloma majaloides P.D. Orton	Ecm			1					1
Entoloma rhodopolium f. nidorosum (Fr.) Noordeloos	Ecm		1	1					2
Gastrum triplex Junghuhn	Ecm				1	1			2
Hydnum repandum L. : Fr.	Ecm						1		1
Hygrophorus eburneus (Bull. : Fr.) Fr.	Ecm	1		1					2
Inocybe cookei Bres.	Ecm		1						1
Inocybe nitidiuscula (Britzelmayer) Saccardo	Ecm					1			1
Inocybe subhirtella M. Bon	Ecm					1			1
Laccaria affinis (Singer) M. Bon	Ecm		1						1
Laccaria amethystina (Hudson ? Kummer) Cooke	Ecm			1					1
Lactarius acris (Bolt. : Fr.) S.F. Gray	Ecm			1					1
Russula mairei Singer	Ecm			1					1
Stephanospora caroticolor (Berk.) Patouillard	Ecm				1				1
Hypocreopsis rhododendri Thaxt.	Mp		1						1
Tremella aurantia Schwein. : Fr.	Mp	1							1
Galerina vittiformis (Fr.) Singer	Mu						1		1
Rickenella fibula (Bull. : Fr.) Raiithelhuber	Mu		1						1
Rickenella swartzii (Fr. : Fr.) Kuyper	Mu		1						1
Armillaria gallica Marxmüller & Romagn.	P	1							1
Armillaria mellea (Vahl : Fr.) Kummer	P						1		1
Agaricus silvicola (Vittadini) Peck	S		1						1
Clavulina coralloides (L. : Fr.) J.Schröt., 1889	S			1					1
Clitocybe fragrans (With. : Fr.) Kummer	S							1	1
Clitocybe phaeophthalma (Pers.) Kuyper, 1981	S		1						1
Clitopilus sp.	S	1							1
Collybia cirrhata (Pers.) Quélet	S					1			1
Collybia confluens (Pers. : Fr.) Kummer	S							1	1
Collybia cookei (Bresadola) J.D. Arnold	S					1			1
Collybia dryophila (Bull. : Fr.) Kummer	S			1				1	2
Coprinus impatiens (Fr. : Fr.) Quélet	S					1			1
Cortinarius largodelibutus R. Henry ex R. Henry	S					1			1
Cyathus striatus (Huds.) Willd., 1787	S	1							1
Entoloma kuehnerianum Noordel.	S	1							1

Entoloma tjallingiorum Noordel.	S		1					1
Hygrophoropsis aurantiaca (Wulfen : Fr.) R. Maire	S				1			1
Leotia lubrica (Scop.) Pers. : Fr.	S		1					1
Lepista irina (Fr.) Bigelow	S		1					1
Lepista nuda (Bull. : Fr.) Cooke	S						1	1
Lycoperdon perlatum Pers. : Pers.	S						1	1
Macrocyttidia cucumis (Pers. : Fr.) Joss., 1933	S	1						1
Marasmiellus perforans (Hoffm. : Fr.) Antonín, Halling & Noordeloos	S				1			1
Marasmius cohaerens (Pers. : Fr.) Cooke & Quélet	S					1		1
Marasmius minutus Peck, 1875	S	1	1					2
Marasmius setosus (Sowerby) Noordel.	S	1	1					2
Meotomyces dissimulans (Berk. & Broome) Vizzini	S	1						1
Mycena diosma Krieglsteiner & Schwöbel	S			1				1
Mycena filopes (Bull. : Fr.) Kummer	S		1					1
Mycena pura (Pers. : Fr.) Kummer	S	1			1		1	3
Mycena rosea (Bull. ? Pers.) Gramberg	S		1					1
Mycena sanguinolenta (Alb. & Schwein. : Fr.) Kumm.	S	1						1
Mycena speirea (Fr. : Fr.) Gillet	S	1	1	1				3
Mycena vitilis (Fr.) Quélet	S			1				1
Pholiotina arrhenii (Fr.) Singer	S		1					1
Pholiotina vestita (Fr.) Singer	S				1			1
Psathyrella albidula (Romagnesi) Moser	S				1			1
Ramaria flaccida (Fr. : Fr.) Bourdot	S					1		1
Stropharia caerulea Kreisel	S	1	1	1				3
Tremiscus helvelloides (de Candolle : Fr.) Donk	S					1		1
Xylaria filiformis (Alb. & Schwein. : Fr.) Fr.	S		1					1
Clavicornia taxophila (Thom) Doty	Sh		1					1
Clavulinopsis corniculata (Schaeff. : Fr.) Corner	Sh						1	1
Conocybe juniana var. subsejuncta Hauskn., 1999	Sh		1					1
Conocybe microspora var. microspora (Velen.) Dennis, 1953	Sh				1			1
Conocybe subovalis (Kühner) ex Kühner & Watling	Sh				1	1		2
Cystolepiota adulterina (F.H. Møller) Bon ex Bon	Sh	1						1
Cystolepiota seminuda (Lasch) Bon, 1976	Sh	1	1					2
Dermoloma cuneifolium (Fr. : Fr.) Singer ex Bon	Sh						1	1
Entoloma aranaeosum (Quélet.) Moser	Sh		1					1
Entoloma dichroum (Pers. : Fr.) Kummer	Sh						1	1
Entoloma hebes (Romagnesi) Trimbach	Sh						1	1
Helvella crispa (Scopoli) Fries	Sh			1		1	1	4

<i>Lepiota boudieri</i> Bres.	Sh	1							1
<i>Lepiota cristata</i> (Bolt. : Fr.) Kumm.	Sh	1	1						2
<i>Lepiota hymenoderma</i> D.A. Reid, 1966	Sh		1						1
<i>Lepiota poliochloodes</i> Vellinga & Huijser, 1993	Sh		1						1
<i>Lepiota subalba</i> Kühner ex P.D. Orton, 1960	Sh	1							1
<i>Melanophyllum haematospermum</i> (Bull. : Fr.) Kreisel	Sh	1	1						2
<i>Pluteus hispidulus</i> (Fr. : Fr.) Gillet	Sh		1						1
<i>Sericeomyces sericeus</i> (Cool) Contu, 1991	Sh		1						1
<i>Tarzetta catinus</i> (Holmskjöld) Korf & J.K. Rogers	Sh		1						1
<i>Agrocybe firma</i> (Peck) Singer, 1940	Sl		1						1
<i>Bertia moriformis</i> (Tode) De Not., 1844	Sl		1						1
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd. : Fr.) P.Karst., 1879	Sl		1						1
<i>Calycina citrina</i> (Batsch) Gray	Sl		1	1		1			3
<i>Chaetosphaerella phaeostroma</i> (Durieu & Mont.) E.Müll. & C.Booth, 1972	Sl	1	1						2
<i>Chlorociboria aeruginascens</i> (Nylander) Kanouse ex C.S. Ramamurthi, Korf & L.R. Batra	Sl		1			1			2
<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange, 1938	Sl		1						1
<i>Coprinus micaceus</i> (Bull. : Fr.) Fr.	Sl		1						1
<i>Crepidotus applanatus</i> (Pers.) Kummer	Sl		1						1
<i>Crepidotus cesatii</i> (Rabenh.) Sacc.	Sl	1							1
<i>Crepidotus mollis</i> (Schaeff. : Fr.) Staude, 1957	Sl	1							1
<i>Daedaleopsis tricolor</i> (Bull. : Fr.) Bondarzew & Singer	Sl	1	1						2
<i>Galerina autumnalis</i> (Peck) A.H.Sm. & Singer	Sl	1		1					2
<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner, 1935	Sl		1						1
<i>Henningsomyces candidus</i> (Pers. : Fr.) O. Kuntze	Sl			1					1
<i>Hymenochaete corrugata</i> (Fr. : Fr.) Lév.	Sl		1						1
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds. : Fr.) Kummer	Sl	1	1						2
<i>Hypoxylon fuscum</i> (Pers. : Fr.) Fr.	Sl	1	1						2
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schaeff.) Singer & A.H.Sm., 1946	Sl	1							1
<i>Marasmius alliaceus</i> (Jacq. : Fr.) Fr., 1838	Sl	1							1
<i>Mycena arcangeliana</i> Bresadola	Sl		1		1		1	1	4
<i>Mycena crocata</i> (Schrad. : Fr.) Kummer	Sl		1	1	1	1			4
<i>Mycena galericulata</i> (Scop. : Fr.) Gray, 1821	Sl	1	1						2
<i>Mycena haematopus</i> (Pers. : Fr.) Kummer	Sl	1	1	1					3
<i>Mycena polygramma</i> (Bull. : Fr.) S.F. Gray	Sl	1	1		1			1	4
<i>Oudemansiella mucida</i> (Schrad. : Fr.) von Höhnelt	Sl		1	1					2
<i>Peniophora proxima</i> Bres.	Sl		1						1
<i>Peniophorella pertenuis</i> (P. Karst.) Hallenb. & R.H. Nilsson	Sl		1						1
<i>Phlebia merismoides</i> (Fr. : Fr.) Fr.	Sl	1							1

Phlebia tremellosa (Schrad. : Fr.) Nakasone & Burds., 1984	SI	1							1
Phlebiella vaga (Fr. : Fr.) P.Karst., 1890	SI		1						1
Pholiota tuberculosa (Schaeff. : Fr.) Kumm.	SI			1					1
Physisporinus sanguinolentus (Alb. & Schwein. : Fr.) Pilát	SI	1							1
Plicaturopsis crispa (Pers. : Fr.) D.A. Reid	SI	1	1						2
Pluteus fenzlii (Schulzer) Corriol & P.-A.Moreau, 2007	SI		1						1
Pluteus hongoi Singer	SI		1						1
Pluteus luctuosus Boud., 1905	SI		1						1
Pluteus nanus (Pers : Fr.) Kummer	SI		1						1
Pluteus romellii (Britzelm.) Laplanche	SI	1	1						2
Pluteus salicinus (Pers. : Fr.) Kummer	SI		1						1
Pluteus umbrosus (Pers. : Fr.) Kumm.	SI	1	1						2
Polyporus picipes Fr., 1838	SI	1	1	1					3
Pycnoporus cinnabarinus (Jacq.) P.Karst., 1881	SI		1						1
Ramaria stricta var. violaceofincta (Bourdot & Galzin) Corner	SI			1					1
Resupinatus applicatus (Batsch : Fr.) Gray, 1821	SI		1						1
Sarcomyxa serotina (Pers. : Fr.) P.Karst., 1891	SI	1							1
Simocybe centunculus (Fr. : Fr.) P.Karst.	SI	1							1
Steccherinum ochraceum (Pers.) Gray, 1821	SI	1	1						2
Stereum hirsutum (Willd. : Fr.) Pers., 1800	SI	1	1						2
Stereum ochraceoflavum (Schw.) J.B. Ellis	SI	1		1					2
Stereum rugosum (Pers. : Fr.) Fr.	SI		1						1
Tectella patellaris (Fr.) Murrill, 1915	SI	1							1
Terana caerulea (Lamarck : Fr.) Kuntze, 1891	SI	1	1						2
Trametes hirsuta (Wulfen : Fr.) Pilát, 1939	SI		1						1
Trametes versicolor (L.) Lloyd, 1920	SI	1	1						2
Xerula radicata (Rehl. : Fr.) Dörfelt	SI			1					1
Xylaria hypoxylon (Linnaeus) Greville	SI	1				1	1	1	4
Xylaria polymorpha (Pers.) Grev., 1824	SI	1	1						2
Xylodon sambuci (Pers.) Tura, Zmitr., Wasser & Spirin, 2011	SI	1							1
C corticole		50	72	24	14	20	13	14	207
Mu muscicole									
Mp mycoparasite									
Ecm ectomycorhizien									
S saprotrophe									
Sh saprotrophe d'humus									
Sl saprotrophe lignicole									
P parasite de plante									
Bi? possiblement biotrophe									

Une première lecture rapide du tableau pourrait laisser penser que les buxaiés défoliés sont plus riches en champignons que les buxaiés vivantes (kaki dominant). Il n'en est rien. Le protocole

d'échantillonnage n'est pas suffisamment standardisé pour répondre à cette question. Il y a en effet deux biais majeurs empêchant cette analyse que sont l'effort de prospection inégal déployé sur chaque placette, ainsi que l'effet observateur loin d'être négligeable dans notre étude.

Par exemple, l'analyse de la répartition des Hygrophoraceae (excl. *Hygrophorus*) indiquerait leur disparition avec le dépérissement des buis. Cette hypothèse serait à conforter par une poursuite des inventaires et un suivi des placettes concernées.

En outre, il est tentant de conclure à partir de la table à une diversification des saprotrophes lignicoles suite au dépérissement des buis, ce qui ne serait pas illogique. En réalité la grande majorité des saprotrophes lignicoles inventoriés décomposent le bois mort d'autres ligneux que le buis, et nous ne pensons pas que le dépérissement des buis ait accru le dépérissement d'autres ligneux. En réalité, l'observateur 1 (CH) n'ayant inventorié que des placettes cibles de buxaies mortes, nous pensons que l'effet observateur peut expliquer à lui seul cette répartition des saprotrophes lignicoles dans la modalité « buxaies mortes ».

En résumé, ces inventaires de terrain ont permis de confirmer l'intérêt majeur des buxaies des Hautes-Pyrénées en termes de richesse des communautés de champignons. En revanche, seul un protocole d'échantillonnage plus standardisé et un suivi sur le moyen/long terme pourrait permettre de répondre fermement à la question de l'impact du dépérissement des buis sur les communautés fongiques.

IV.6.2. Axe 2 : étude diachronique d'une buxaie dépérissante

Nous avons choisi une buxaie récemment défoliée pour laquelle nous disposons d'un jeu de données intéressant et relativement « ancien », qui s'avère être la mieux connue du département du point de vue mycologique. Elle se situe dans les ravins des Génies de Saint-Pé-de-Bigorre, pour lesquelles le CBNPMP (Corriol, 2009) s'est investi dans un bilan des connaissances de la fonge, sur la base de données bibliographiques (Beller, Vivant) complétées de notes de terrain (Vivant), et de prospections de terrain de l'auteur.

Pour cette analyse, nous avons repris le tableau source annexé au rapport d'évaluation patrimoniale de 2009, qui constitue le socle de la connaissance de la fonge de ces ravins. Nous y avons ajouté les relevés mycologiques postérieurs aux attaques de Pyrale du buis. Nous avons volontairement cloisonné les périodes pré- et post-Pyrale en ignorant la date des attaques du pyrénomycète *Calonectria pseudonaviculata* pour notre interprétation, car les prospections effectuées au moment de cette attaque parasitaire ne mentionnent pas l'état de défoliation ni de dépérissement effectif.

Ce nouvel état des lieux porte à **700** taxons exactement le nombre de champignons macromycètes connus de ces ravins. Deux visites ont eu lieu après l'épidémie de Pyrale, l'une par le CBNPMP dans le cadre du projet (20+8 taxons), l'autre à l'occasion du congrès 2019 de la Société Mycologique de France (96 taxons). Dès lors 78 des 700 taxons connus des ravins ont été retrouvés (en vert dans la table), tandis que 37 viennent s'ajouter à la richesse spécifique (en rouge dans la table qui figure en annexe au présent rapport). Nous ne pensons pas que ces derniers se soient installés ou développés suite à l'épidémie ; il nous semble plus raisonnable de penser qu'ils sont passés inaperçus jusqu'en 2019.

Les seules 124 observations post-pyrales ont permis d'augmenter de 37 taxons le catalogue des champignons de ces ravins. C'est dire la richesse qu'il reste encore à y découvrir.

On ne peut bien sûr pas conclure à la disparition des taxons encore non retrouvés (restés en blanc dans la table). La pression d'observation entre les deux périodes définies est très inégale : 1966-2009 et 51 relevés contre 2019-2019 et 3 relevés. Une actualisation périodique de cet état des lieux pourrait permettre de maintenir une vigilance vis-à-vis de l'évolution des communautés fongiques du site.

IV.7. Bibliographie relative aux champignons des buxaies.

ADAMČIK S., DIMA B., ADAMČIKOVÁ K., CORRIOL G., LÆSSØE T., MOREAU P.-A., CABOŇ M. & JANČOVIČOVÁ S. 2018 — *Hodophilus phaeophyllus* complex (Clavariaceae, Agaricales) is defined as a new phylogenetic lineage in Europe. *Mycol. Progress* 19(2) : 111-125.

ANTONÍN V. & NOORDELOOS M.E. 2010 — A Monograph of marasmioid and collybioid fungi in Europe. IHW-Verlag, 478 p.

ARAUZO S. & IGLESIAS P. 2014 — La familia *Geoglossaceae* ss. str. en la península ibérica y la Macaronesia. *Errotari* 11 : 166-259.

ARAUZO S. & IGLESIAS P. 2018 — Estudios en el género *Hodophilus* (Clavariaceae). *Errotari* 15 : 314-340.

ARAUZO S. 2011 — Estudios en el género *Peudobaeopsora*. *Errotari* 8 : 14-37.

BARR M.E. 2003 — The affinities of *Thyridaria*. *Mycotaxon* 88 : 271-278

BOIDIN J., LANQUETIN P., GILLES G., CANDOUSSAU F. & HUGUENEY R. 1985 — Contribution à la connaissance des *Aleurodiscoideae* à spores amyloïdes (Basidiomycotina, Corticiaceae). *Bull. Soc. mycol. France* 101(4) : 333-367.

BOURDOT H. & GALZIN A. 1913(1912) — Hyménomycètes de France. (IV. — Corticiés : *Vuilleminia*, *Aleurodiscus*, *Dendrothele*, *Gloeocystidium*, *Peniophora*). *Bull. Soc. mycol. France* 28(4) : 349-409.

CORRIOL G & VIVANT J. 2010 — Évaluation patrimoniale des Génies de Saint-Pé-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées) sur des bases mycologiques. *Bull. Soc. mycol. Béarn* 115 : 19-52.

CORRIOL G. & JARGEAT P. 2018 — *Albomagister virgineus* sp. nov., a second species of *Albomagister* in Europe. *Current Research in Environmental & Applied Mycology* 8(2) : 162-171.

CORRIOL G. 2006a(2005) — Sur l'intérêt mycologique de certaines phytocénoses pyrénéennes. *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse* 141(2) : 83-89.

CORRIOL G. 2006b — La vieille buxaie du Candau d'Escurès (Arette, Pyrénées atlantiques), un site mycologique de grand intérêt. *Bull. Soc. mycol. Béarn*. 112 : 8-9.

CORRIOL G. 2013 — Les ravins humides du piémont nord-pyrénéen accueillent *Rhodocybe obtusatula* (nouveau pour la France). *Errotari* 10 : 34-44.

CORRIOL G. (coord.) 2014 — Liste rouge des champignons de Midi-Pyrénées. *Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées*, 20 p.

CORRIOL G. & HANNOIRE C. 2018 — Contribution à l'inventaire mycologique de Midi-Pyrénées (France). *Doc. mycol.* 37 : 3-170.

DENNIS R.W.G. 1968 — *British Ascomycetes*. J. Cramer, Stuttgart, 455 p.

DUBUS J.-P. 2014 — Contribution à l'étude des Clavariacées ss. lato en Mayenne. *Bull. Féd. Assoc. Mycol. de l'Ouest* num. spécial 2 : 3-53.

- DUHEM B. 2013 — Notule 2 – *Dendrothele* : corticiés à rechercher. *Rhizomorphes* 10 : 5-10.
- ELLIS M. B. & ELLIS P. 1997 — *Microfungi on land plants. An identification handbook. New enlarged edition.* The Richmond Publishing Co. Ltd., Slough, 868 p.
- HALBWACHS H., DENTINGER B.T.M., DETHERIDGE A.P., KARASCH P. & GRIFFITH G.W. 2013 — Hyphae of waxcap fungi colonise plant roots. *Fungal Ecology* 6 : 487-492.
- HIROOKA Y., ROSSMAN A. Y., SAMUELS G. J., LECHAT C. & CHAVERRI P. 2012 — A monograph of *Allantonectria*, *Nectria*, and *Pleonectria* (*Nectriaceae*, *Hypocreales*, *Ascomycota*) and their pycnidial, sporodochial, and synnematosus anamorphs. *Studies in Mycology* 71 : 1-210.
- HOYO P. & GÓMEZ-BOLEA P. 2004 — *Suttoniella arnaudii* sp. nov. (Coelomycetes) on dead leaves of *Buxus sempervirens*. *Mycotaxon* 89(1) : 39-45.
- HOYO P. & GÓMEZ-BOLEA P. 2003 — Contribución a los hongos que viven sobre *Buxus sempervirens*. XIV Symposium of Cryptogamic Botany. Murcia.
- MOINGEON S. & MOINGEON J. M. 2004 — Contribution à l'étude des *Geoglossaceae* à spores hyalines. *Miscellanea Mycologica* 80-81 : 25-35.
- MOYNE G., MOINGEON J.-M., MOINGEON S. & CHAILLET P. 2007 — Entre Charnay et Courcelles-les-Quingey : un paradis mycologique. *Bull. Soc. Hist. nat. Doubs* 91 : 13-40.
- MUNTAÑOLA-CVETKOVIC M., HOYO P., SIERRA D. & LLIMONA X. 2001 — Lesions i estructures fúngiques en arbustos espontanis de Catalunya. II. Sobre fulles i branquillons de *Buxus sempervirens*. *Revista catalana Micol.* 23 : 127-143.
- MUNTAÑOLA-CVETKOVIĆ M., HOYO P., SIERRA D. & LLIMONA X. 2002 — Lesions i estructures fúngiques en arbustos espontanis de Catalunya. III. Branques i troncs de *Buxus sempervirens*. *Revista catalana Micol.* 24 : 17-41.
- OLARIAGA I., HOYO M.P., GÓMEZ-BOLEA P. & SALCEDO I. 2007 — Typification and description of *Typhula buxi*. *Mycotaxon* 100 : 27-35.
- OLARIAGA IBARGUREN I. 2009 — The order Cantharellales in the Iberian Peninsula and the Balearic Island. PhD Thesis, Univ. País Vasco, 556 p.
- SUGNY D., ANTONY C., MOINGEON J.-M., THIERY F., VADAM J.C. 2015. Une maladie qui dévaste les buis : *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, Groenewald & Hill) L. Lombard, M.J. Wingf. & Crous. *Bull. Soc. Hist. Nat. Pays de Montbéliard*, 283 : 286.
- VIVANT J. 2004 — *Thyridaria aurantiolutea* M.E. Barr et J. Vivant, Ascomycète saprophyte sur Buis. *Bull. Soc. Myco. Landaise*, 29 : 29.

PARTIE 2 : MISE EN PLACE DE PLACETTES PERMANENTES DE SUIVI DE BUXAIES.

I. Protocole de suivi des Buxaies impactées par la Pyrale du Buis

I.1 Problématique :

L'impact de la Pyrale du Buis dans le département des Hautes-Pyrénées, entraîne une modification de ses paysages et pose des questions sur la stabilité des sols et sur les dynamiques végétales à venir.

Afin de mesurer les évolutions dans l'expression des végétations il est proposé d'installer un suivi sur plusieurs types de stations au sein de la RNR Massif du Pibeste-Aoulhet, impacté depuis deux à trois années.

I.2 Objectif :

Observation diachronique de l'évolution des végétations à *Buxus sempervirens* soumis à une attaque de Pyrale.

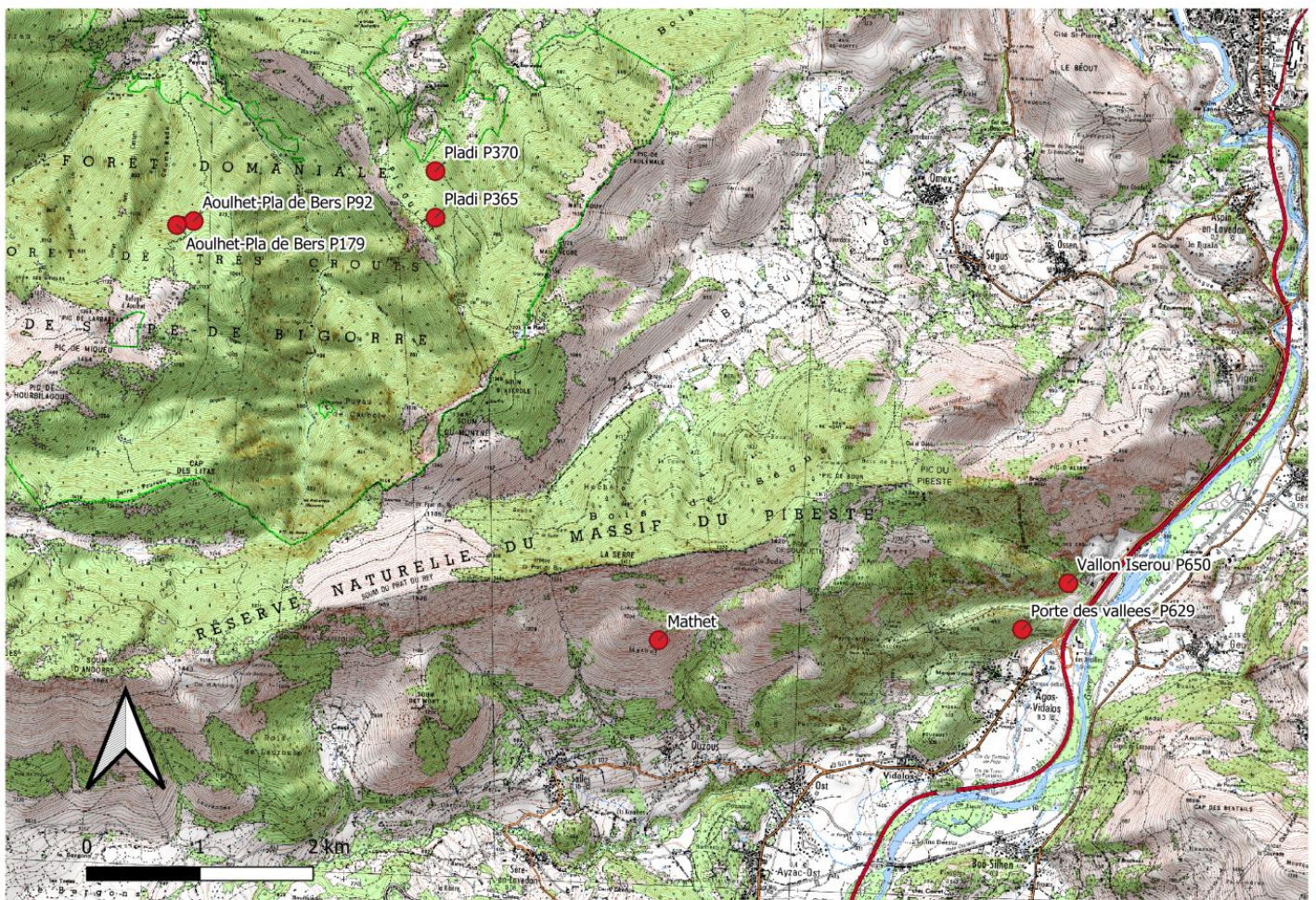
I.3 Méthodologie :

Localisation des sites à suivre

L'observation des dynamiques de buxaias demande d'envisager différents scénarios en fonction des conditions stationnelles. De ce fait, nous avons choisi d'établir un suivi par type de station présente sur la RNR Pibeste et si possible d'appréhender l'effet de l'altitude.

Après analyse des différents types de végétations à Buis, dans le périmètre de la RNR du Pibeste, nous avons retenu 7 sites.

Figure 41 : carte de localisation des placettesX mises en place dans le périmètre de la Réserve naturelles du Pibeste.



Type d'outil de suivi

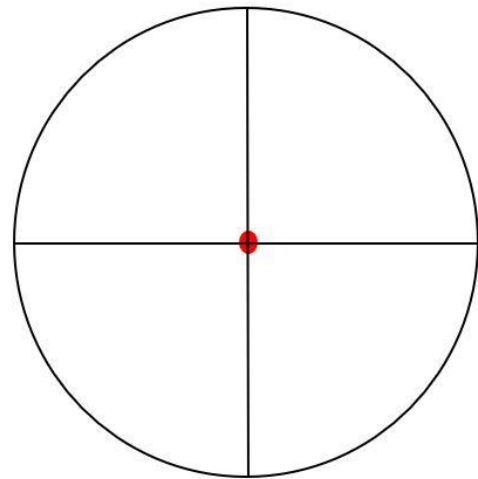
Le suivi des dynamiques végétales sur ce type de végétation se déroule sur le long terme et demande à observer les mêmes surfaces pour rendre compte des évolutions. Nous avons donc opté pour la mise en place de placettes permanentes.

La matérialisation et la localisation des placettes nous ont amené à nous rapprocher du dispositif PSDRF, d'autant plus, que ces deux dispositifs ont un recouvrement important des secteurs d'études potentiels.

Le système de marquage des placettes PSDRF étant déjà en place, cela a évité une autre matérialisation et a permis un gain de temps.

Leur matérialisation se fait par une borne métallique au centre d'une placette circulaire d'un rayon 50m.

Figure 42 : dispositif de marquage du centre de placette et schéma d'étude de la placette. Photo L. Olicard.



Surface des suivis

La structuration de cet habitat, de type arbustif ou arboré, nécessite une aire minimale de suivi supérieure à 600 m² tel que l'on peut le faire dans le cas de boisements, cela afin d'être en mesure d'évaluer toute la diversité qui pourrait potentiellement s'exprimer à l'avenir.

Nous avons ici retenu une surface de l'ordre de 1 256 m² pour un rayon de 20 m.

Les observations et mesures

Rappel de l'objectif du suivi :

Connaitre si une dynamique de régénération avec les mêmes espèces s'opère ou si de nouvelles espèces apparaissent créant une nouvelle dynamique végétale et conduisant à terme à une substitution des buxaies telles qu'on les connaît actuellement.

- Pour caractériser la placette à une échelle macro (composition globale), nous réalisons un relevé phytosociologique, qui nous permet d'avoir une image de la végétation en place par strate.
- Pour caractériser les dynamiques à une échelle micro (quantification et localisation des populations), nous réalisons un échantillonnage de la placette par point contact.

Cette méthode nous permet d'avoir une mesure de l'évolution de la structure de la végétation sur une ligne donnée ainsi que la fréquence des espèces rencontrées.

- Un point contact est réalisé tous les mètres, sur 4 lignes de 20 mètres, suivant les points cardinaux ; soit 80 points localisés par placette.

À chaque point sont relevés : les espèces contactées et leur hauteur.

Figure 43 : prises de mesures par points contact en buxaie sous couvert forestier. Photo L. Olicard.



Figure 44 : prises de mesures par points contact en buxaie arbustive plus ou moins ouverte. Photo CBNPMP/L. Olicard



Pour les contacts avec le Buis sont notés l'état de feuillaison lié aux dégâts causés par la Pyrale, selon les critères suivants :

- Feuillé au collet,
- Feuillé au rameau,
- Feuillé au rameau et collet,
- Buis non attaqué et folié,
- Buis attaqué non folié.

Figure 45 : notation des impacts de Pyrale sur les Buis ; à gauche, feuillé au collet ; à droite, feuillé aux rameaux. Photos CBNPMP/L. Olicard.



Figure 46 : notation des impacts de Pyrale sur les Buis ; à gauche, pied entièrement défolié ; à droite, dégâts sur écorce. Photos CBNPMP/L. Olicard.



Les dégâts sur les écorces n'ont pas été pris en compte, cela aurait été trop chronophage à mettre en place et difficilement évaluable (Cf. méthode ONF).

Dans certains cas le buis étant trop dense pour circuler nous avons réduit les longueurs des transects à 10 mètres ; pour compenser, nous avons fait 8 transects au lieu de 4, ce qui nous permet d'avoir le même nombre de points par placette.

Figure 47 : à gauche placette de buxaie lâche au Pladi ; à droite de buxaie dense au ravin d'Isérou. Photos CBNPMP/L. Olicard.



Figure 48 : placette de buxaie éparses à Mathet (Ouzous). Photo CBNPMP/L. Olicard.



II. Résultats

II.1 Localisation des stations :

Nom de la placette/N° placette PSDRF Coordonnées GPS (WGS 84 en décimales de degrés)

Porte des vallées N°629	43.0414	-0.069400
Vallon d'Isérou N°650	43.04521	-0.064590
Mathet / -	43.03942	-0.108710
Aoulhet-Pla de Bers N°92	43.07127	-0.160870
Aoulhet-Pla de Bers N°P179	43.0709	-0.162670
Pladi N°365	43.0723	-0.134700
Pladi N°370	43.0760	-0.134900

II.2 Relevés phytosociologiques des stations suivies :

NumStationCarte	Buxus-P02	Buxus-P365	Buxus-P370	Buxus-P629	Buxus-P650	Buxus-P92	BuxusP179
Date description jour	02/07/2019	25/07/2019	25/07/2019	19/06/2019	28/06/2019	10/07/2019	10/07/2019
commune	Ouzous	Saint-Pé-De-Bigorre	Saint-Pé-De-Bigorre	Agos-Vidalos	Agos-Vidalos	Saint-Pé-De-Bigorre	Saint-Pé-De-Bigorre
Localisation brute	Placette de suivi Buxus Post Pyrale. Mathet	Placette de suivi a Buxus Post Pyrale. Pladi	Placette de suivi Buxus Post Pyrale. P370 Pladi	Placette de suivi buxus Post Pyrale. Porte des vallées P629.	Vallon d'Iserou. Placette de suivi des dynamiques post Pyrale	Placette de suivi Buxus post Pyrale. Aoulhet. Pla de Bers	Placette de suivi buxus Post Pyrale. Aoulhet Pla de Bers. 179
Exposition	180	60	9	SE (150)	SE (140)	335	300
Altitude							
Pente	30-35°	64°	26°	61°	69.7°	45°	50°
Surface	500	500	500	500	500	500	500
RecVégétation	75	100	100	100	90	95	100
RecStrateArbres	0	90	95	60	85	90	90
RecStrateArbustes	80	35	40	95	75	80	90
RecStrateHerbacées	60	5	0	80	75	5	25
A	Buxus-P02	Buxus-P365	Buxus-P370	Buxus-P629	Buxus-P650	Buxus-P92	BuxusP179
Abies alba Mill., 1768						1	
Acer campestre L., 1753							1
Betula pubescens Ehrh., 1791						1	
Castanea sativa Mill., 1768							1
Fagus sylvatica L., 1753		5	5			4	3
Fraxinus excelsior L., 1753						1	1
Prunus avium (L.) L., 1755							1
Quercus pubescens Willd., 1805				4	5		

Quercus robur L., 1753							1
Tilia cordata Mill., 1768						1	3
Tilia platyphyllos Scop., 1771			1			1	2
Ulmus glabra Huds., 1762							+
A2	Buxus-P02	Buxus-P365	Buxus-P370	Buxus-P629	Buxus-P650	Buxus-P92	BuxusP179
Abies alba Mill., 1768	+						
Amelanchier ovalis Medik., 1793	+			2	1		
Buxus sempervirens L., 1753	4	3	3	4	4	5	5
Cornus sanguinea L., 1753					1		
Corylus avellana L., 1753	2	+			1		+
Crataegus monogyna Jacq., 1775					+		
Fagus sylvatica L., 1753			1				
Ilex aquifolium L., 1753		+					
Juniperus communis L., 1753					+		
Phillyrea angustifolia L., 1753				2			
Pistacia terebinthus L., 1753					1		
Rhamnus alaternus L., 1753				2			
Rhamnus alpina L., 1753	+						
Tilia platyphyllos Scop., 1771			+				
H	Buxus-P02	Buxus-P365	Buxus-P370	Buxus-P629	Buxus-P650	Buxus-P92	BuxusP179
Agrostis capillaris L., 1753	+						
Allium L., 1753	+						
Amelanchier ovalis Medik., 1793					1		
Anemone hepatica L., 1753				+	1		
Anthericum liliago L., 1753	1						
Anthyllis vulneraria subsp. boscii Kerguelen, 1987	1						
Asperula cynanchica L., 1753	1			1			
Asphodelus albus Mill., 1768				1	1		
Asplenium ruta-muraria L., 1753	+						
Asplenium trichomanes L., 1753							+
Betula L., 1753						+	

Brachypodium rupestre (Host) Roem. & Schult., 1817	2			2	2		
Briza media L., 1753	1						
Carex flacca Schreb., 1771				+	2		
Carex halleriana Asso, 1779				1			
Carex L., 1753							+
Clematis vitalba L., 1753	+						
Clinopodium alpinum (L.) Kuntze, 1891	+						
Cornus sanguinea L., 1753					1		
Corylus avellana L., 1753					+		
Cruciata laevipes Opiz, 1852	+						
Cytisus hirsutus L., 1753				1			
Dactylis glomerata L., 1753					1		
Dianthus hyssopifolius L., 1755				+	1		
Dryopteris affinis (Lowe) Fraser- Jenk., 1979							+
Erica vagans L., 1770	+						
Euphorbia dulcis L., 1753	+						
Euphorbia helioscopia L., 1753					+		
Festuca L., 1753	2			3			
Filipendula vulgaris Moench, 1794	+						
Fragaria vesca L., 1753	+						
Fraxinus L., 1753			+				
Fumana procumbens (Dunal) Gren. & Godr., 1847	+			1			
Genista hispanica L., 1753	2						
Geranium sanguineum L., 1753				+			
Globularia bisanagarica L., 1753				+			
Globularia nudicaulis L., 1753	1						
Hedera helix L., 1753					3	+	1
Helianthemum nummularium (L.) Mill., 1768	2						
Helichrysum stoechas (L.) Moench, 1794	2						

Hieracium L., 1753	+						
Hypericum perforatum L., 1753							+
Ilex aquifolium L., 1753		+					
Koeleria pyramidata (Lam.) P.Beauv., 1812	2						
Linum catharticum L., 1753	1						
Lonicera periclymenum L., 1753				1			
Ononis pusilla L., 1759	2						
Origanum vulgare L., 1753	+						
Polystichum setiferum (Forssk.) T.Moore ex Woyn., 1913							+
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879					+		
Quercus L., 1753					2		
Quercus pubescens Willd., 1805				+			
Rubia peregrina L., 1753	+			1	2		+
Rubus L., 1753					+		
Ruscus aculeatus L., 1753				+	1		
Scabiosa columbaria L., 1753	1						
Scilla bifolia L., 1753	1						
Sedum L.	+						
Stachys recta L., 1767				+			
Teucrium chamaedrys L., 1753	1			1	+		
Teucrium pyrenaicum L., 1753	1			1	+		
Thymus L., 1753				1			
Thymus praecox Opiz, 1824	1						
Thymus vulgaris L., 1753	1						
Tilia L., 1753							1
Vaccinium myrtillus L., 1753						+	
Vicia sepium L., 1753				+	2		
Vincetoxicum hirsutaria Medik., 1790	1			1	1		
Viola L., 1753		+			+	+	

III. Protocole de suivi des bryophytes dans Buxaies impactées par la Pyrale du Buis

III.1 Problématique :

Comme les bryophytes risquent d'être indirectement impactées par la Pyrale du Buis, trois placettes de suivi ont été installées dans des stations aux caractéristiques différentes, en complément du suivi général, pour permettre de vérifier les impacts perçus.

III.2 Objectif :

Observation diachronique de l'évolution des végétations bryophytiques épiphytiques sur *Buxus sempervirens* soumis à une attaque de Pyrale.

III.3 Méthodologie :

Localisation des sites à suivre

Trois stations ont été choisies parmi les lieux visités pour faire des relevés. Deux d'entre elles sont situées dans la réserve de Pibeste et coïncident avec deux des parcelles de suivi général ; et une troisième est située à Saint-Lary-Soulan.

Figure 49 : localisation des placettes de suivi bryophytique.

Station	Pibeste_N (Aoulhet-Pla de Bers N°P179)	Pibeste_S (Vallon d'Isérou N°650)	Rioumajou_1
Commune	Saint-Pé-de-Bigorre	Agos-Vidalos	Saint-Lary-Soulan
Toponyme	Peyras, Coume Rède	entrée au ravin d'Isère	sous la route d'Artigues
Habitat	Hêtraie-forêt mixte	Chênaie pubescente	Sapinière
Date	06/11/2019	06/11/2019	07/11/2019
Lat	43,07909	43,0414	42,784885
Long	-0.16267	-0.0694	0,305548
Alt	605	457	1080
ATTEINT	atteint	atteint	pas atteint
Confinement	non confiné	semi-confiné	non confiné
Type	intraforestière	intraforestière	intraforestière
Orientation	N	S	E

Surface des suivis

Compte tenu de la petite taille des bryophytes, nous avons ici retenu une surface de l'ordre de 314 m² pour un rayon de 10 m.

Les observations et mesures

Rappel de l'objectif du suivi : étudier si les bryophytes épiphytes présentent une faiblesse ou une mortalité suite à la défoliation du buis et à l'augmentation de la lumière et la réduction de l'humidité de l'air qui en résulte.

Une méthode simple a été choisie : dans un rayon de 10 m, 10 à 15 individus de buis sont examinés au hasard. Sur chacun de ces individus, les différentes espèces sont notées avec un indice de fréquence (R= rare, E= rare, C= abondant, CC= très abondant), ainsi que la hauteur atteinte par le

manchon des pleurocarpes depuis la base, la présence de masses de mousses suspendues et l'état du buis par la présence de bourgeons. Des observations si les bryophytes commencent à mourir ou au contraire si elles recolonisent les parties dégagées par les chenilles devront être notées aussi sur chaque individu.

Un suivi toutes les deux années est proposé.

III.4 Résultats :

Les résultats de l'état zéro des trois placettes sélectionnées sont présentés ci-dessous.

Figure 50 : placette de suivi des Bryophytes Pibeste N. Photo CBNPMP/M. Infante



Figure 51 : placette de suivi des Bryophytes Pibeste S. Photo CBNPMP/M. Infante.



Figure 52 : tableau de relevés de Bryophytes épiphytes, état zéro placette Pibeste N, obs. M. Infante & Béatrice Béranger 6/11/2019.

Buxus sempervirens Individu n° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RESUMÉ
Hauteur (m)	3.5	5.5	3	6.5	4.5	2.5	6	7.5	6	9	3.5	7.5	10	8	6	5.93
Diamètre (cm)	7,5	7	5	12	5	3	9	9	6	6	7	8	10	7	7	7.21
Atteint par pyrale (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui (100%)
Bourgeons : hauteur atteint (m)	3	5	2	6.5	3	2	3	2	4	3.5	3	4	4	6	5	3.73
Bourgeons : Fréquence (RR, E, C, CC)	E	C	E	CC	E	C	E	E	CC	E	CC	CC	CC	E	E	C (100%)
Bryophytes																
Pleurocarpes : présence (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui (100%)
Pleurocarpes : hauteur atteint (m)	1.5	2	1.8	1.7	1.4	1	3	1.6	1.2	1	1.3	2	3	1	1.6	1.67
Alleniella complanata	C		E	CC	C	E	E	E	C		E	C		C	R	C (80%)
Exsertotheca crispa	E	C	CC			E	E	E	CC		C	C	E	R	R	E (80%)
Isothecium alopecuroides				C	CC			CC	RR	C	CC		CC	R	E	C (60%)
Hypnum cupressiforme var. filiforme				R												RR (6.6%)
Ctenidium molluscum							E									E (6.6%)
Eurhynchium striatum				R												R (6,6%)
Thamnobryum alopecurum	R		RR	R						R	R		R	E		R (50%)
Acrocarpes	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Hépatiques	oui	non	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	non	oui	oui (66.6%)
Metzgeria furcata	R		RR		C	E	R	C	C				R		R	C (60%)
Radula complanata							R			E						R (13.3%)
Frullania dilatata	R		RR										R			R (20%)
Pendants sur branches	non	non	non	oui	non	non	oui	oui	non	non	non	oui	non	non	non	non (73.3%)
Pendants sur branches (long >5 cm; court <5 cm)				court			long	long				long				long
Alleniella complanata				oui			oui	oui				oui				oui
Exsertotheca crispa												oui				oui

Figure 53 : tableau de relevés de Bryophytes épiphytes, état zéro placette Pibeste S, obs. M. Infante & Béatrice Béranger 6/11/2019.

Buxus sempervirens Individu n° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RESUMÉ
Hauteur (m)	1.5	2.5	1.3	2	1.5	1.9	3	2	2	4	2.17
Diamètre (cm)	4	5	4	7	4	4	4	3	3	9	4.7
Atteint par pyrale (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui (100%)
Bourgeons : hauteur atteint (m)			0.9	0.2				1			0.7
Bourgeons : Fréquence (RR, E, C, CC)			E	RR				RR			R (30%)
Bryophytes											
Pleurocarpes : présence (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui (100%)
Pleurocarpes : hauteur atteint (m)	0.7	1.1	0.7	1.5	0.7	0.7	0.8	1	1.1	2.3	1.06
Alleniella complanata	E	CC	E	R	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC (100%)
Exsertotheca crispa		E			E		E	E			E (40%)
Homalothecium lutescens	E	R				E					R (30%)
Hypnum cupressiforme var. cupressiforme	R		E	R							E (30%)
Leptodon smithii	C						E				E (20%)
Leucodon sciuroides		R									R (10%)
Cryphaea heteromalla				R					C		R (20%)
Acrocarpes	oui	oui	non	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui (80%)
Orthotrichum sp.	R	CC		E		R	CC	E	R	R	E (80%)
Orthotrichum cf. pumilum		C									
Syntrichia papillosa		R		RR							RR (20%)
Hépatiques	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui	non	oui (80%)
Metzgeria furcata							R	E			R (20%)
Radula complanata	R	E	R	R		C			R		R (60%)
Frullania dilatata	R						R				R (20%)
Porella platyphylla	E			CC							C (20%)
Pendants sur branches	non	oui	oui	non	oui	non	non	oui	non	oui	non (60%)
Pendants sur branches (long >5 cm; court <5 cm)		long	court		court					long	court / long
Alleniella complanata			oui		oui					oui	oui
Exsertotheca crispa		oui									oui

Figure 54 : tableau de relevés de Bryophytes épiphytes, état zéro placette Rioumajou_1, obs. M. Infante 7/11/2019

Buxus sempervirens Individu n° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RESUMÉ
Hauteur (m)	2	2.2	3	1.7	3	2	2	2	3.5	1.8	2.32
Diamètre (cm)	4	5	4	4	5	3	3	3	9	3	4.3
Atteint par pyrale (oui/non)	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non (100%)
Bourgeons : hauteur atteint (m)											
Bourgeons : Fréquence (RR, E, C, CC)											
Bryophytes											
Pleurocarpes : présence (oui/non)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui (100%)
Pleurocarpes : hauteur atteint (m)	1,8	0,25	1	1,1	1	0,1	0,1	0,1	1,8	0,8	1
Alleniella complanata	CC	C	CC	CC	CC	C	C	C	CC	C	CC (100%)
Exsertotheca crispa	CC										C (10%)
Acrocarpes	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non (100%)
Orthotrichum sp.											
Hépatiques	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	non (70%)
Metzgeria furcata	RR	C									R (20%)
Radula complanata			E								E (10%)
Pendants sur branches	oui	non	non	non	non	non	non	non	oui	non	non (80%)
Pendants sur branches (long >5 cm; court <5 cm)	long								long		long
Alleniella complanata	oui								oui		oui
Exsertotheca crispa	oui										oui

PARTIE 3 : CARTOGRAPHIE ET TYPOLOGIE DES BUXAIES DU DEPARTEMENT DES HAUTES-PYRENEES.

I. Identification des buxaies par télédétection.

Afin de cartographier la répartition du buis nous avons utilisé l'analyse d'images satellite par télédétection.

La télédétection permet à travers différentes techniques de cartographier les végétations et en particuliers les massifs forestiers sur une grande échelle spatiale. Elle permet aussi d'analyser les évolutions dans le temps et ainsi détecter tout type de changement dans leurs développements. La télédétection se base sur l'analyse d'images satellites, qui captent les rayonnements émis par les différents types de végétation terrestre (caractéristique spectrale).

Dans le cadre de ce travail nous avons utilisé la technique de la classification supervisée. Cette classification se base sur des échantillons de référence (ou zones d'entraînement), représentant les végétations à classer. Ces données d'entraînement sont intégrées dans un algorithme permettant d'attribuer une classe à chaque pixel de l'image.

Les étapes du traitement sont les suivantes :

I.1 Collecte des images satellites et prétraitement :

Deux types d'images satellite ont été collectés :

- Des images à très hautes résolutions spatiales (THRS) captées à partir de deux types de satellite. Le premier est SPOT (satellite pour l'observation de la terre), avec une résolution spatiale de 6 m pour les images multispectrales (4 bandes spectrales) et 1,5 m pour les images à bande spectrale unique, appelées « image panchromatique ». Le deuxième satellite est RapiEye qui produit un seul type d'images multispectrales (à 5 bandes) de résolution 5 m.
- Des images à hautes résolutions spatiales (HRS) captées à partir du satellite Sentinel et qui ont une résolution spatiale de 10 m pour 4 bandes spectrales, 20 m de résolution pour 6 bandes spectrales et 60 m de résolution pour 3 bandes spectrales

Ce sont les images Sentinel qui donnent actuellement le meilleur résultat.

I.2 Création des zones d'entraînements :

Différentes sources d'information ont été utilisées pour créer les zones d'entraînements :

- Les observations terrain concernant les données de Buis enregistrées dans la base de données géolocalisées du CBNPMP
- Les images satellites acquises avant et après l'invasion de la pyrale (*cf. figures 34 et 35*). Dans le département des Hautes-Pyrénées les premières observations des effets de la pyrale ont été constatées sur les images à partir de 2018. Ces images ont permis de localiser les zones affectées par la pyrale et ainsi d'en déduire la présence de buis.
- Les données d'occupation du sol de l'OCS GE (IGN) couvrant tout le département, ont permis de créer des échantillons concernant les autres types de végétations se trouvant à proximité des buis tels que les feuillus, les conifères, les forêts mixtes, les landes et les prairies. Ces échantillons ont permis d'augmenter la précision lors de la modélisation de la répartition du buis.

Figure 55 : Cartographie des zones d'entraînements de buis à partir des secteurs affectés par la Pyrale à La Gourgue d'Asque.

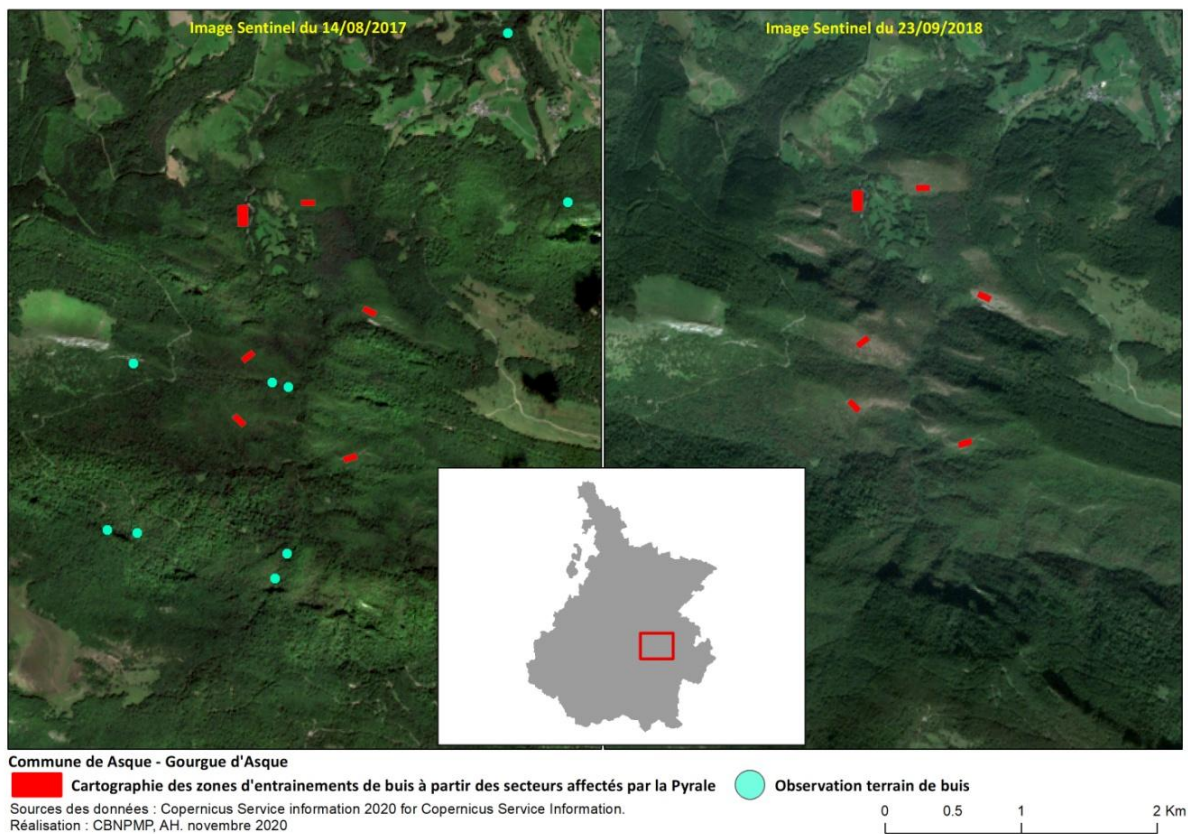
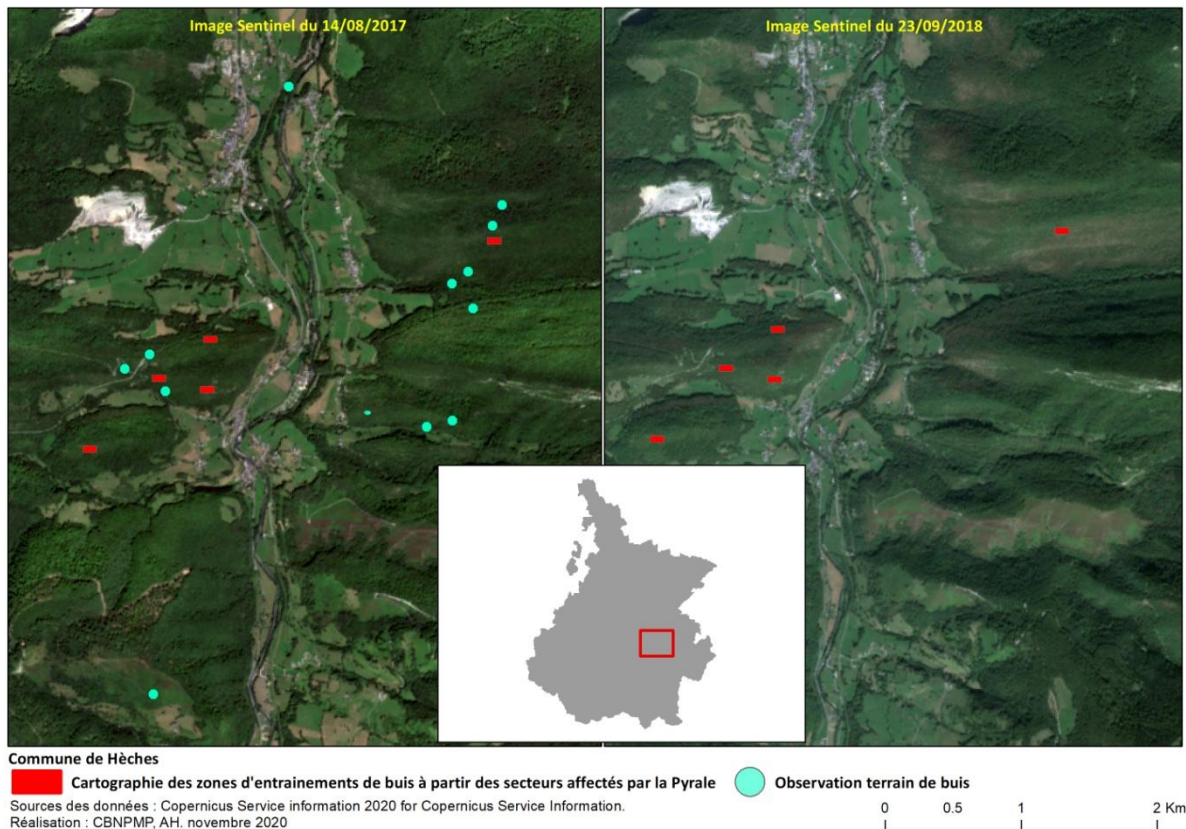


Figure 56 : Cartographie des zones d'entraînements de buis à partir des secteurs affectés par la Pyrale près de Hèches.



I.3 Evaluation de la séparabilité des signatures spectrales de ces zones d'entraînements :

L'évaluation de la séparabilité des signatures spectrales entre les zones d'entraînement du buis et des autres essences permet d'optimiser le résultat du traitement. Elle s'effectue :

- par l'analyse du chevauchement des nuages de points de chacune des classes des zones d'entraînements (cf. figure 36), dans des diagrammes bidimensionnels, en fonctions des bandes spectrales composant l'image.
- par le calcul d'un indice de séparabilité (Jeffries-Matusita)

Figure 57 : Ex. d'un diagramme bidimensionnel des nuages de points des classes des zones d'entraînements (buis – B_75, conifères-FC, feuillus-FF, forêts mixte-FM, prairies et landes – LL) en fonctions des bandes spectrales, bleu et proche infra-rouge, d'une image satellite RapiEye



I.4 Classification des images :

Deux types d'algorithmes ont été testés pour classifier les images :

- le maximum de vraisemblance
- Random Forest

La qualité de la classification a été évaluée grâce à la matrice de confusion (ou de confiance). Cette matrice confronte les données résultant de la classification et les données de validation (une partie des zones d'apprentissage qui n'ont pas été utilisées dans le modèle).

A ce stade d'étude, le meilleur résultat (cf. figures 37 et 38) est obtenu en utilisant l'image Sentinel prise le 14/08/2017 et la méthode de classification supervisée Random Forest.

Figure 58 : Buis identifiés à partir d'une image Sentinel du 14/08/2017 près de Campan.

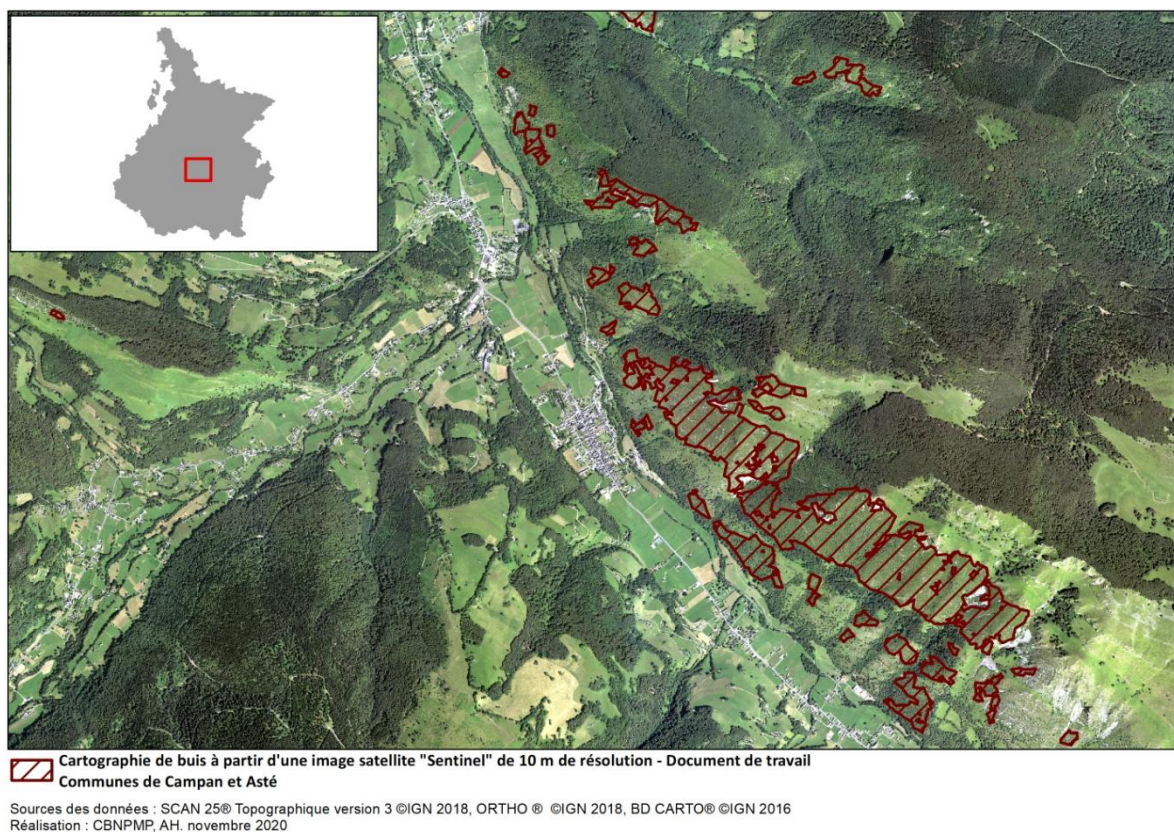
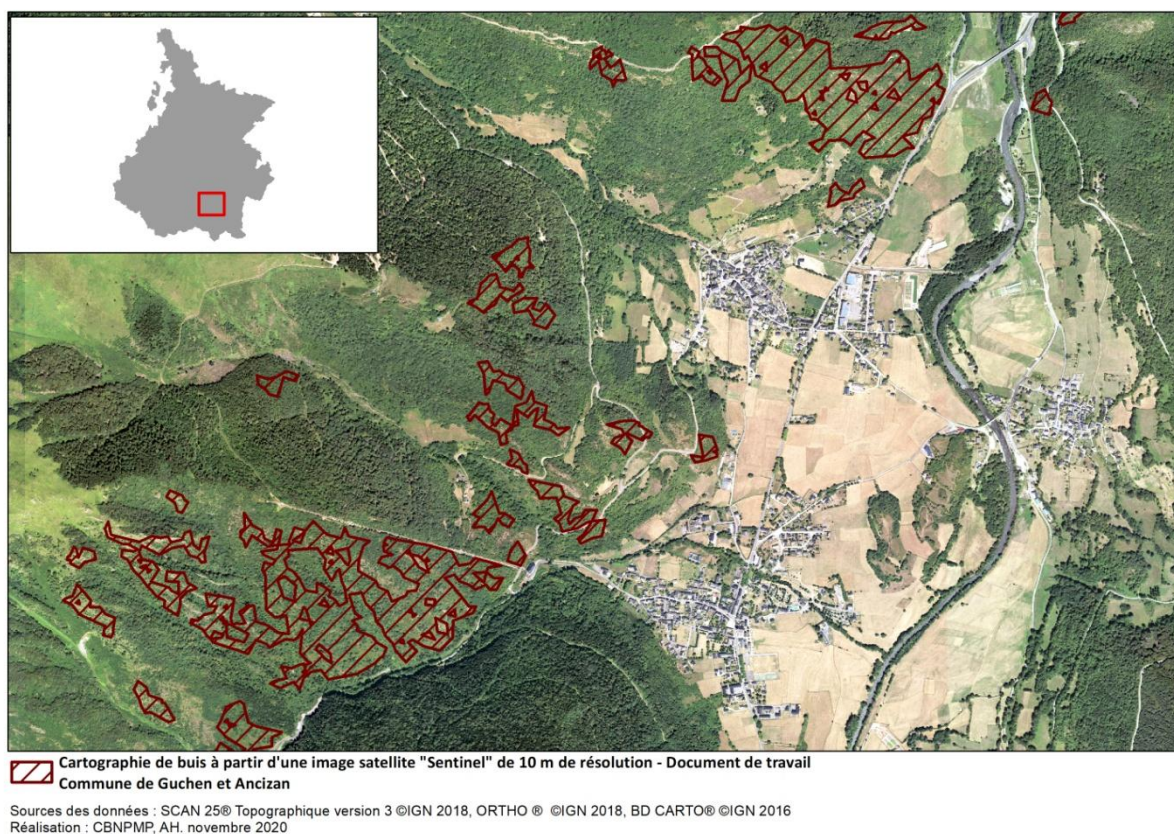


Figure 59 : buis identifiés à partir d'une image Sentinel du 14/08/2017 près de Guchen et Ancizan.



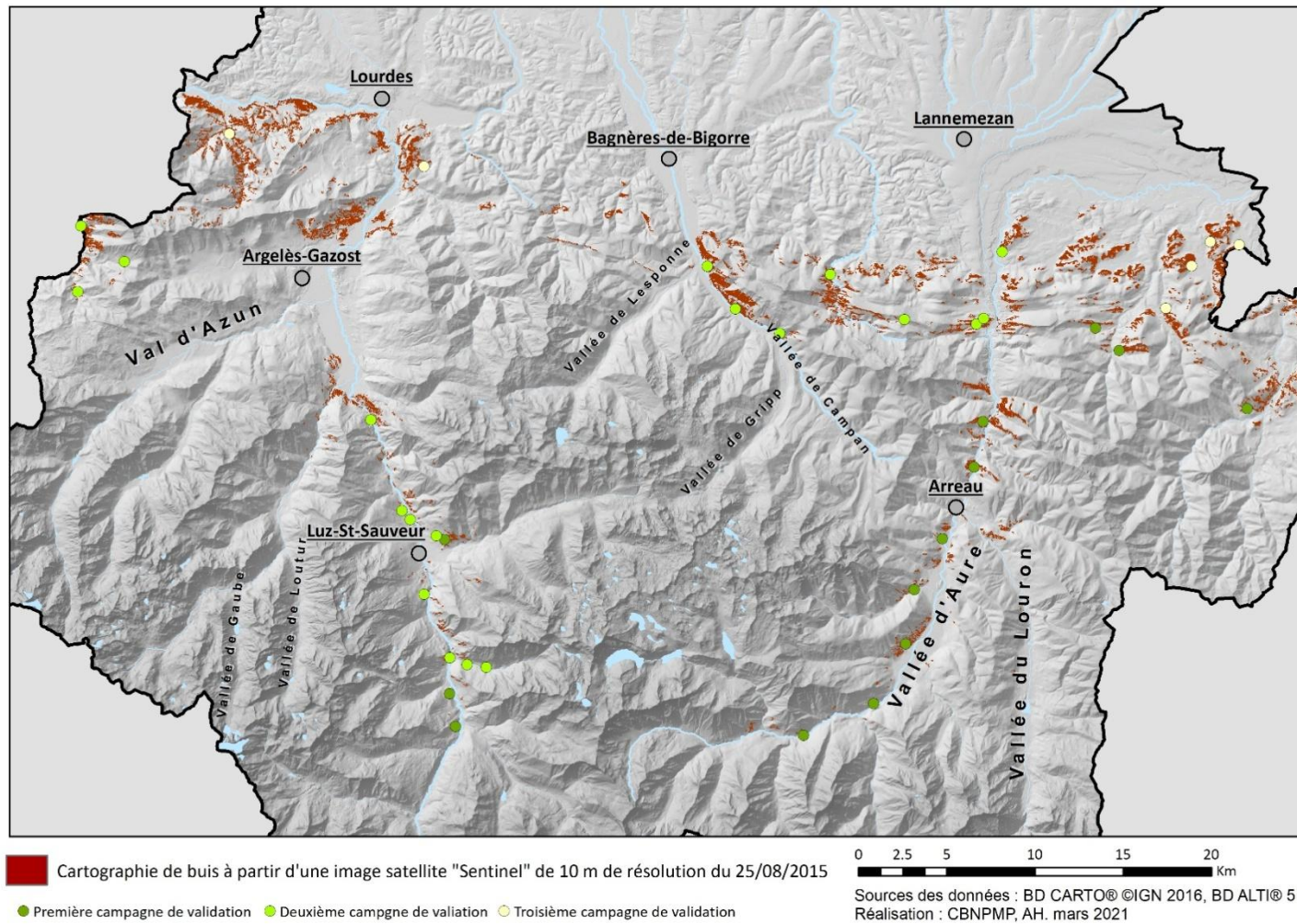
I.5 Validation terrain du résultat de la classification

Trois campagnes de terrain ont été organisées (cf. figure 60) pour valider les résultats des versions successives de la cartographie et pour collecter de nouvelles observations (zones d'entraînement) alimentant et calibrant les modèles.

Ces campagnes de terrain sont développées dans le paragraphe suivant (II.1).

La 4ème version donne le résultat final de la cartographie du buis sain et affecté.

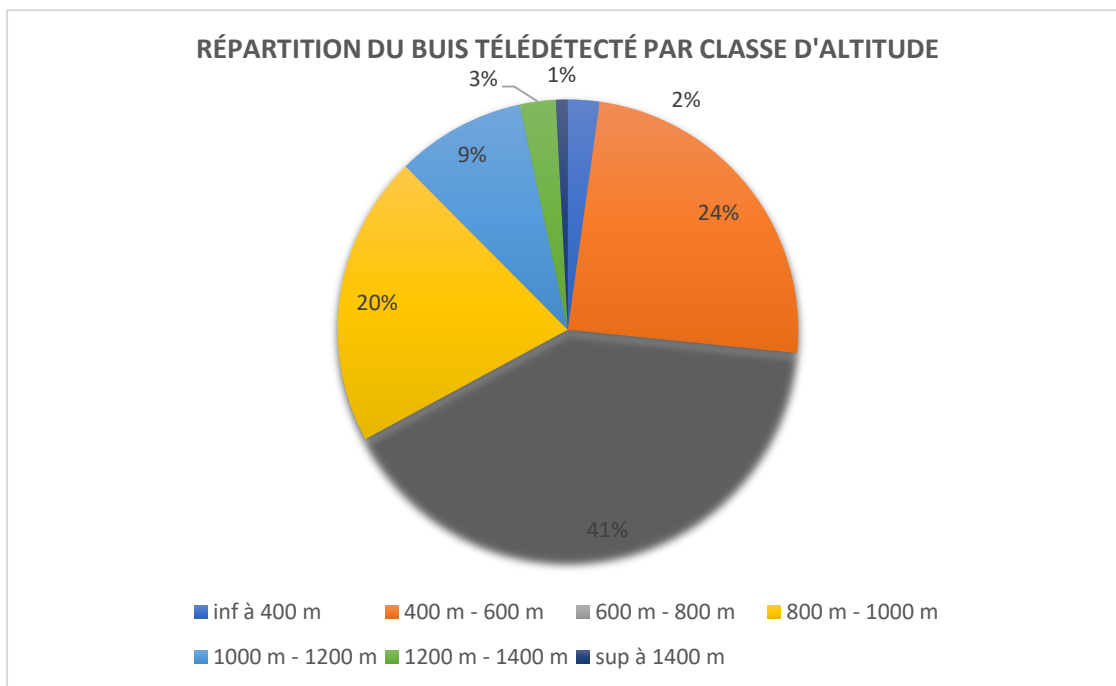
Figure 60 : Localisation des trois campagnes de terrain organisées pour valider les résultats de la cartographie du buis.



II. Interprétation du résultat de la cartographie de buis par télédétection

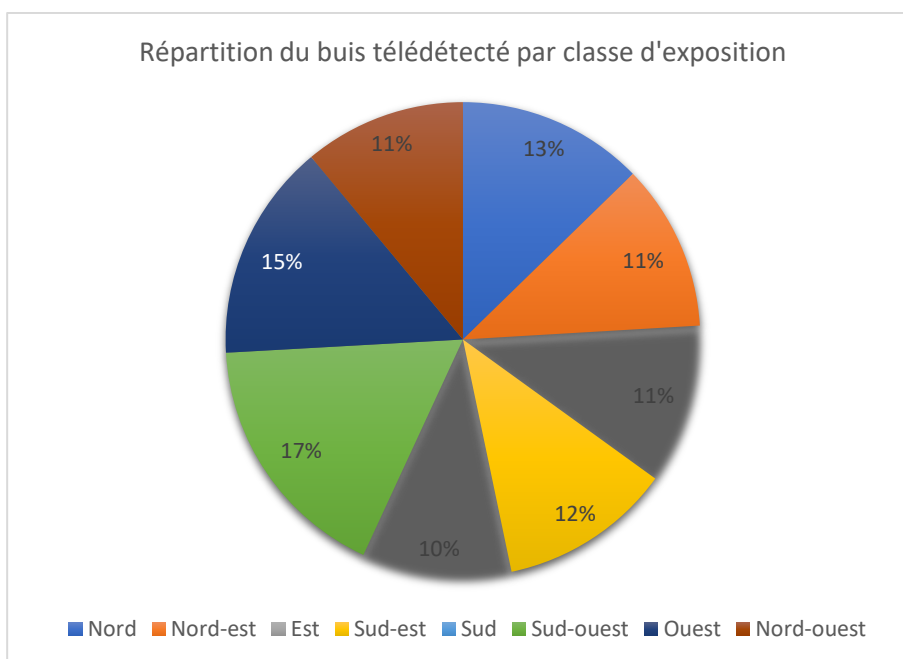
La superficie de buis « télédétectée » est de 48 km². Elle s'étale sur le département (cf. figure 60), de Générest à l'est jusqu'à Saint-Pé-de-Bigorre à l'ouest, la vallée d'Aure au sud-est et la vallée de Luz au sud-ouest.

Figure 61: Répartition du buis télédétecté par classe d'altitude



La majorité du buis « télédétecté » se trouve entre 400 et 800 mètres d'altitude (cf. figure 61) ce qui est représentatif de sa répartition dans le département. Il devient rare à partir de 1200 m. Son exposition (cf. figure 62) est homogène avec une légère préférence pour le sud-ouest.

Figure 62 : Répartition du buis télédétecté par classe d'exposition

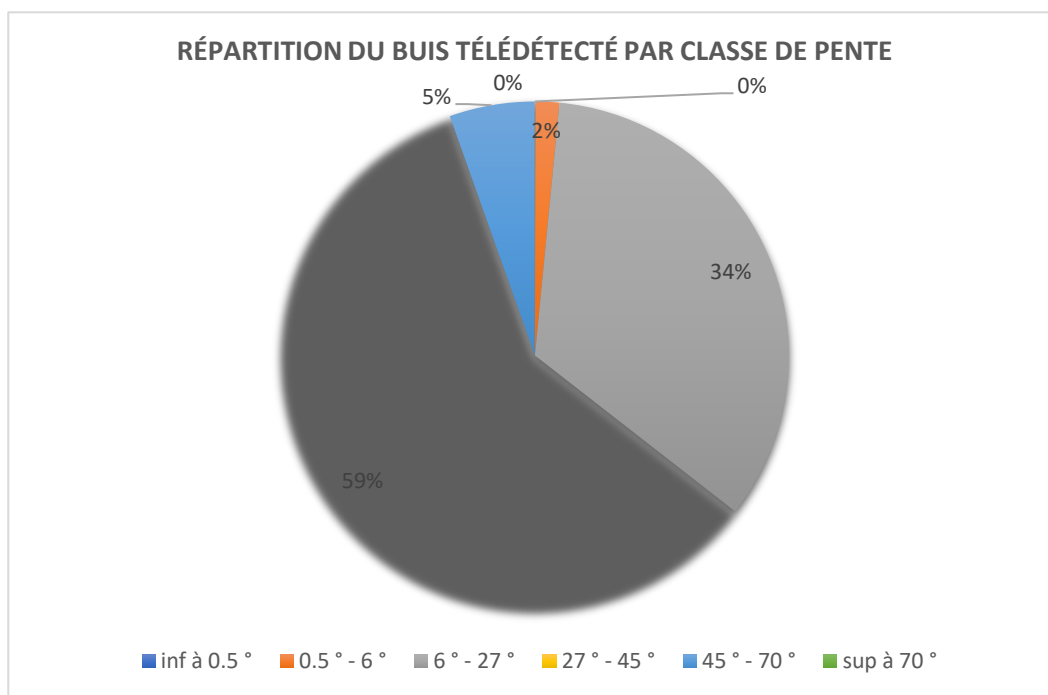


Plus de 62 % du buis (cf. figure 63) se trouve dans des secteurs de pente supérieure à 25°. Lorsqu'il s'agit de buxaias boisées, on peut estimer qu'il s'agit majoritairement de forêts de ravins à Buis, type

d'habitat d'intérêt communautaire prioritaire (code Natura 2000 9180), correspondant aux associations végétales pyrénéennes décrites dans Corriol & Chaney (2011). Ce pourcentage est surestimé et à prendre avec précaution puisque la télédétection n'a pas permis de cartographier le buis qui se trouve sous un couvert végétal dense composant les peuplements à feuillus.

Le buis en sous-bois pourrait être observé sur les images satellites prises pendant la saison hivernale. Malheureusement, ces images ne sont pas exploitables, à cause, de la présence des ombres des reliefs et dans certains cas d'un manteau neigeux.

Figure 63 : Répartition du buis télédétecté par classe de pente



III. Buis affecté par la pyrale

III.1 Estimation de l'étendue

L'estimation de la superficie de buis impacté par la pyrale est établie à partir d'une comparaison des valeurs de l'indice radiométrique NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) calculé à partir de deux images satellitaires, prises avant et pendant l'invasion, sur l'étendue de buis « télédétectés ».

Les dates des images utilisées pour le calcul sont les suivantes :

-25/08/2015 : cette image a été utilisée pour cartographier le buis sain.

-23/09/2018 : sur cette image, il est facile de repérer, à l'œil nu, le buis affecté.

Les valeurs du NDVI sont comprises entre -1 et 1. Les valeurs proches de -1 correspondent à l'eau. Les valeurs comprises entre -0,1 et 0,1, correspondent à des secteurs dépourvus de végétation. Les valeurs comprises entre 0,2 et 0,4 représentent les arbustes et les prairies, tandis que les valeurs élevées indiquent les forêts. Le NDVI se calcule en utilisant les bandes du rouge et l'infra-rouge (NIR).

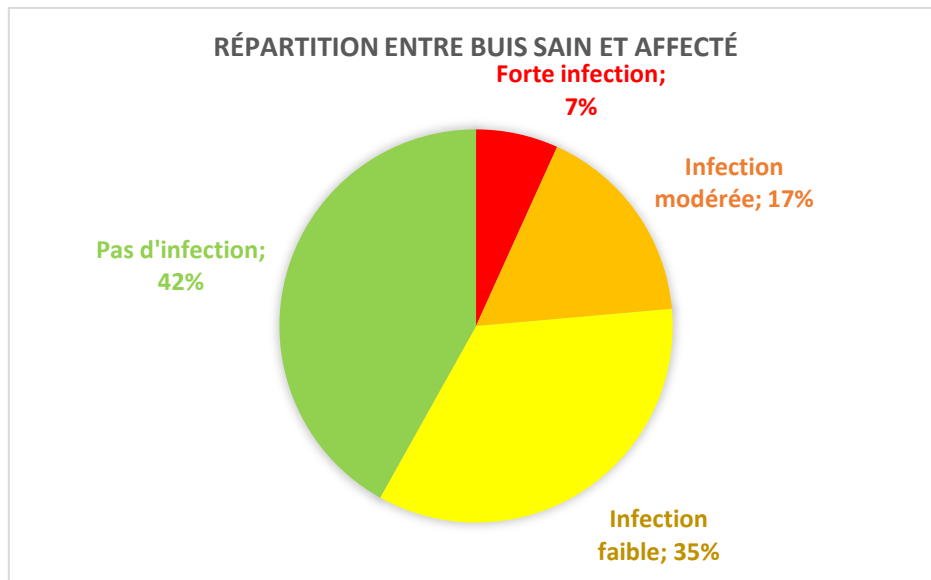
$$(NIR - Rouge) / (NIR + Rouge).$$

La différence de valeurs du NDVI entre 2015 et 2018 est classée selon la méthode des « seuils naturels de Jenks » en trois catégories (cf. figures 64 et 65):

- Forte infection
- Infection modérée
- Infection faible

A ces 3 classes s'ajoute une quatrième catégorie « Pas d'infection » lorsque l'écart est nul.

Figure 64 : Répartition entre buis sain et affecté



Ces catégories reflètent les changements physiologiques que les images ont permis de détecter dans les forêts de buis. La catégorie « Pas d'infection », représentant 42 % (cf. figure 66) du buis, peut contenir du buis affecté qui ne peut pas être détecté, car il se trouve sous un couvert végétal sain. Il doit en conséquence être considéré comme sous-estimé.

Figure 65 : cartographie du buis affecté par la pyrale sur la commune de Générést

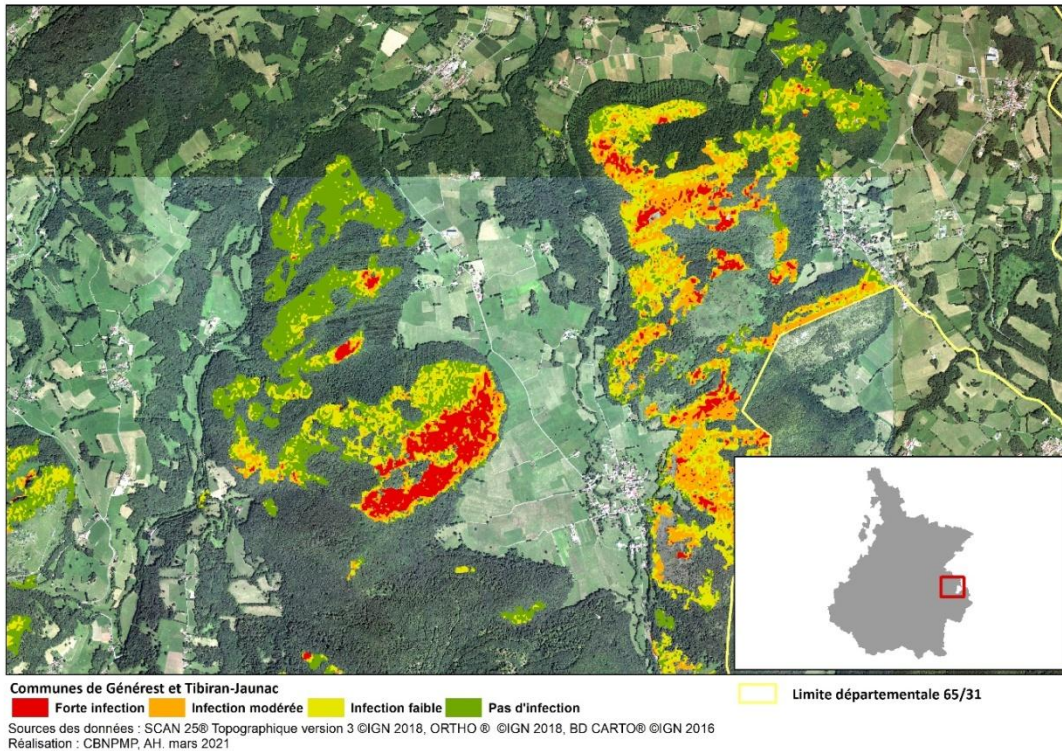
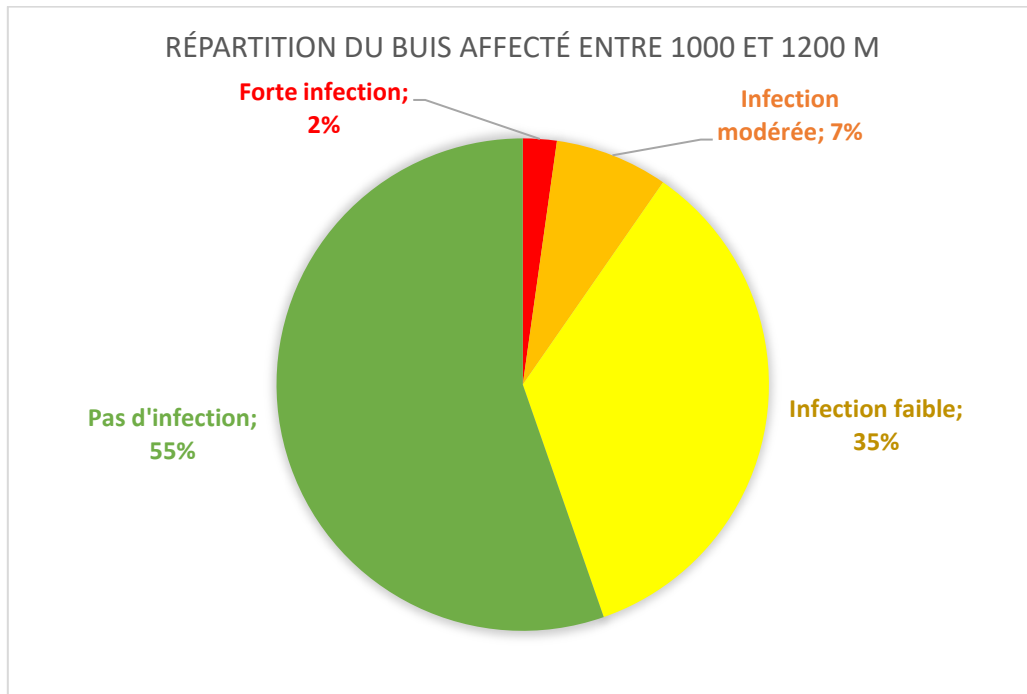


Figure 66 : Exemple de secteur détecté en catégorie « Pas d'infection » sur la commune de Générést

La catégorie « Forte infection » se superpose parfaitement aux secteurs fortement affectés par la pyrale et visible à l'œil nu sur les photos aériennes (dernière version des orthophotos de l'IGN) et les images satellites prises après l'infection. Cette catégorie de buis télédétections représente les milieux où le buis est fortement majoritaire par rapport aux autres espèces.

Le croisement de ces catégories avec les classes d'altitudes montre que l'invasion de la pyrale se réduit considérablement au-delà de 1200 m. Ci-dessous, un diagramme (cf. figure 67) montre la répartition de ces catégories entre 1000 et 1200 m d'altitude :

Figure 67 : Répartition du buis affecté entre 1000 et 1200 m



III.2 La chronologie de l'invasion

La moyenne du NDVI a été calculée sur 8 secteurs géographiques (cf. figure 68) en utilisant des images prises sur 7 dates entre 2017 et 2019 pour étudier la chronologie de l'invasion de la pyrale.

Figure 68 : les 8 secteurs géographiques

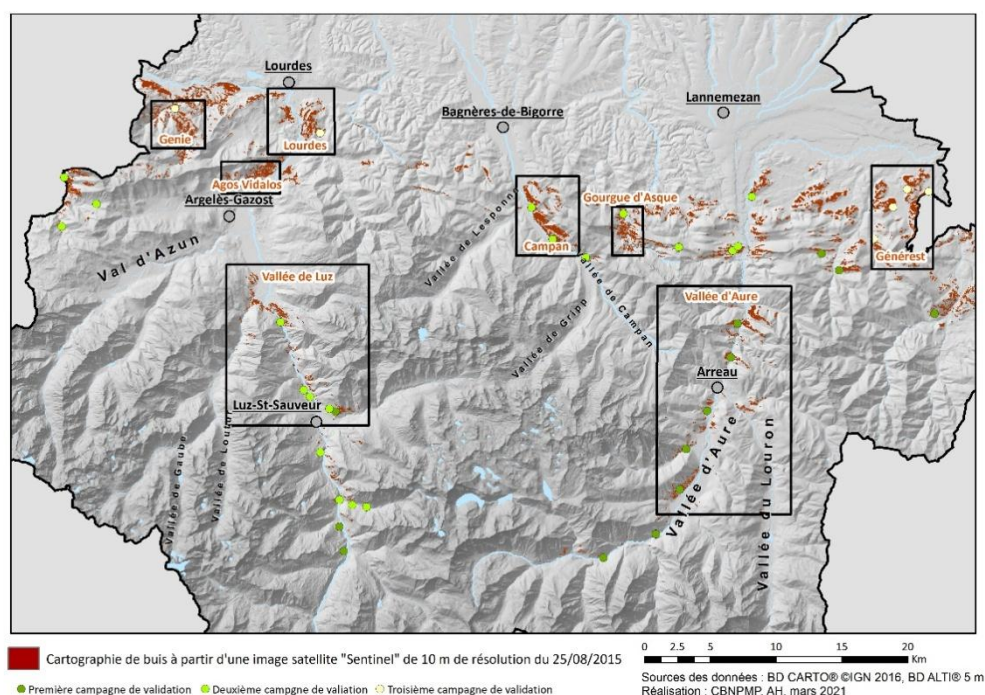
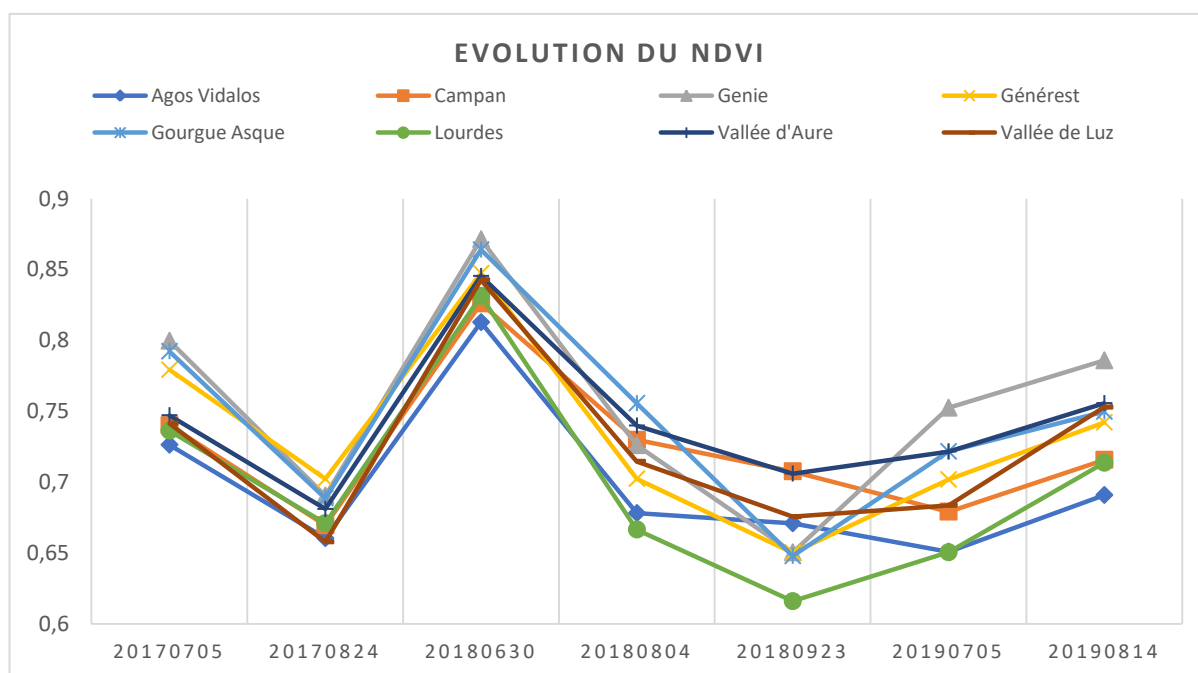


Figure 69 : Evolution du NDVI sur les 8 secteurs entre 2017 et 2019



Les courbes d'évolution du NDVI (cf. figure 69) ont toutes les mêmes formes dans les 8 secteurs. Elles montrent deux phases :

- Une première phase constatée avant le 30/06/2018 avec des valeurs basses en 2017. Ce phénomène peut s'expliquer par deux hypothèses. La première est la conséquence du

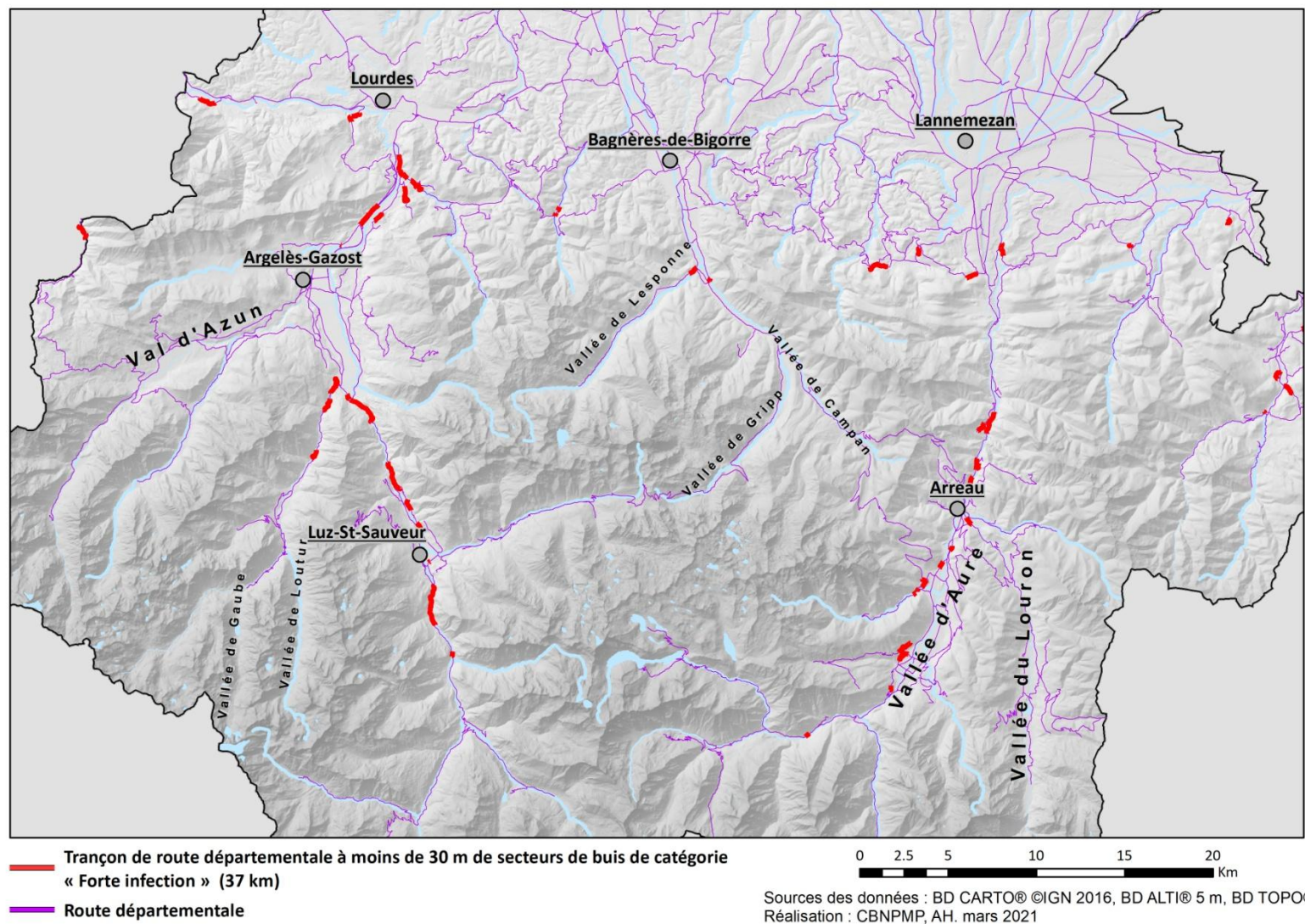
manque des précipitations dans la région pendant l'été 2017. Ce manque engendre un stress hydrique chez les végétaux et par conséquent un NDVI bas, d'autant plus que le feuillage du Buis a tendance à roussir en cas de stress hydrique. Nous ne disposons pas des données de précipitations précises pour pouvoir la confirmer. La deuxième est une première vague d'invasion de la pyrale qui n'a pas réussi à fragiliser le buis qui a montré une résilience en se régénérant en 2018.

- Une deuxième phase à partir du 30/06/2018 au cours de laquelle les valeurs du NDVI décroissent jusqu'au 23/09/2018 (où l'effet de la pyrale est observé à l'œil nu sur les images), à la suite d'une invasion de grande ampleur. Ces valeurs connaissent un léger rebondissement pendant la saison estivale de 2019. Ce rebondissement peut s'expliquer soit par une régénération du buis ou par l'apparition d'autres espèces qui remplacent le buis mort.

III.3 Impact sur les infrastructures routières

Le buis, malade ou mort, ne peut plus assurer son rôle de protection du sol contre l'érosion et/ou les éboulements. Les tronçons de routes départementales se trouvant à moins de 30 m de secteurs de buis de catégorie « Forte infection » ont été représentés sur la carte (cf. figure 70) ci-dessous.

Figure 70 : les infrastructures routières qui peuvent être impactées par le buis fortement affecté par la pyrale



II. Relevés de végétation sur le terrain.

Les observations effectuées sur le terrain ont poursuivi deux objectifs en parallèle : (i) vérifier et recalibrer le travail de modélisation cartographique effectué à partir des images satellite et des données localisées de Buis disponibles en base de données, et (ii) réaliser un échantillon de relevés de végétations arbustives à buis en lien avec leur caractéristique stationnelles.

II.1 Vérification sur le terrain et recalibrage de la modélisation cartographique.

La vérification sur le terrain s'est déroulée en trois phases au cours de l'année 2020, la première en mai, la seconde en juillet et la dernière en septembre, permettant ainsi de procéder à un recalibrage du travail de modélisation cartographique entre chacune des phases.

Cette vérification a été faite à partir des cartes fournies par le géomaticien en cherchant, tout en tenant compte du temps imparti, à échantillonner sur le maximum de mailles de présence du buis.

Dans chacune des vallées des Hautes-Pyrénées, les polygones cartographiés ont ainsi été vérifiés sur le terrain. Trois cas de figure ont pu se présenter :

- Le polygone cartographié en tant que buxaie correspondait bien à une buxaie et pouvait ainsi être validé.
- Le polygone cartographié s'avérait correspondre sur le terrain à une formation différente de la buxaie et était donc corrigé sur la carte. Ce cas de figure s'est par exemple présenté lors de la première phase, pour des formations de landes à bruyère arborescentes (*Erica arborea*) qui ressortaient cartographiées, et qui après recalibrage, n'apparaissaient plus par la suite.
- Des secteurs de buxaies non cartographiés étaient parfois observés sur le terrain. Là encore, leur correction sur la carte a permis un réajustement validé ensuite.

II.2 Relevés et typologie des végétations arbustives à Buis.

Matériels et méthodes

Les relevés (voir Annexe) ont été effectués selon un échantillonnage stratifié selon les critères suivants :

- géographiquement, notamment par vallées ;
- topographiquement en fonction des pentes, expositions et altitudes ;
- en tenant compte des données disponibles et des prévisions cartographiques de la modélisation.
- En tenant compte de l'accessibilité à partir d'une route, en privilégiant les secteurs nécessitant un temps d'accès moindre.

On remarquera que l'échantillonnage a dans certains cas été biaisé par l'objectif de vérification et de recalibrage de la modélisation cartographique effectuée à partir des images satellite et des données localisées de Buis disponibles en base de données.

Ainsi, certains secteurs ont été écartés du fait que des relevés de buxaies y avaient déjà été faits. C'est le cas par exemple du massif du Pibeste.

De même, la plus grande proportion de relevés concernant des secteurs de buxaies avec une strate arborée conséquente (graphique n° 4) est due au fait que les buxaies sans strate arborée,

naturellement plus faciles à repérer à partir des images satellite n'ont nécessité que dans une moindre mesure leur vérification sur le terrain.

Pour chaque relevé, un point GPS a été pris.

La végétation a été décrite suivant la méthodologie phytosociologique sigmatiste classique (Guinochet, 1973). Trois strates ont été distinguées : une strate arborescente notée « A », dépassant 7 mètres, une strate arbustive, notée « a », entre 1.5 et 7 mètres et une strate basse (plantes herbacées et ligneux bas) notée « h », pour les végétaux de moins de 1.5 mètre. Ces trois strates ainsi que la strate muscinale ont été caractérisées par leur hauteur moyenne de végétation et par leur recouvrement respectif. La composition des communautés bryophytiques n'a pas été étudiée.

Les paramètres écologiques notés pour décrire les conditions situationnelles sont les suivants :

- L'altitude (en mètres), donnés au GPS
- L'exposition, mesurée à la boussole
- La pente, estimée en %
- La roche mère, à partir des observations sur le terrain.
- L'ensemble des informations collectées sur le terrain a été saisi et cartographié dans la base de données Flora du CBNPMP.
- La classification des relevés a été réalisée manuellement, selon la méthode classique de tri de tableaux phytosociologiques, sur la base de la composition de la strate arbustive accueillant l'espèce cible *Buxus sempervirens*. La composition des strates arborée et herbacée ont apporté un éclairage phytoécologique et structurel supplémentaire pour l'interprétation des catégories de buxaias ainsi identifiées. La nomenclature botanique des plantes vasculaires suit le référentiel TAXREF V13

Figure 71 : Buxaie sous hêtraie à Saint-Pé de bigorre, noter la faible couverture herbacée. Photo CBNPMP/B. Durand.



Figure 72 : Buxaie dans les gorges de Pierrefitte, au premier plan un tronc de tilleul (Tilia cordata). Photo CBNPMP/B. Durand.

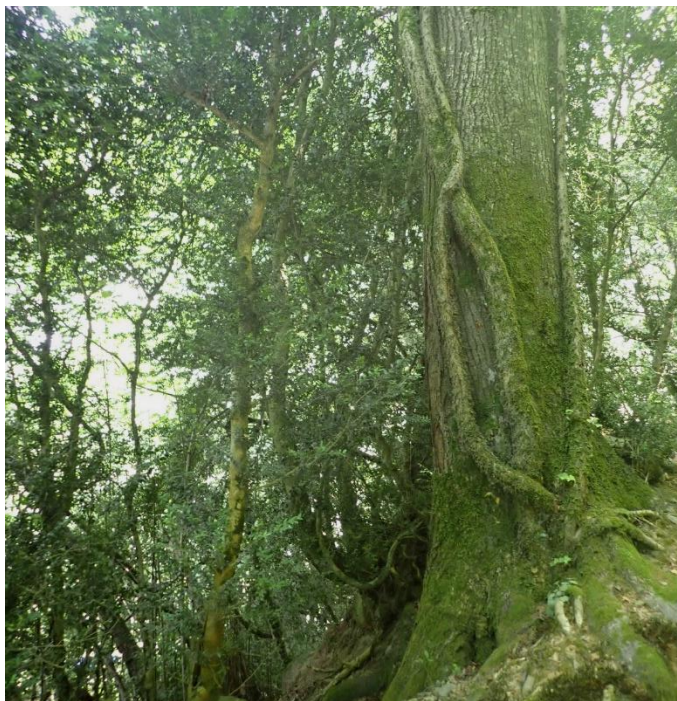
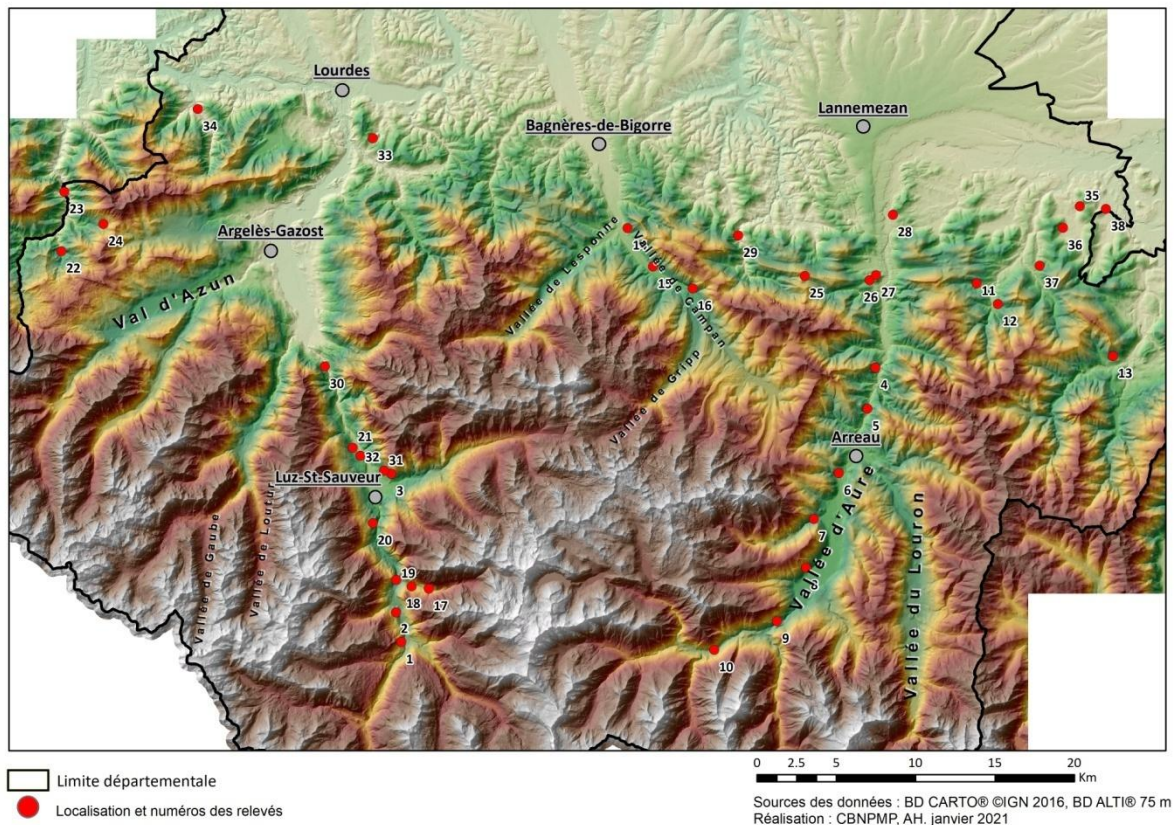


Figure 73: Carte de répartition des relevés.



Résultats.

38 relevés ont été réalisés entre mai et septembre 2020, tous sur la moitié sud du département des Hautes-Pyrénées, occupée par les buxaias naturelle.

Les expositions les plus souvent rencontrées dans nos relevés sont les expositions sud et sud-est, en revanche, les expositions Nord, Nord-Ouest et Nord-Est sont peu représentées (voir Figure 74). En comparaison, les résultats de cartographie par télédétection montrent des expositions réparties de façon plus homogène sur tous les versants avec tout de même une représentation un peu plus importante pour les versants sud-ouest.

Les altitudes (Graphique n°2) des relevés s'échelonnent entre 446 et 1314 m, avec une plus grande part des relevés faits entre 600 et 800 mètres (Figure 75). Un unique relevé a été fait au-dessus de 1200 mètres. D'une manière générale, la représentation par altitude est en adéquation avec les résultats de cartographie des buxaias par télédétection.

En ce qui concerne les pentes, la grande majorité des buxaias inventoriées occupent des pentes de 50 à 100%, seuls quelques relevés correspondent à des pentes très faibles, inférieures à 10 % ou inversement, très fortes (>100%) (Figure 76). Tout comme pour les altitudes, ceci est en adéquation avec les résultats généraux issus des images par télédétection.

Près de 80% des buxaias inventoriées dans le cadre de cette étude poussent sur sol calcaire, les autres relevés ont été faits sur schistes non calcaires (Figure 77). Aucun relevé n'a été fait sur roche cristalline.

Figure 74 : répartition des relevés en fonction de l'exposition

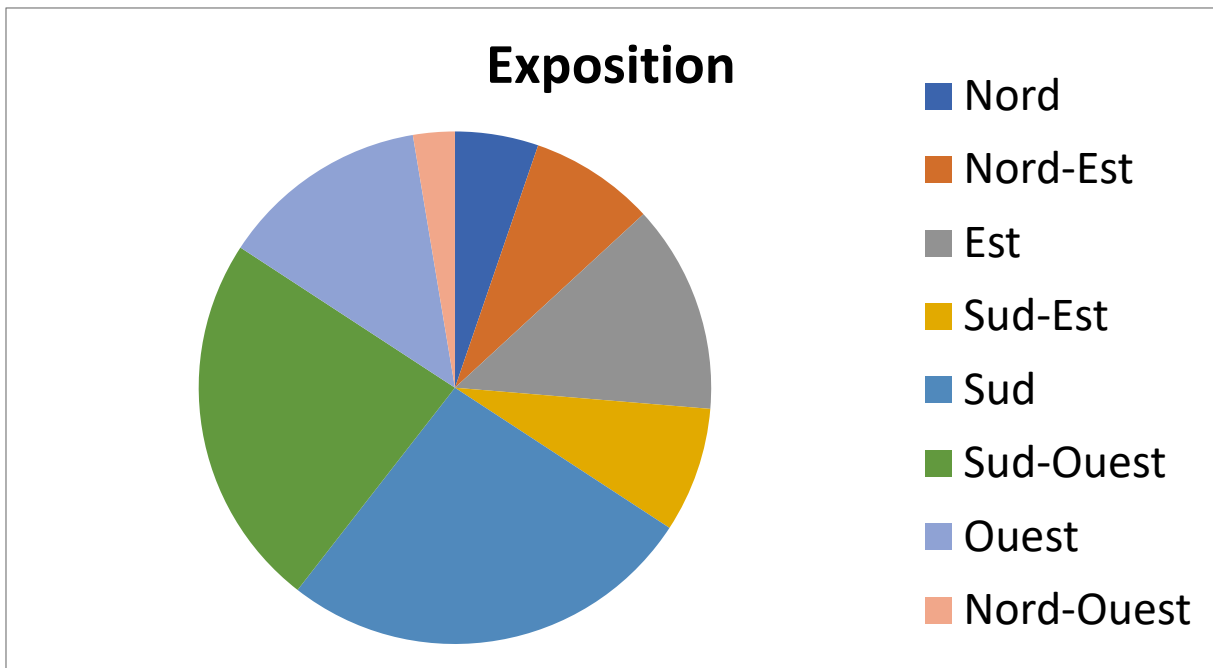


Figure 75 : répartition des relevés par tranche altitudinale.

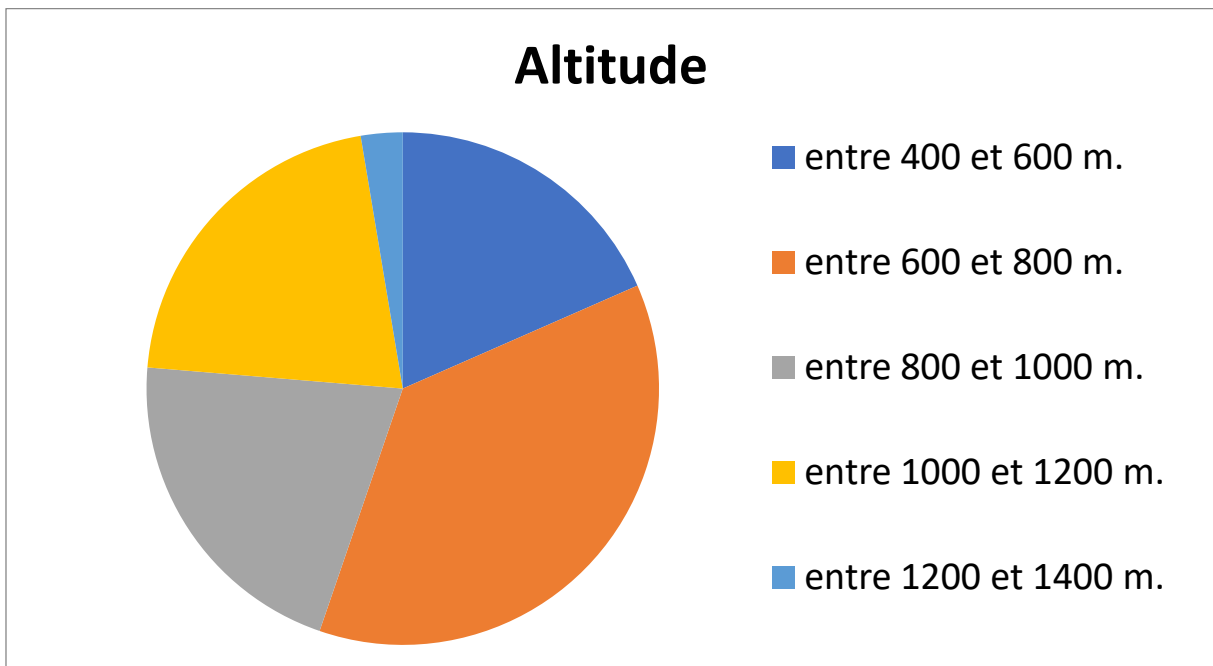


Figure 76 : répartition des relevés en fonction de la pente.

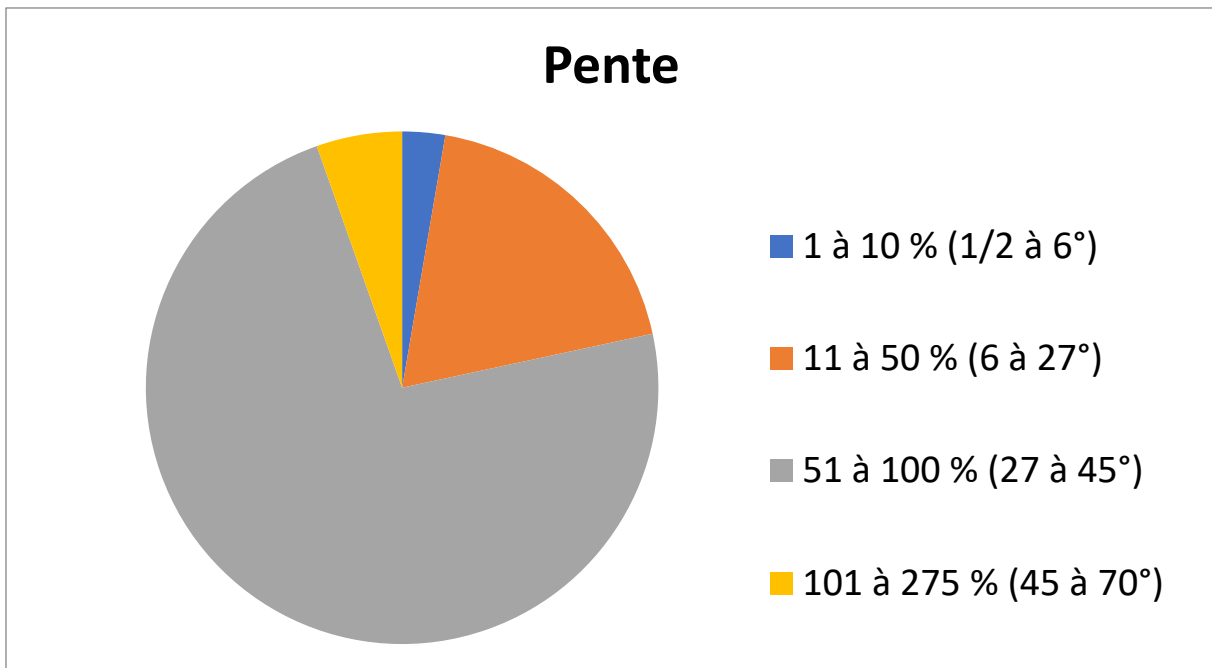
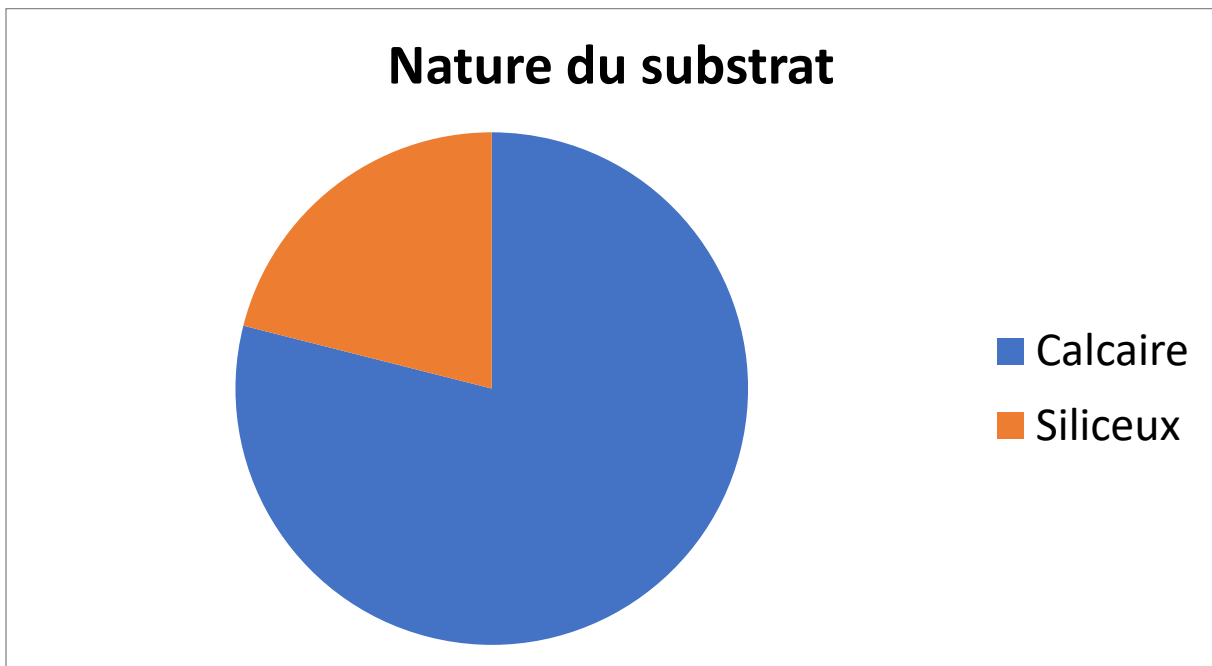
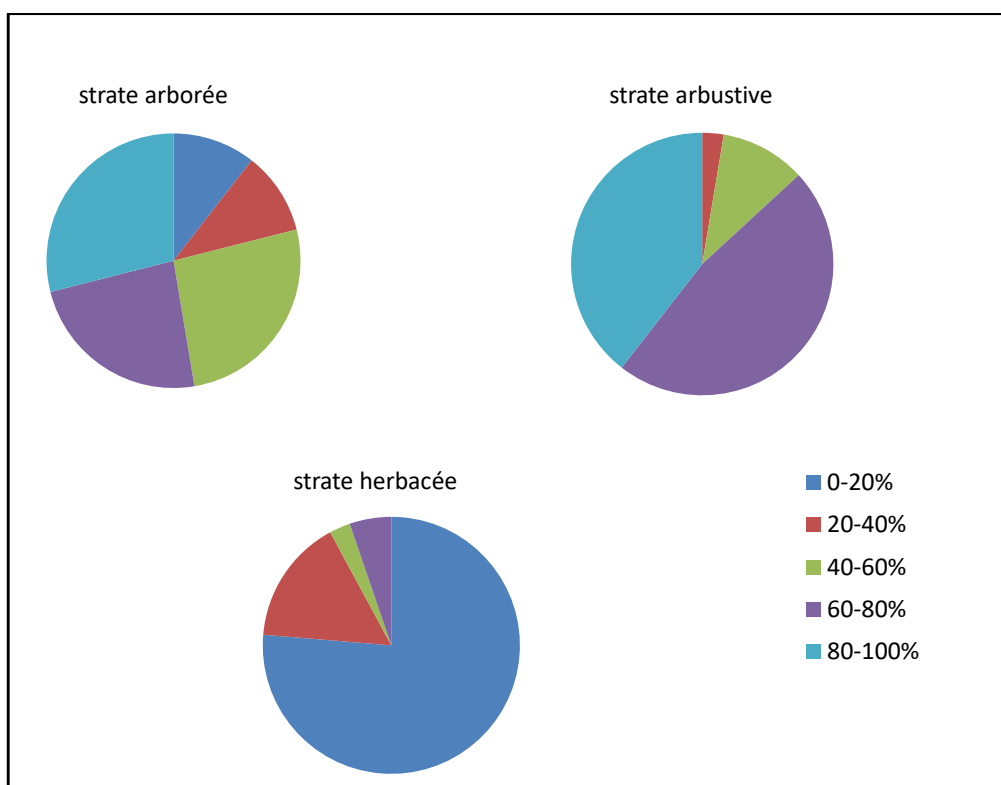


Figure 77 : répartition des relevés en fonction de la nature du substrat (observation de terrain).



La strate arbustive présente dans la majorité des cas des recouvrements de plus de 60% et même supérieure à 80 % pour près d'un tiers des relevés (Figure 78). Les peuplements sont très souvent d'âge et de hauteur homogène. Le Buis domine dans tous les relevés ; fréquemment accompagné de *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna* et *Cornus sanguinea*.

Figure 78 : répartition des relevés en fonction du pourcentage de recouvrement, pour chaque strate.



Le tableau suivant des relevés triés et ordonnés sur la base de leur composition en espèces arbustives, met en évidence l'existence de plusieurs types de communautés végétales arbustives dominées par le Buis.

NumStationCarte	Date description jour	Observateur	commune	Localisation brute	Exposition	Altitude	Pente	Roche mère	Surface	RecStrateArbres	RecStrateArbustes	RecStrateHerbacées	RecStrateMousses
1	12/05/2020	B.D.	Gèdre	Buxaie sous tillaie environ 20 mètres au-dessus de la route qui monte au Saussa	E	1135	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes (calcaires ?)	400	95	70	10	20
2	12/05/2020	B.D.	Gèdre	Hourque, buxaie sous tillaie, au-dessus du sentier	NO	1095	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes calcaires	400	60	90	10	15
3	12/05/2020	B.D.	Esquièze-Sère	Nord-ouest de Sardey, buxaie sous chénaie pubescente de part et d'autre du sentier	SO	1009	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes calcaires	300	70	80	5	0
4	13/05/2020	B.D.	Beyrède-Jumet	Au-dessus de la route entre Beyrède Jumet et jumet, buxaie sur affleurement calcaire	SSO	801	101 à 275 % (45 à 70°)	Calcaires	200	20	80	30	10
5	13/05/2020	B.D.	Fréchet-Aure	Au-dessus de la D929, et de la ligne électrique, en face de l'embranchement pour Fréchet-Aure, buxaie sous chénaie pubescente	ESE	705	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	60	80	1	20
6	13/05/2020	B.D.	Cadéac	Cadéac, au-dessus du cimetière, buxaie sous chénaie pubescente	S	815	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	80	60	25	5
7	13/05/2020	B.D.	Cadéac	Au-dessus de la route d'Aulon, en amont du cimetière, buxaie sous peupleraie	SSE	856	51 à 100 % (27 à 45°)		300	80	70	5	5
8	13/05/2020	B.D.	Vielle-Aure	Au-dessus de la D123, au nord de Vielle-Aure, buxaie entre les affleurements schisteux et calcaires	SSO	973	51 à 100 % (27 à 45°)	schistes calcaires	300	5	80	20	10
9	13/05/2020	B.D.	Cadeilhan-Trachère	Au-dessus de la piste qui part de Cadeilhan Trachère vers Tramezaïgues, buxaie sous forêt de bouleaux	SSE	981	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes ardoisiers	300	60	70	10	5
10	13/05/2020	B.D.	Aragnouet	Au-dessus de la chapelle de Mayabat, buxaie sous chénaie	SE	1056	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes ardoisiers	300	90	80	2	2
11	14/05/2020	B.D.	Nistos	Versant sud du bois du Bouch de Castenné à l'ouest de la Maison Laoncat, buxaie sous forêt caducifoliée	S	751	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	60	80	20	40
12	14/05/2020	B.D.	Nistos	Versant sud de la coume de Bourguy, au-dessus d'une piste forestière, buxaie sous hêtre	SO	770	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	400	80	80	30	40
13	14/05/2020	B.D.	Ourde	Environ 30 mètres au-dessus du calvaire au nord d'Ourde, buxaie relictuelle	S	796	11 à 50 % (6 à 27°)	Calcaires	100	10	50	60	20
14	06/07/2020	B.D.	Campan	Massif de la Bouche, 50 mètres au-dessus de la piste, pelouse et buxaie	SO	740	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	5	40	75	10
15	06/07/2020	B.D.	Campan	Massif de la Bouche, au-dessus du pont de la Peyre, buxaie sous couvert forestier clairsemé, de part et d'autre du sentier	SO	724	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	25	85	5	60
16	06/07/2020	B.D.	Campan	Massif de la Bouche, à l'est des falaises d'escalade de Trassouet, buxaie sous tillaie clairsemée, de part et d'autre du sentier	O	906	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	20	90	5	10
17	09/07/2020	B.D.	Gèdre	Au-dessus du pont de Crabiou, en rive droite du gave de Barrada, buxaie sous hêtre-sapinière	SO	1314	11 à 50 % (6 à 27°)	Schistes	400	70	75	10	10
18	09/07/2020	B.D.	Gèdre	Au-dessus de la piste qui monte aux granges de Barrada, buxaie sous hêtre-sapinière	NNE	1097	51 à 100 % (27 à 45°)		500	80	60	5	40
19	09/07/2020	B.D.	Gèdre	Au-dessus du barrage de Pragnères en rive gauche du gave, buxaie sous forêt caducifoliée	SE	906	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	75	90	2	5
20	09/07/2020	B.D.	Luz-Saint-Sauveur	Juste en amont du GR 10, au sud de la croix de Sia, buxaie sous chénaie pubescente	E	1022	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes	300	70	80	5	5
21	09/07/2020	B.D.	Viscos	Au-dessus de la route qui va de Sazos à Larise, buxaie sous tillaie	NE	723	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes	300	80	80	5	5
22	20/07/2020	B.D.	Ferrières	Les Cures, au nord-est de la route, buxaie sous tillaie, sur éboulis calcaire	O	701	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	70	95	30	80
23	20/07/2020	B.D.	Ferrières	La Herrère, environ 50 mètres au-dessus de la route D126 en rive droite du gave, buxaie sous tillaie	SO	495	101 à 275 % (45 à 70°)	Calcaires	300	60	80	15	10
24	20/07/2020	B.D.	Ferrières	Rachou, au nord de la route du col de Spandelles, buxaie sous jeune hêtre entre les blocs rocheux	SO	1070	1 à 10 % (1/2 à 6°)	Calcaires	200	50	90	10	40
25	21/07/2020	B.D.	Esparrros	A l'est du Col des Estrets, buxaie sous hêtre-sapinière	S	1165	11 à 50 % (6 à 27°)	Calcaires	200	20	85	10	75
26	21/07/2020	B.D.	Hèches	Rebouc, Mont Aurous, buxaie sous chénaie pubescente	SSO	717	11 à 50 % (6 à 27°)	Calcaires	300	60	75	30	20
27	21/07/2020	B.D.	Hèches	Rebouc, versant nord du Mont Aurous, au-dessus de la piste, buxaie sous chénaie pubescente	N	690	11 à 50 % (6 à 27°)	Calcaires	400	70	80	5	10
28	21/07/2020	B.D.	Bazus-Neste	Versant ouest au nord du village, au-dessus de la D278, buxaie	O	617	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	200	5	50	70	5
29	21/07/2020	B.D.	Asque	Au-dessus du parking de la gourgue d'Asque, (ancienne scierie), en rive gauche de l'Arros, buxaie sous tillaie	E	502	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	500	80	90	5	20
30	23/07/2020	B.D.	Villelongue	Nougarate, au-dessus de la D921, en rive droite du gave, buxaie sous tillaie	SO	540	11 à 50 % (6 à 27°)	Schistes ardoisiers	400	80	90	5	5
31	23/07/2020	B.D.	Vizos	Lacaret, 30 mètres au-dessus de la piste qui monte au réservoir d'eau, buxaie sous chénaie pubescente, sur éboulis calcaire	SO	834	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	60	90	5	20
32	23/07/2020	B.D.	Saligos	Au-dessus de la D921 en rive gauche du gave, 50 mètres en aval de la passerelle, buxaie sous tillaie	NE	673	51 à 100 % (27 à 45°)	Schistes	400	90	95	1	1
33	09/09/2020	B.D.	Jarret	Le Coustala au sud-est du Pic du Ger, environ 50 mètres au-dessus de la route, buxaie sous chénaie-frénaie	ENE	668	11 à 50 % (6 à 27°)	Calcaires	300	50	80	25	5
34	09/09/2020	B.D.	Saint-Pé-De-Bigorre	Peyras, au sud du monastère de Bethléem, en rive droite du ruisseau de Génie longue, buxaie sous hêtre	O	446	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	400	70	90	2	50
35	15/09/2020	B.D. ; A.H.	Lombrés	Lombrés, Coume de Mondève, buxaie sous forêt caducifoliée	S	567	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	70	75	5	5
36	15/09/2020	B.D. ; A.H.	Générest	Versant sud-est du Soum de Castet Nauet, buxaie sous forêt caducifoliée	SE	570	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	300	60	90	5	30
37	15/09/2020	B.D. ; A.H.	Générest	Forêt domaniale de Generest, au-dessus de la piste forestière, buxaie sous hêtre	OSO	725	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	1000	80	90	5	5
38	15/09/2020	B.D. ; A.H.	Tibiran-Jaunac	Tibiran, face nord-est du Moulidé, buxaie sous tillaie	NE	513	51 à 100 % (27 à 45°)	Calcaires	400	70	90	5	20

N° des stations	30	4	13	8	31	3	28	35	26	33	15	24	38	2	22	25	12	36	9	5	19	17	37	20	11	7	29	6	23	34	32	10	14	16	1	21	18	27				
Acer monspessulanum	+	+																																								
Jasminum fruticans		1																																								
Prunus mahaleb		+	+																																							
Quercus ilex			1																																							
Viburnum opulus		1		+	1																																					
Amelanchier ovalis					+																																					
Viburnum lantana						+																																				
Rhamnus cathartica		+					+	+	+	+	1																															
Juniperus communis		+	+	1	+	1	2	+			+	1								+						1									1	+						
Ligustrum vulgare		1			1	+	1	+		+																																
Ilex aquifolium								+	+	+	+	1	+	+						+	1																					
Sambucus nigra															+	+																										
Lonicera xylosteum											+									+	+	+	1	1	+																	
Crataegus laevigata																																										
Cotoneaster integerrimus																																										
Cornus sanguinea		+		+	1		+	+	+		2		+						1		+	+																				
Crataegus monogyna	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	+	+	+		+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Corylus avellana	2			3	1	1	+	2	+	1	+		+	2	2	2	1			3	+	3	2	+	1	+	1	1	1	2	+	2	2	1	2	1	2	1	1			
Buxus sempervirens	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	3	5	4	5	5	5		
Clematis vitalba										+	+																															
Prunus spinosa					+						+									+																						
Cytisus scoparius				1						+																																
Lonicera periclymenum		1																																								
Prunus avium						+																																				
Quercus pubescens				1																																						
Ribes alpinum		+																																								
Rosa agrestis								+																																		
Rosa stylosa		+																																								
Salix caprea																					+																					
Sorbus aria	+																																							+		
Sorbus aucuparia																																									+	
Taxus baccata																																										
Betula pendula																																										
Ulmus glabra	+																																								1	
Fagus sylvatica												+																													1	
Acer campestre																																									+	
Fraxinus excelsior					2		1					1	+																											+		
Rubus																																									+	
Viscum album																																										+
Cotoneaster horizontalis							1																																			

Interprétation des relevés : communautés arbustives

Les deux premiers relevés (n°30 et n°4) sont caractérisés par la présence de l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*), espèce supraméditerranéenne calcicole. Si le relevé n° 4 présente des affinités avec l'association du *Pistacio terebenthi - Amelanchieretum ovalis* (Vanden Berghen 1963) B. Foucault & J.-M. Royer, le n°30 représente une forme fragmentaire ou trop appauvrie pour un rattachement précis. Comme on pouvait s'y attendre, ces deux relevés correspondent à des expositions globalement au Sud sur des substrats calcaires, et à des altitudes peu élevées.

Outre l'érable de Montpellier, la présence de *Jasminum fruticans* différencie ces deux relevés des quatre suivants (n°13 ; n°8 ; n° 31 et n° 3) à rattacher à la même alliance (*Amelanchiero ovalis - Buxion sempervirentis* O. Bolos & Romo 1989), mais sous l'association du *Violo hirtae – Buxetum sempervirentis* Gruber 1993. Les caractères xéro-thermophile et calcicole de cette association sont assez clairement définis par la présence d'espèces telles que *Amelanchier ovalis* ; *Prunus mahaleb* ; *Quercus ilex* et l'écotype xérophile de *Viburnum opulus*. On retrouve dans ces relevés les mêmes caractères écologiques (substrat calcaire essentiellement, altitudes peu élevées, exposition en soulane, pentes accusées) que ceux décrits par Michel Gruber dans son étude phytosociologique des buxaias collinéennes des Pyrénées centrales septentrionales (Gruber 1993).

Les dix-sept relevés suivants présentent chacun plusieurs éléments floristiques en commun avec l'alliance du Berberidion vulgaris braun-Blanq. Ex Tüxen 1952 et plus précisément avec l'association du *Buxo sempervirentis - Coryletum avellanae* Corriol 2012 prov. Notamment la présence dans l'extrême majorité des relevés de *Buxus sempervirens* et de *Corylus avellana*, et dans une moindre mesure la présence de *Crataegus monogyna* et *Cornus sanguinea*.

Dans cet ensemble, nous pouvons observer plusieurs groupes à spécificité assez marquée :

- Un premier groupe de 8 relevés assez homogène, se détache des autres par la présence de *Ligustrum vulgare* et surtout *Ilex aquifolium* et *Rhamnus cathartica*. Ces relevés sont tous sur substrat calcaire.
- Un second groupe correspondant aux relevés n°22 et n°25 se distingue par la présence de *Sambucus nigra*, et pourrait constituer une variante plus nitrophile (*Buxo-Coryletum sambucetosum nigra* Corriol 2012 prov.)
- Un dernier groupe constitué de 7 relevés avec en commun la présence de *Lonicera xylosteum*. Dans ce groupe, Le relevé n° 37 se distingue des autres par la présence supplémentaire de *Crataegus laevigata*.

Cette diversité de composition suggère que le *Buxo-Coryletum* pourrait être séparé en plusieurs groupements distincts écologiquement et chorologiquement, sur la base d'un plus large échantillon écologique et géographique de relevés.

Il est intéressant d'observer l'épuisement de la composition floristique du *Buxo-Coryletum* en conditions ombragées dans les 15 derniers relevés, en allant vers la droite du tableau, avec la disparition successive de *Cornus sanguinea* puis *Crataegus monogyna* puis enfin *Corylus avellana*, *Buxus sempervirens* étant finalement la plus sciato-lérante

Interprétation des relevés : strate herbacée

La strate herbacée est souvent constituée de peu d'espèces : environ 50% des relevés présentent 10 espèces ou moins. Les espèces les plus souvent représentées sont par ordre décroissant : *Hedera helix* ; *Asplenium adiantum nigrum* ; *Brachypodium sylvaticum* ; *Fragaria vesca* et *Ruscus aculeatus*. Cette faible représentation s'ajoute au faible taux de recouvrement, souvent inférieur à 5%. Ceci s'explique logiquement par les forts recouvrements de la strate arbustive qui s'ajoute à une strate arborée elle-même parfois importante, entraînant des conditions de luminosité minimale au niveau du sol, ce qui ne laisse que peu de places au couvert herbacé (Graphique n°5). Seules les espèces les plus sciaphiles sont représentées.

Les rares relevés qui présentent une strate herbacée riche en espèces (relevés n°14 ; n°28 et dans une moindre mesure le n°8) correspondent à des groupements de transition lors de stade de recolonisation de pelouses, la strate arborée y est d'ailleurs faible (5 %).

Figure 79 : Bazus-Neste, buxaie de recolonisation sur roche calcaire, noter le faible recouvrement de la strate arborée et le recouvrement en herbacées important.



Interprétation des relevés : communautés arborescentes

La strate arborée est très hétérogène selon les relevés. Dans les stations les mieux exposées, toujours sur calcaire, nous avons des groupements dominés par le chêne pubescent (*Quercus pubescens*), correspondant à la phytocénose forestière classiquement nommée *Buxo semperivrentis* – *Quercetum pubescentis* Braun-Blanq. ex Bannes-Puygiron 1933. Sur les secteurs toujours très pentus, sur calcaire ou schistes, des groupements dominés par les deux espèces de tilleul (*Tilia cordata* et *Tilia platyphyllos*), très souvent en mélange. Ces phytocénoses de ravins correspondent

aux conceptions classiques des associations forestières du *Sorbo ariae – Tilietum platyphylli* Corriol & Chaney 2011 ou, pour les plus thermophiles, de Corriol & Chaney 2011. Les secteurs plus frais plus stabilisés ou à sol plus évolué sont dominés par le hêtre (*Fagus sylvatica*), seul ou en mélange avec le sapin pectiné (*Abies alba*). La phytocénose correspond à la conception classique du *Scillo lilio-hyacinthi-Fagetum sylvaticae buxetosum sempervirentis* Rivas-Mart. et al. 1991. Le frêne (*Fraxinus excelsior*), espèce post-pionnière, est quand à lui assez fréquent dans les relevés, sans en être l'espèce dominante en ce qui concerne le recouvrement.

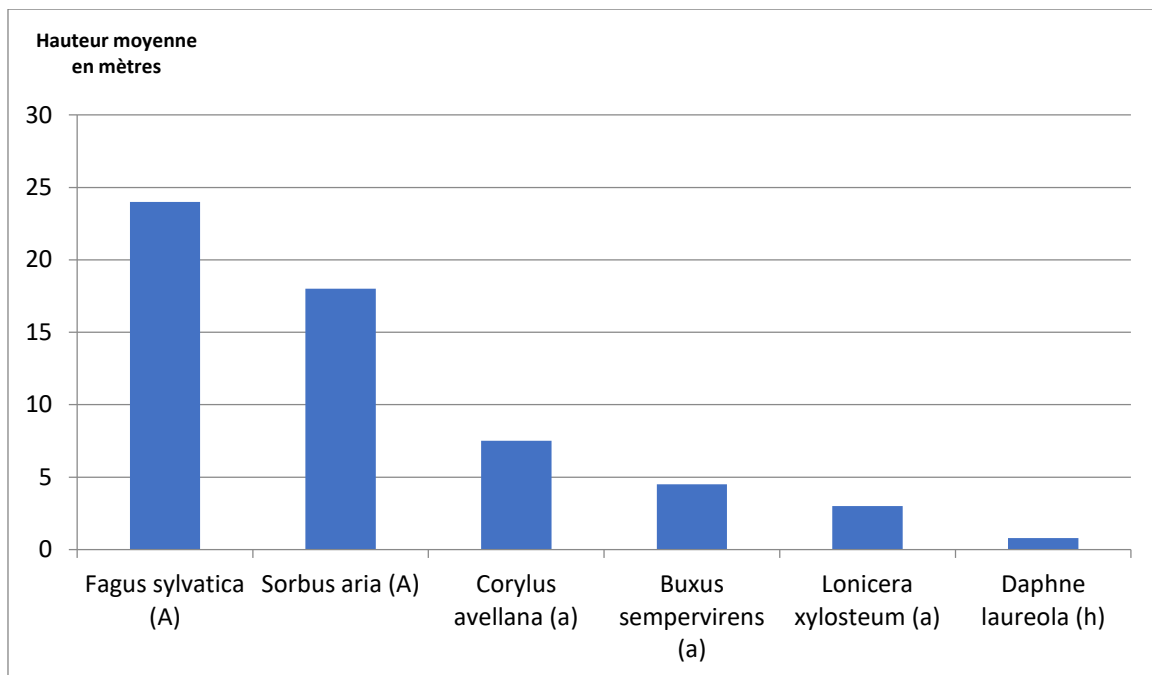
Figure 80 : bord de D921, gorges de Luz ; strate arborée du *Sorbo ariae – Tilietum platyphylli* ; forte pente et hauteur homogène de la strate arbustive dominée par le Buis.



Figure 81 : départ de la Gourgue d'Asque ; strate arborée du *Scillo lilio-hyacinthi* – *Fagetum buxetosum*, pente de 45°, strate herbacée réduite.



Figure 82 : Hauteur moyenne de plusieurs espèces significatives (station n° 17).



Récapitulatif des groupements végétaux (syntaxons) arbustifs identifiés

Classe des *Rhamno catharticae - Prunetea spinosae* Rivas Goday & Borja Carbonell 1961 = (*Crataego monogynae-Prunetea spinosae* Tüxen 1962)

Ordre des *Prunetalia spinosae* Tüxen 1952

Alliance de l'*Amelanchiero ovalis - Buxion sempervirentis* O. Bolos & Romo 1989

Association du *Pistacio terebenthi - Amelanchieretum ovalis* (Vanden Berghen 1963) B. Foucault & J.-M. Royer

Association du *Violo hirtae - Buxetum sempervirentis* Gruber 1993

Alliance du *Berberidion vulgaris braun-Blanq.* Ex Tüxen 1952

Association du *Buxo sempervirentis - Coryletum avellanae* Corriol 2012 prov.

Figure 83 : écogramme des groupements arbustifs.

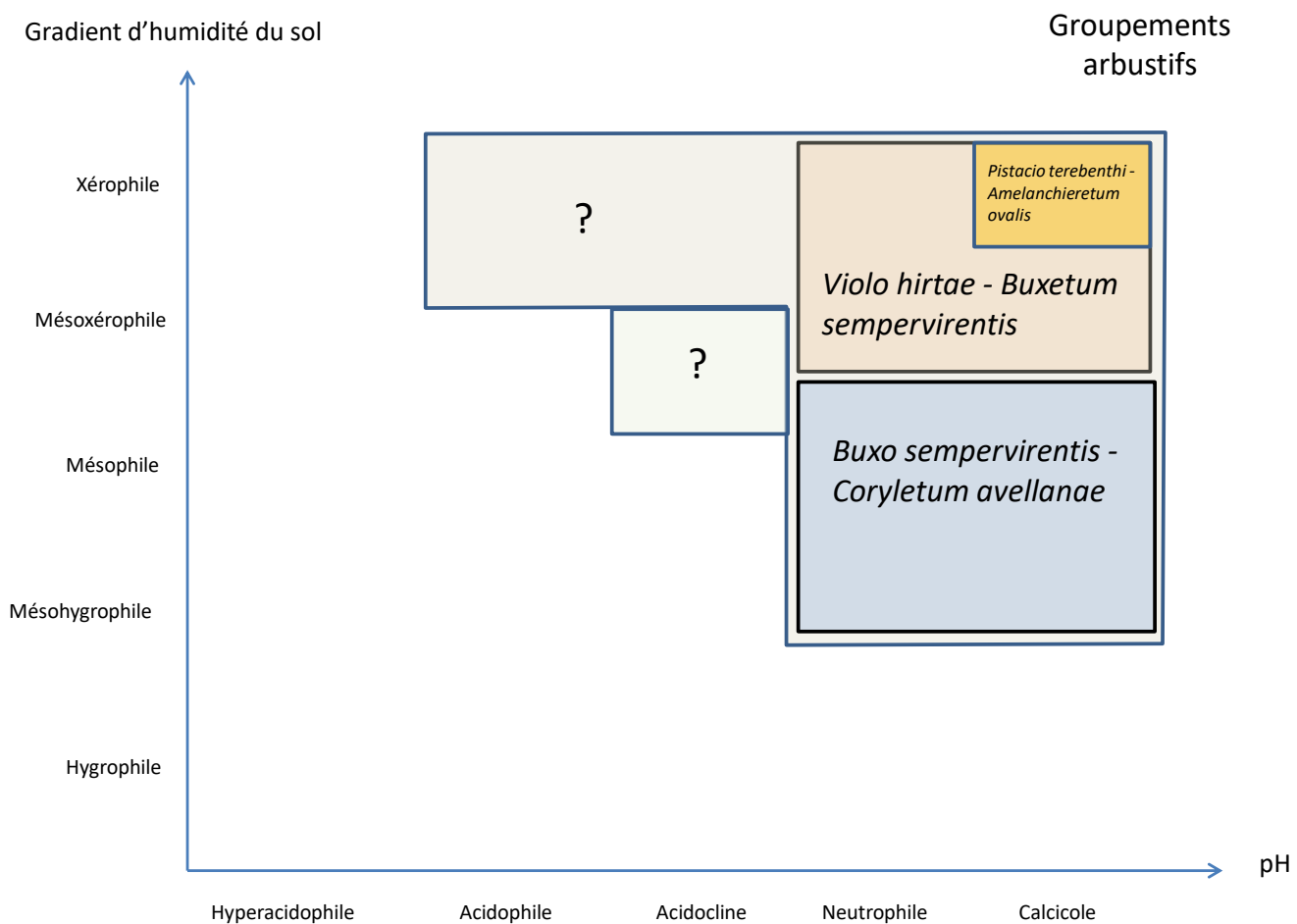
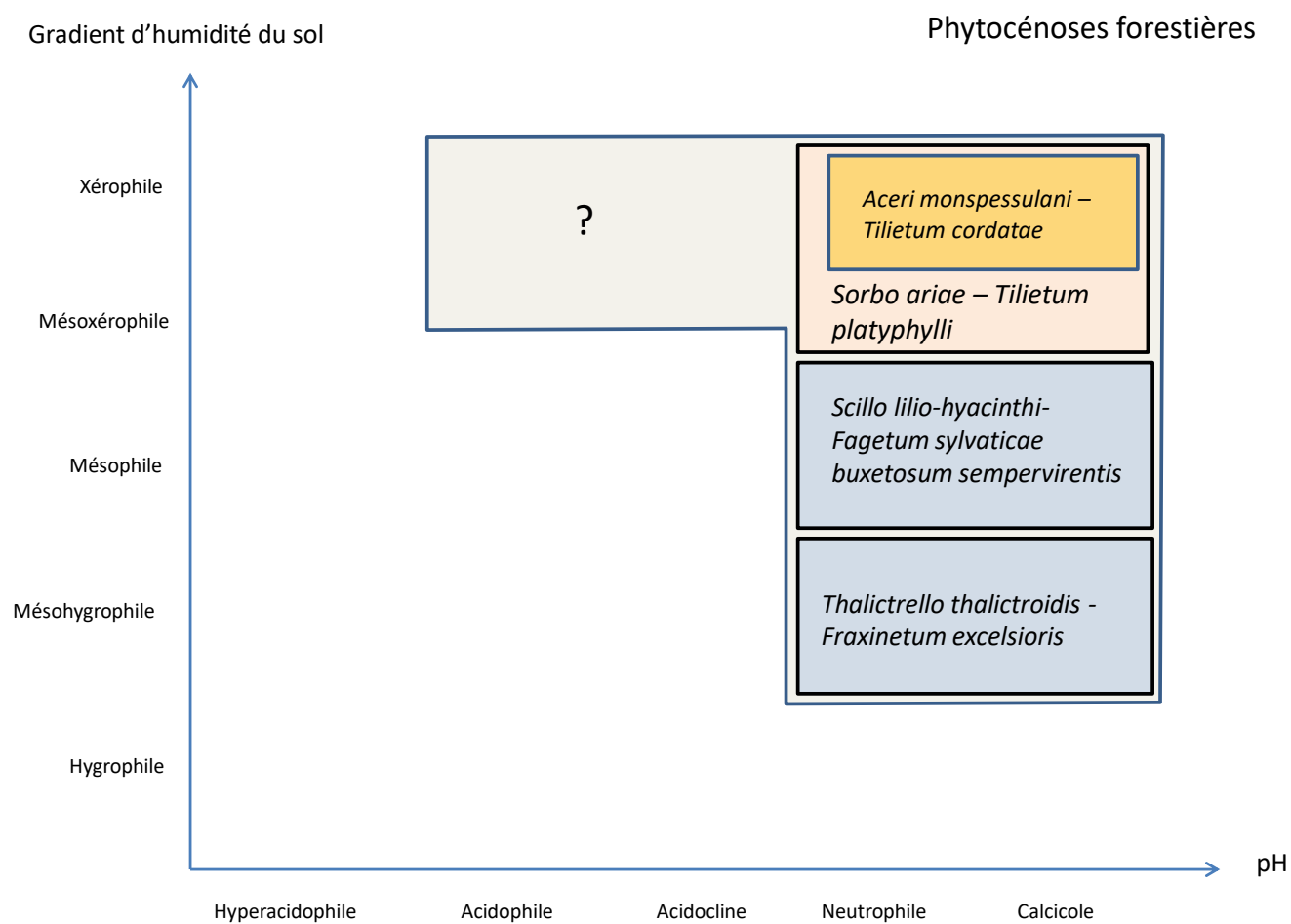


Figure 84 : écogramme des groupements arborescents.



DOCUMENT DE COMMUNICATION

Restitution à l'intention du grand public des investigations entreprises par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées dans le cadre du projet « *Évaluation et suivi des buxaias face au développement de la Pyrale du buis dans les Hautes-Pyrénées. Approche préliminaire (2019-2020)* » : en version numérique et imprimée, ce support résume, sans être exhaustif, les connaissances acquises et confortées sur le buis en tant qu'espèce patrimoniale et les buxaias en tant qu'habitat naturel riche d'une biodiversité parfois insoupçonnée ; un état des lieux préalable nécessaire pour permettre de mieux appréhender les pressions à l'œuvre...

Figure 85 : extrait du document de communication sur les buxaias.



CONNAISSANCE

Évaluations et suivis, approche préliminaire, dans un contexte d'épidémie parasitaire (2019-2020)

BUIS ET BUXAIAS DES HAUTES-PYRÉNÉES

HABITATS FLORE - FONGE

Préserver la flore sauvage des Pyrénées et de Midi-Pyrénées

RESERVE NATURELLE RÉGIONALE MASSIF PIBESTE-AOULHET

HAUTES-PYRÉNÉES LE DÉPARTEMENT

PRÉFET DE LA RÉGION OCCITANIE

Opération financée par l'État via le plan national pour l'aménagement et le développement de services (PNAAD) Massif des Pyrénées

Conception & Maquette graphique : CBMPNF ; Impression : Impression Fini - Bagatelles de Béarn

De l'intérêt écologique des buxaias pyrénéennes état des lieux et perspectives

Face au déperissement préoccupant des buis dans le département et compte tenu du rôle de protection passive rempli par les buxaias surplombant des zones à risques, une évaluation préliminaire a été engagée avec le concours du Conservatoire botanique...

Cherchant à constituer une base d'informations préalable à toutes actions de prévention des risques naturels et de préservation du patrimoine végétal, l'étude a notamment consisté à cartographier la répartition et la typologie des buxaias dans les Hautes-Pyrénées, avant et après la dernière épidémie parasitaire de 2018.

Basée sur l'analyse d'images satellitaires d'une part et, d'autre part, sur les données de terrain capitalisées, cette opération a permis de mettre en évidence les buxaias infectés et défoliés du territoire.

L'étape suivante, d'ores et déjà en cours, consistera à pointer plus précisément les buxaias malades ou mortes qui se situent dans des zones à risques potentiels pour le réseau routier.

L'évaluation a par ailleurs donné lieu à un ensemble de recherches bibliographiques en vue de mieux apprécier l'état de conservation du Buis, en tant que plante patrimoniale, et des buxaias en tant qu'habitats singuliers pour une importante diversité de champignons, de bryophytes et de lichens. Cette phase documentaire complétée par un échantillonnage sur quelques sites a permis d'établir une série de premières observations mesurant l'impact des invasions biologiques qu'ont subi les buxaias sur la diversité végétale et fongique qu'elles abritent.

Enfin, considérant que le déperissement massif des buis est susceptible de modifier les dynamiques végétales qui participent à la stabilité des sols, cette première phase d'étude a également consisté à mettre en œuvre un protocole de suivi.

Requérant des observations sur le long terme, ce suivi de l'évolution des végétations de buxaias nécessite d'envisager divers scénarios en fonction des conditions stationnelles et cela sur des aires d'étude suffisamment étendues. La Réserve naturelle régionale du massif du Pibeste-Aoulhet, impactée depuis 2018 par la Pyrale du Buis, s'est révélée parmi les zones d'investigation optimale. Ainsi, 7 placettes permanentes d'environ 1 250 m² y ont été installées en différentes situations en partenariat avec les techniciens gestionnaires du site.

Un « état zéro » a alors été dressé, caractérisant chaque placette sur la base de relevés phytosociologiques qui permettent d'obtenir une photographie de la végétation en place, et de données figurant la fréquence des buis, leurs stades de développement et leur état sanitaire.

Ce dispositif mis en place dans l'expectative de nouveaux relevés, idéalement tous les 3 ans si les moyens alloués le permettent, devrait révéler si les écosystèmes à buis profitent d'une régénération post-épidémique ou bien si de nouvelles espèces apparaissent, créant une nouvelle dynamique végétale et conduisant, à terme, à une substitution des buxaias et de leurs fonctionnalités telles qu'actuellement connues.

8 750 m² de buxaie sous surveillance dans les Hautes-Pyrénées (6)

Remerciements à l'équipe de la Réserve naturelle régionale du massif du Pibeste-Aoulhet pour sa précieuse collaboration dans le cadre de la mise en œuvre du protocole de suivi et particulièrement pour la mise en place des placettes permanentes.

En partenariat avec le Conservatoire, ils ont cofinancé le projet « Évaluation et suivi des buxaias face au développement de la Pyrale du buis dans les Hautes-Pyrénées. Approche préliminaire » :

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- BARDAT J., BIORET F., BOTINEAU M., ET AL., 2004. Prodrôme des végétations de France. Ed. Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 171 p.
- CORRIOL, G. 2006(2005) — Sur l'intérêt mycologique de certaines phytocénoses pyrénéennes. *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse* 141(2) : 83-89.
- CORRIOL G. 2009 — Compte-rendu de la réunion concernant le dépérissement des buxaias du piémont pyrénéen en situation de ravin (vendredi 29 mai 2009, Gourgue d'Asque, Hautes-Pyrénées). CBNPMP, 4 p.
- CORRIOL G., 2010. Etude phytosociologique des chênaies pédonculées - frênaies édaphiques et stationnelles (Fraxino-Quercion) du piémont nord-pyrénéen. *Monde des plantes*, 503 : 1-15.
- CORRIOL G. 2013 — Les ravins humides du piémont nord-pyrénéen accueillent *Rhodocybe obtusatula* (nouveau pour la France). *Errotari* 10 : 34-44.
- CORRIOL G. & CHANEY M. 2011(2010) — Contribution à l'étude phytosociologique des forêts de ravins des Pyrénées. Validation de quelques syntaxons nouveaux. Actes du Colloque de phytosociologie en hommage à J.-C. Rameau, Nancy, 2008. *Rev. for. française* 62(3-4) : 229-236.
<http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/38937>
- CROUS P.W., GROENEWALD J.Z., HILL C.F. 2002 — *Cylindrocladium pseudonaviculatum* sp. nov. from New Zealand, and new *Cylindrocladium* records from Vietnam. *Sydowia* 54 : 23–34.
- FOUCAULT (DE) B. & ROYER J.-M. 2015 — Contribution au prodrôme des végétations de la France : les *Rhamno catharticae* – *prunetea spinosae* Rivas Goday & Borja ex Tüxen 1962. *Doc. Phytosoc.*, série III, 2 : 150-343.
- GRUBER M., 1993. Les buxaias thermophiles des Hautes-Pyrénées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 129 : 37-41.
- GRUBER M. 1994 — Les fruticées mésophiles à *Buxus sempervirens* L. des Hautes-Pyrénées. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 130 : 21-25.
- HENRICOT, B. & CULHAM A. 2002 — *Cylindrocladium buxicola*, a new species affecting *Buxus* spp., and its phylogenetic status. *Mycologia* 94(6) : 980-997.
- JULVE P. 1998 — Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Consulté en novembre 2020. <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>
- MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2005. Habitats agropastoraux : Cahiers d'habitats Natura 2000, Tome 4, volumes 1 et 2. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, 2 livres (445, 487 p.), Ed. La documentation française, Paris, 936 p.
- RAMEAU J. C., MANSION D., DUME G., TIMBAL J., LECOINTE A., DUPONT P., KELLER R., 1989. Flore forestière française : guide écologique illustré, 1 : plaines et collines. Ed. Institut pour le Développement Forestier, 1785 p.
- RAMEAU J.-C., MANSION D., DUME G., LECOINTE A., TIMBAL J., DUPONT P. & KELLER R. 1993 — *Flore forestière française. Tome 2 : montagnes*. Institut pour le développement forestier Éditions, Paris, 2421 p.
- RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE C., BARDAT J., BRUNO E., KELLER R., 2008. Flore forestière française : guide écologique illustré, 3 : région méditerranéenne. Ed. Institut pour le développement forestier, 2426 p.

- RIVAS-MARTÍNEZ S. & coll, 2011 — Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. Parte II. *Itin. Geobot.* 18 (1) : 5-424
- RUTH MITCHELL R., CHITANAVA S., DBAR R., KRAMARETS V., LEHTIJÄRVI A., MATCHUTADZE I., MAMADASHVILI G., MATSIAKH I., NACAMBO S., PAPAZOVA-ANAKIEVA I. SATHYAPALA S., TUNIYEV B., VÉTEK G., ZUKHBAIA M. & KENIS M. 2018 — Identifying the ecological and societal consequences of a decline in *Buxus* forests in Europe and the Caucasus. *Biological Invasions* 20 : 3605-3620.
- SUGNY D., ANTONY C., MOINGEON J.-M., THIERY F., VADAM J.C. 2015 — Une maladie qui dévaste les buis : *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, Groenewald & Hill) L. Lombard, M.J. Wingf. & Crous. *Bull. Soc. Hist. Nat. Pays de Montbéliard*, 283-286.
- TISON J.-M. & DE FOUCAULT (DE) B. 2014 — *Flora Gallica*. Société botanique de France. Biotope Éditions, Mèze, 1195 p.
- TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M & WEBB D.A (EDS). 1968 — *Flora Europaea Volume 2 Rosaceae to Umbelliferae*. Cambridge University Press, 469 p..
- VENET J. 1987 — *Identification et classement des bois français*. 2^{ème} édition revue par R. Keller. ENGREF, Nancy, 308 p.

ANNEXE 1 : RELEVES DE VEGETATION DE BUXAIES

Détail des stations

- Buxaie sous tillaie environ 20 mètres au-dessus de la route qui monte au Saussa - Gèdre (65)

Le 12 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-1 28 taxons Acer campestre, Asplenium adiantum-nigrum, Betula pendula, Buxus sempervirens, Campanula
Altitude 1135 trachelium, Carex divulsa, Carex ornithopoda, Cephalanthera longifolia, Corylus avellana, Fagus sylvatica, Galium rotundifolium, Hedera helix, Hepatica nobilis (Anemone hepatica L., 1753), Hieracium, Lactuca muralis (Lactuca muralis (L.) Gaertn., 1791), Lonicera xylosteum,
Topographie 1753), Luzula forsteri, Melica uniflora, Polypodium vulgare, Potentilla sterilis, Quercus pubescens,
Type de relief Ramonda myconi, Sorbus aria, Stellaria holostea, Teucrium scorodonia, Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Viscum album.
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition E
Roche mère Schistes (calcaires ?)

- Hourque, buxaie sous tillaie, au-dessus du sentier - Gèdre (65)

Le 12 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-2 20 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Betula pendula, Buxus sempervirens, Carex digitata, Corylus
Altitude 1095 avellana, Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Helleborus viridis, Hepatica nobilis (Anemone hepatica L., 1753), Ilex aquifolium, Luzula forsteri, Oxalis acetosella, Polystichum aculeatum,
Topographie Polystichum lonchitis, Prenanthes purpurea, Ramonda myconi, Saxifraga hirsuta subsp. hirsuta,
Type de relief Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Viscum album.
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition NO
Roche mère Schistes calcaires

- Nord-ouest de Sardey, buxaie sous chênaie pubescente de part et d'autre du sentier - Esquièze-Sère (65)

Le 12 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-3 21 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Betonica officinalis, Buxus sempervirens, Campanula trachelium,
Altitude 1009 Carex ornithopoda, Cephalanthera longifolia, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Hepatica nobilis (Anemone hepatica L., 1753),
Topographie Juniperus communis, Lactuca muralis (Lactuca muralis (L.) Gaertn., 1791), Ligustrum vulgare,
Type de relief Prunus avium, Quercus pubescens, Tilia platyphyllos, Viburnum lantana, Vicia sepium, Viola hirta.
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition SO
Roche mère Schistes calcaires

- Au-dessus de la route entre Beyrede Jumet et jumet, buxaie sur affleurement calcaire - Beyrède-Jumet (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-4 34 taxons Acer monspessulanum, Aceras anthropophorum (Orchis anthropophora (L.) All., 1785), Acinos
Altitude 801 alpinus (Clinopodium alpinum (L.) Kuntze, 1891), Asplenium adiantum-nigrum, Bupleurum falcatum, Buxus sempervirens, Campanula patula, Campanula trachelium, Cornus sanguinea,
Topographie Crataegus monogyna, Crucjata glabra, Dianthus hyssopifolius, Fraxinus excelsior, Galium album,
Type de relief Jasminum fruticans, Juniperus communis, Ligustrum vulgare, Lonicera periclymenum, Origanum vulgare, Prunus mahaleb, Quercus pubescens, Rhamnus cathartica, Ribes alpinum, Rosa stylosa,
Pente 101 à 275 % (45 à
Exposition SSO Seseli montanum, Silene vulgaris, Tamus communis (Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin, 2002), Tanacetum corymbosum, Viburnum opulus, Vicia sepium, Vincetoxicum hirundinaria.
Roche mère Calcaires

- Au-dessus de la D929, et de la ligne électrique, en face de l'embranchement pour Fréchet-Aure, buxaie sous chênaie pubescente - Fréchet-Aure (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-5 10 taxons Acer monspessulanum, Buxus sempervirens, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus
Altitude 705 monogyna, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Lonicera xylosteum, Quercus pubescens, Tilia platyphyllos.
Topographie
Type de relief
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition ESE
Roche mère Calcaires

- Cadéac, au-dessus du cimetière, buxaie sous chânaie pubescente - Cadéac (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-6 29 taxons Acer platanoides, Asplenium adiantum-nigrum, Betonica officinalis, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Carex ornithopoda, Clematis vitalba, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Crucjata glabra, Dianthus monspessulanus (Dianthus hyssopifolius L., 1755), Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Lathyrus montanus (Lathyrus linifolius var. montanus (Bernh.) Bässler, 1971), Lathyrus niger, Lonicera xylosteum, Melica uniflora, Mercurialis perennis, Poa nemoralis, Potentilla sterilis, Quercus pubescens, Robinia pseudoacacia, Rubia peregrina, Silene nutans, Tilia platyphyllos, Trifolium rubens, Trifolium pratense, Vincetoxicum hirundinaria.

Altitude 815

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition S

Roche mère Calcaires

- Au-dessus de la route d'Aulon, en amont du cimetière, buxaie sous peupleraie - Cadéac (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-7 24 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Carex ornithopoda, Clematis vitalba, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Crucjata glabra, Daphne laureola, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Hieracium, Lathyrus niger, Melica uniflora, Poa nemoralis, Polypodium vulgare, Polystichum aculeatum, Populus tremula, Pteris aquilina (Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879), Rubia peregrina, Tilia platyphyllos, Vincetoxicum hirundinaria.

Altitude 856

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition SSE

Roche mère

- Au-dessus de la D123, au nord de Vielle-Aure, buxaie entre les affleurements schisteux et calcaires - Vielle-Aure (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-8 28 taxons Abies alba, Asplenium adiantum-nigrum, Astragalus monspessulanus, Buxus sempervirens, Carex halleriana, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Crucjata glabra, Euphorbia cyparissias, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Helianthemum nummularium, Hippocrepis comosa, Juniperus communis, Lathyrus niger, Lotus corniculatus, Melica uniflora, Origanum vulgare, Polygala vulgaris, Quercus pubescens, Sarothamnus scoparius (Cytisus scoparius (L.) Link, 1822), Silene nutans, Tanacetum corymbosum, Teucrium chamaedrys, Teucrium pyrenaicum, Thymus vulgaris, Viburnum opulus.

Altitude 973

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition SSO

Roche mère schistes calcaires

- Au-dessus de la piste qui part de Cadeilhan Trachère vers Tramezaïgues, buxaie sous forêt de bouleaux - Cadeilhan-Trachère (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-9 23 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Betula pendula, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Campanula trachelium, Cephalanthera longifolia, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Fagus sylvatica, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Juniperus communis, Lathyrus niger, Lonicera xylosteum, Luzula forsteri, Polypodium vulgare, Populus tremula, Potentilla sterilis, Quercus sessiliflora (Quercus petraea Liebl. subsp. petraea), Salix caprea, Teucrium scorodonia, Tilia platyphyllos.

Altitude 981

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition SSE

Roche mère Schistes ardoisiers

- Au-dessus de la chapelle de Mayabat, buxaie sous chânaie - Aragnouet (65)

Le 13 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-10 16 taxons Abies alba, Betula pendula, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Cephalanthera longifolia, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Fagus sylvatica, Hedera helix, Lathyrus montanus (Lathyrus linifolius var. montanus (Bernh.) Bässler, 1971), Luzula forsteri, Populus tremula, Pseudotsuritis turrita, Quercus petraea (Quercus petraea Liebl., 1784), Teucrium scorodonia, Tilia platyphyllos.

Altitude 1056

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

- Versant sud du bois du Bouch de Castenné à l'ouest de la Maison Laoncat, buxaie sous forêt caducifoliée - Nistos (65)

Le 14 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-11 28 taxons Acer campestre, Ajuga reptans, Anemone triloba (Anemone hepatica L., 1753), Asplenium adiantum-nigrum, Betonica officinalis, Betula pendula, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Carex flacca, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Daphne laureola, Fagus sylvatica, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Hypericum montanum, Ligustrum vulgare, Melica uniflora, Mercurialis perennis, Poa nemoralis, Quercus pubescens, Rubia peregrina, Ruscus aculeatus, Sorbus aria, Tamus communis (Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin, 2002), Tilia platyphyllos.

Altitude 751

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition S

Roche mère Calcaires

- Versant sud de la coume de Bourguay, au-dessus d'une piste forestière, buxaie sous hêtraie - Nistos (65)

Le 14 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-12 30 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Betonica officinalis, Betula pendula, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Carex flacca, Carex ornithopoda, Clematis vitalba, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Daphne laureola, Euphorbia amygdaloides, Fagus sylvatica, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Hepatica triloba (Anemone hepatica L., 1753), Hypericum montanum, Ilex aquifolium, Ligustrum vulgare, Lonicera xylosteum, Melica uniflora, Origanum vulgare, Prunus avium, Prunus spinosa, Quercus pubescens, Rubia peregrina, Ruscus aculeatus, Tamus communis (Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin, 2002), Tilia platyphyllos.

Altitude 770

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition SO

Roche mère Calcaires

- Environ 30 mètres au-dessus du calvaire au nord d'Ourde, buxaie relictuelle - Ourde (65)

Le 14 mai 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-13 23 taxons Acer campestre, Aceras anthropophorum (Orchis anthropophora (L.) All., 1785), Brachypodium rupestre, Buxus sempervirens, Cardamine impatiens, Carex pairae, Crataegus monogyna, Dactylis glomerata, Euphorbia amygdaloides, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Galium aparine, Geranium robertianum subsp. robertianum, Hedera helix, Helleborus foetidus, Juniperus communis, Prunus mahaleb, Quercus ilex, Quercus pubescens, Rubus, Tamus communis (Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin, 2002), Urtica dioica, Vinca major.

Altitude 796

Topographie

Type de relief

Pente 11 à 50 % (6 à 27°)

Exposition S

Roche mère Calcaires

- Massif de la Bouche, 50 mètres au-dessus de la piste, pelouse et buxaie - Campan (65)

Le 6 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-14 56 taxons Acinus alpinus (Clinopodium alpinum (L.) Kuntze, 1891), Anthyllis vulneraria, Asperula cynanchica, Betonica officinalis, Betula pendula, Brachypodium rupestre, Briza media, Bromopsis erecta, Buxus sempervirens, Campanula rotundifolia, Carduus defloratus subsp. argemone, Carex halleriana, Centaurea decipiens, Centaureum erythraea, Corylus avellana, Crucjata glabra, Danthonia decumbens, Erica vagans, Festuca, Festuca rubra, Fumana procumbens, Galium mollugo, Galium pumilum, Geranium sanguineum, Globularia nudicaulis, Helianthemum nummularium, Hepatica nobilis (Anemone hepatica L., 1753), Hippocrepis comosa, Hypericum burseri (Hypericum richeri subsp. burseri (DC.) Nyman, 1878), Hypericum perforatum, Juniperus communis, Koeleria pyramidata, Linum catharticum, Lotus corniculatus subsp. corniculatus, Origanum vulgare, Pilosella officinarum, Pimpinella saxifraga, Plantago lanceolata, Plantago media, Polygala vulgaris, Potentilla neumanniana (Potentilla verna L., 1753), Prunella hastifolia, Pteris aquilina (Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879), Quercus pubescens, Rubia peregrina, Ruscus aculeatus, Sanguisorba minor (Poterium sanguisorba L., 1753), Scabiosa cinerea, Senecio jacobaea (Jacobaea vulgaris Gaertn., 1791), Seseli montanum, Sesleria caerulea, Silene nutans, Teucrium chamaedrys, Teucrium pyrenaicum, Thymus drucei, Valeriana officinalis.

Altitude 740

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition SO

Roche mère Calcaires

- Massif de la Bouche, au-dessus du pont de la Peyre, buxaie sous couvert forestier clairsemé, de part et d'autre du sentier - Campan (65)

Le 6 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-15 32 taxons *Asplenium trichomanes*, *Brachypodium sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Campanula trachelium*,
Altitude 724 *Cardamine impatiens*, *Carex ornithopoda*, *Carex sylvatica*, *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*,
Corylus avellana, *Crataegus monogyna*, *Daphne laureola*, *Fraxinus excelsior*, *Geranium*
Topographie *robertianum* subsp. *robertianum*, *Hedera helix*, *Helleborus foetidus*, *Ilex aquifolium*, *Juniperus*
Type de relief communis, *Lonicera xylosteum*, *Melica uniflora*, *Prunus spinosa*, *Quercus pubescens*, *Rhamnus*
cathartica, *Rubia peregrina*, *Rubus*, *Ruscus aculeatus*, *Tamus communis* (*Dioscorea communis*
Pente 51 à 100 % (27 à (*L.*) *Caddick & Wilkin*, 2002), *Tilia cordata*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus montana* (*Ulmus*
Exposition SO *glabra* Huds., 1762), *Viola*.
Roche mère Calcaires

- Massif de la Bouche, à l'est des falaises d'escalade de Trassouet, buxaie sous tillaie clairsemée, de part et d'autre du sentier - Campan (65)

Le 6 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-16 18 taxons *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Brachypodium sylvaticum*,
Altitude 906 *Buxus sempervirens*, *Carex flacca*, *Corylus avellana*, *Daphne laureola*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus*
excelsior, *Hedera helix*, *Helleborus foetidus*, *Hepatica triloba* (*Anemone hepatica* L., 1753),
Topographie *Juniperus communis*, *Rubia peregrina*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus montana* (*Ulmus*
Type de relief *glabra* Huds., 1762).
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition O
Roche mère Calcaires

- Au-dessus du pont de Crabiou, en rive droite du gave de Barrada, buxaie sous hêtraie-sapinière - Gèdre (65)

Le 9 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-17 30 taxons *Abies alba*, *Asperula odora* (*Galium odoratum* (L.) Scop., 1771), *Asplenium adiantum-nigrum*,
Altitude 1314 *Brachypodium sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Carex ornithopoda*, *Carex sylvatica*, *Corylus*
avellana, *Crataegus monogyna*, *Daphne laureola*, *Deschampsia flexuosa* (*Avenella flexuosa*
Topographie (L.) Drejer, 1838), *Dryopteris filix-mas*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Helleborus viridis*,
Type de relief *Hepatica nobilis* (*Anemone hepatica* L., 1753), *Lamium galeobdolon*, *Lathyrus montanus*
(*Lathyrus linifolius* var. *montanus* (Bernh.) Bässler, 1971), *Lonicera xylosteum*, *Mercurialis perennis*,
Pente 11 à 50 % (6 à 27°) *Neottia nidus-avis*, *Poa nemoralis*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum lonchitis*, *Pulmonaria*
Exposition SO *affinis*, *Salix caprea*, *Sorbus aria*, *Sorbus mougeotii*, *Vicia sepium*, *Viscum album*.
Roche mère Schistes

- Au-dessus de la piste qui monte aux granges de Barrada, buxaie sous hêtraie sapinière - Gèdre (65)

Le 9 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-18 11 taxons *Abies alba*, *Asperula odorata* (*Galium odoratum* (L.) Scop., 1771), *Buxus sempervirens*,
Altitude 1097 *Dryopteris affinis*, *Fagus sylvatica*, *Luzula sylvatica*, *Mercurialis perennis*, *Oxalis acetosella*, *Rubus*,
Sorbus mougeotii, *Tilia cordata*.
Topographie
Type de relief
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition NNE
Roche mère

- Au-dessus du barrage de Pragnères en rive gauche du gave, buxaie sous forêt caducifoliée - Gèdre (65)

Le 9 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-19 18 taxons *Acer campestre*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Betula pendula*, *Brachypodium rupestre*, *Buxus*
Altitude 906 *sempervirens*, *Carex ornithopoda*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Fagus sylvatica*,
Fraxinus excelsior, *Hedera helix*, *Hepatica nobilis* (*Anemone hepatica* L., 1753), *Lonicera*
Topographie *xylosteum*, *Polypodium vulgare*, *Rubia peregrina*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Viola*.
Type de relief
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition SE

- Juste en amont du GR 10, au sud de la croix de Sia, buxaie sous chânaie pubescente - Luz-Saint-Sauveur (65)

Le 9 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-20 23 taxons *Abies alba*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium trichomanes*, *Betonica officinalis*,
Altitude 1022 *Brachypodium sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Calluna vulgaris*, *Corylus avellana*, *Cotoneaster*
integerimus, *Crataegus monogyna*, *Deschampsia flexuosa* (*Avenella flexuosa* (L.) Drejer, 1838),
Topographie *Dianthus hyssopifolius*, *Festuca rubra*, *Hepatica nobilis* (*Anemone hepatica* L., 1753), *Juniperus*
Type de relief communis, *Luzula forsteri*, *Polypodium vulgare*, *Pteris aquilina* (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn,
1879), *Quercus petraea* (*Quercus petraea* Liebl., 1784), *Quercus pubescens*, *Teucrium*
Pente 51 à 100 % (27 à *scorodonia*, *Tilia platyphyllos*, *Viscum album*.
Exposition E
Roche mère Schistes

- Les Cures, au nord-est de la route, buxaie sous fillaie, sur éboulis calcaire - Ferrières (65)

Le 20 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-22 22 taxons *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium scolopendrium*, *Asplenium trichomanes*, *Brachypodium*
Altitude 701 *sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Carex divulsa*, *Carex sylvatica*, *Corylus avellana*, *Crataegus*
monogyna, *Dryopteris affinis* subsp. *affinis*, *Dryopteris filix-mas*, *Fraxinus excelsior*, *Hedera helix*,
Topographie *Mercurialis perennis*, *Polystichum setiferum*, *Prunus avium*, *Sambucus nigra*, *Stachys alpina*, *Tilia*
Type de relief *cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Urtica dioica*, *Veronica chamaedrys*.
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition O
Roche mère Calcaires

- Rachou, au nord de la route du col de Spandelles, buxaie sous jeune hêtraie entre les blocs rocheux - Ferrières (65)

Le 20 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-24 26 taxons *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium scolopendrium*, *Athyrium filix-femina*, *Brachypodium*
Altitude 1070 *sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Carex sylvatica*, *Crataegus monogyna*, *Daphne laureola*,
Dryopteris filix-mas, *Fagus sylvatica*, *Fragaria vesca*, *Fraxinus excelsior*, *Hedera helix*, *Helleborus*
Topographie *viridis*, *Ilex aquifolium*, *Juniperus communis*, *Luzula sylvatica*, *Monotropa hypopitys*, *Oxalis*
Type de relief *acetosella*, *Polypodium vulgare*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum setiferum*, *Populus*
tremula, *Salix caprea*, *Sanicula europaea*, *Urtica dioica*.
Pente 1 à 10 % (1/2 à 6°)
Exposition SO
Roche mère Calcaires

- Au-dessus de la route qui va de Sazos à Larise, buxaie sous fillaie - Viscos (65)

Le 9 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-21 23 taxons *Acer campestre*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium trichomanes*, *Betula pendula*,
Altitude 723 *Brachypodium sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Hedera*
helix, *Hepatica nobilis* (*Anemone hepatica* L., 1753), *Melica uniflora*, *Polystichum aculeatum*,
Topographie *Polystichum setiferum*, *Prunus avium*, *Quercus petraea* (*Quercus petraea* Liebl., 1784), *Rubia*
Type de relief *peregrina*, *Rubus*, *Ruscus aculeatus*, *Sorbus aucuparia*, *Tamus communis* (*Dioscorea communis*
(L.) Caddick & Wilkin, 2002), *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus montana* (*Ulmus glabra* Huds.,
1762).
Pente 51 à 100 % (27 à
Exposition NE
Roche mère Schistes

- La Herrère, environ 50 mètres au-dessus de la route D126 en rive droite du gave, buxaie sous fillaie - Ferrières (65)

Le 20 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-23 18 taxons *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium scolopendrium*, *Buxus sempervirens*, *Carex digitata*,
Altitude 495 *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Daphne laureola*, *Epipactis helleborine*, *Fragaria vesca*,
Fraxinus excelsior, *Hedera helix*, *Melica uniflora*, *Polystichum setiferum*, *Rubia peregrina*, *Rubus*,
Topographie *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Vinca minor*.
Type de relief
Pente 101 à 275 % (45 à

- A l'est du Col des Estrets, buxaie sous hêtraie sapinière - Esparros (65)

Le 21 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-25 33 taxons *Abies alba*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium scolopendrium*, *Asplenium trichomanes*,

Altitude 1165

Atropa belladonna, *Brachypodium sylvaticum*, *Buxus sempervirens*, *Cardamine impatiens*,
Carex divulsa subsp. *divulsa* (*Carex divulsa* Stokes, 1787), *Carex sylvatica*, *Corylus avellana*,
Crataegus monogyna, *Cruciata glabra*, *Daphne laureola*, *Fagus sylvatica*, *Fragaria vesca*,
Geranium robertianum subsp. *robertianum*, *Glechoma hederacea*, *Hedera helix*, *Helleborus*
viridis, *Ilex aquifolium*, *Lonicera xylosteum*, *Moehringia trinervia*, *Oxalis acetosella*, *Polypodium*
vulgare, *Polystichum aculeatum*, *Prunus avium*, *Rubus*, *Sambucus nigra*, *Taxus baccata*, *Urtica*
dioica, *Veronica chamaedrys*, *Viola riviniana*.

Topographie

Type de relief

Pente 11 à 50 % (6 à 27°)

Exposition S

Roche mère Calcaires

- Rebouc, Mont Aurous, buxaie sous chânaie pubescente - Hèches (65)

Le 21 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-26 30 taxons *Acer campestre*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium scolopendrium*, *Brachypodium*

Altitude 717

sylvaticum, *Buxus sempervirens*, *Cardamine impatiens*, *Carex sylvatica*, *Clematis vitalba*, *Cornus*
sanguinea, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Fragaria vesca*, *Fraxinus excelsior*,
Geranium robertianum subsp. *robertianum*, *Hedera helix*, *Hepatica nobilis* (*Anemone hepatica*
L., 1753), *Hypericum hirsutum*, *Ilex aquifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Melica uniflora*, *Prunus avium*,
Quercus pubescens, *Rhamnus cathartica*, *Rubia peregrina*, *Rubus*, *Ruscus aculeatus*, *Tilia*
cordata, *Tilia platyphyllos*, *Veronica chamaedrys*, *Viola*.

Topographie

Type de relief

Pente 11 à 50 % (6 à 27°)

Exposition SSO

Roche mère Calcaires

- Rebouc, versant nord du Mont Aurous, au-dessus de la piste, buxaie sous chânaie pubescente - Hèches (65)

Le 21 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-27 12 taxons *Asplenium scolopendrium*, *Asplenium trichomanes*, *Brachypodium sylvaticum*, *Buxus*
sempervirens, *Daphne laureola*, *Dryopteris affinis*, *Fraxinus excelsior*, *Hedera helix*, *Mercurialis*
perennis, *Polystichum setiferum*, *Quercus pubescens*, *Tilia cordata*.

Topographie

Type de relief

Pente 11 à 50 % (6 à 27°)

Exposition N

Roche mère Calcaires

- Versant ouest au nord du village, au-dessus de la D278, buxaie - Bazus-Neste (65)

Le 21 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-28 48 taxons *Acinos arvensis* (*Clinopodium acinos* (L.) Kuntze, 1891), *Asperula cynanchica*, *Asplenium*
adiantum-nigrum, *Asplenium trichomanes*, *Brachypodium rupestre*, *Buxus sempervirens*, *Carex*
halleriana, *Clinopodium vulgare*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Cotoneaster horizontalis*,

Altitude 617

Crataegus monogyna, *Dianthus hysopifolius*, *Festuca aquatilis*, *Fragaria vesca*, *Fraxinus*
excelsior, *Galium pumilum*, *Globularia nudicaulis*, *Hedera helix*, *Helianthemum nummularium*,
Helleborus foetidus, *Hypericum perforatum*, *Inula conyzia*, *Juniperus communis*, *Ligustrum*
vulgare, *Lotus corniculatus*, *Origanum vulgare*, *Polypodium vulgare*, *Potentilla neumanniana*
(*Potentilla verna* L., 1753), *Quercus pubescens*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa agrestis*, *Rubia*
peregrina, *Sanguisorba minor* (*Poterium sanguisorba* L., 1753), *Scabiosa columbaria*, *Sedum*
album, *Sedum sediforme*, *Senecio jacobaea* (*Jacobaea vulgaris* Gaertn., 1791), *Seseli*
montanum, *Silene nutans*, *Stachys recta*, *Teucrium pyrenaicum*, *Thymus drucei*, *Tilia platyphyllos*,
Verbascum lychnitis, *Verbascum sinuatum*, *Veronica officinalis*, *Viscum album*.

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition O

Roche mère Calcaires

- Au-dessus du parking de la gourque d'Asque, (ancienne scierie), en rive gauche de l'Arros, buxaie sous fillaie - Asque (65)

Le 21 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-29 27 taxons *Acer campestre*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Asplenium scolopendrium*, *Buxus sempervirens*,
Campanula patula, *Campanula trachelium*, *Cardamine pentaphyllos*, *Carex sylvatica*,
Clematis vitalba, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Dryopteris affinis*, *Fragaria vesca*,

Altitude 502

Fraxinus excelsior, *Hedera helix*, *Hypericum androsaemum*, *Hypericum hirsutum*, *Hypericum*
pulchrum, *Mercurialis perennis*, *Polystichum setiferum*, *Prunus avium*, *Rubia peregrina*, *Rubus*,
Ruscus aculeatus, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus montana* (*Ulmus glabra* Huds., 1762).

Topographie

Type de relief

- Nougate, au-dessus de la D921, en rive droite du gave, buxaie sous fillaie - Villelongue (65)

Le 23 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-30 19 taxons Acer monspessulanum, Asplenium adiantum-nigrum, Buxus sempervirens, Castanea sativa,
Altitude 540 Corylus avellana, Crataegus monogyna, Dryopteris affinis, Fraxinus excelsior, Galeopsis tetrahit,
Hedera helix, Luzula forsteri, Polypodium vulgare, Polystichum setiferum, Quercus pubescens,
Topographie Ruscus aculeatus, Sorbus aria, Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Ulmus montana (Ulmus glabra
Type de relief Huds., 1762).

Pente 11 à 50 % (6 à 27°)

Exposition SO

Roche mère Schistes ardoisiers

- Lacaret, 30 mètres au-dessus de la piste qui monte au réservoir d'eau, buxaie sous chénaie pubescente, sur éboulis calcaire - Vizos (65)

Le 23 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-31 28 taxons Amelanchier ovalis, Asplenium adiantum-nigrum, Betula pendula, Buxus sempervirens, Cornus
Altitude 834 sanguinea, Corylus avellana, Cotoneaster horizontalis, Crataegus monogyna, Dianthus
hyssopifolius, Fraxinus excelsior, Galium album, Hedera helix, Helleborus
Topographie foetidus, Juniperus communis, Ligustrum vulgare, Prunus avium, Prunus spinosa, Pteris aquilina
Type de relief (Pteridium aquilinum (L.) Kuhn, 1879), Quercus pubescens, Salix caprea, Satureja montana,
Sedum sediforme, Thymus vulgaris, Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Viburnum opulus,

Pente 51 à 100 % (27 à

Vincetoxicum hirundinaria).

Exposition SO

Roche mère Calcaires

- Au-dessus de la D921 en rive gauche du gave, 50 mètres en aval de la passerelle, buxaie sous fillaie - Saligos (65)

Le 23 juillet 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-32 17 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Buxus sempervirens, Clematis vitalba, Corylus avellana, Crataegus
Altitude 673 monogyna, Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Helleborus viridis, Luzula pilosa,
Mercurialis perennis, Polystichum aculeatum, Polystichum setiferum, Tilia cordata, Tilia
Topographie platyphyllos, Ulmus montana (Ulmus glabra Huds., 1762), Viscum album.

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition NE

Roche mère Schistes

- Le Coustala au sud-est du Pic du Ger, environ 50 mètres au-dessus de la route, buxaie sous chénaie-frénaie - Jarret (65)

Le 9 septembre 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-33 17 taxons Asplenium adiantum-nigrum, Asplenium trichomanes, Buxus sempervirens, Clematis vitalba,
Altitude 668 Corylus avellana, Crataegus monogyna, Fraxinus excelsior, Geranium robertianum subsp.
robertianum, Hedera helix, Ilex aquifolium, Ligustrum vulgare, Quercus pedunculata (Quercus
Topographie robur L., 1753), Rhamnus cathartica, Rubus, Ruscus aculeatus, Sambucus nigra, Scolopendrium
Type de relief officinale (Asplenium scolopendrium L., 1753).

Pente 11 à 50 % (6 à 27°)

Exposition ENE

Roche mère Calcaires

- Peyras, au sud du monastère de Bethléem, en rive droite du ruisseau de Génie longue, buxaie sous hêtre - Saint-Pé-De-Bigorre (65)

Le 9 septembre 2020, Bruno Durand

Source Prospection

Buxaies 65-34 18 taxons Asplenium scolopendrium, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Carex sylvatica,
Altitude 446 Corylus avellana, Crataegus monogyna, Daphne laureola, Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior,
Hedera helix, Hepatica nobilis (Anemone hepatica L., 1753), Polystichum setiferum, Rubia
Topographie peregrina, Rubus, Ruscus aculeatus, Sorbus aria, Tilia cordata, Tilia platyphyllos.

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition O

Roche mère Calcaires

- Lombrés, Coume de Mondève, buxaie sous forêt caducifoliée - Lombrés (65)

Le 15 septembre 2020, Bruno Durand ; Anouar Hamdi

Source Prospection

Buxaies 65-35 25 taxons Acer campestre, Asplenium scolopendrium, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Clinopodium nepeta subsp. ascendens, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Daphne laureola, Euphorbia amygdaloides, Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Ilex aquifolium, Juniperus communis, Ligustrum vulgare, Melica uniflora, Populus tremula, Prunus avium, Quercus pedunculata (Quercus robur L., 1753), Rhamnus cathartica, Rubia peregrina, Rubus, Ruscus aculeatus, Sarothamnus scoparius (Cytisus scoparius (L.) Link, 1822).

Altitude 567

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition S

Roche mère Calcaires

- Versant sud-est du Soum de Castet Nauet, buxaie sous forêt caducifoliée - Générès (65)

Le 15 septembre 2020, Bruno Durand ; Anouar Hamdi

Source Prospection

Buxaies 65-36 19 taxons Acer campestre, Asplenium adiantum-nigrum, Asplenium scolopendrium, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Clinopodium nepeta subsp. ascendens, Dryopteris affinis, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Ligustrum vulgare, Lonicera xylosteum, Polystichum setiferum, Quercus pubescens, Rubia peregrina, Rubus, Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Viscum album.

Altitude 570

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition SE

Roche mère Calcaires

- Forêt domaniale de Générès, au-dessus de la piste forestière, buxaie sous hêtraie - Générès (65)

Le 15 septembre 2020, Bruno Durand ; Anouar Hamdi

Source Prospection

Buxaies 65-37 18 taxons Acer campestre, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Clematis vitalba, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus laevigata, Crataegus monogyna, Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Ligustrum vulgare, Lonicera xylosteum, Prunus avium, Quercus pedunculata (Quercus robur L., 1753), Rubia peregrina, Rubus, Ruscus aculeatus.

Altitude 725

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition OSO

Roche mère Calcaires

- Tibiran, face nord-est du Moulidé, buxaie sous tillaie - Tibiran-Jaunac (65)

Le 15 septembre 2020, Bruno Durand ; Anouar Hamdi

Source Prospection

Buxaies 65-38 27 taxons Acer campestre, Asplenium adiantum-nigrum, Asplenium trichomanes, Brachypodium sylvaticum, Buxus sempervirens, Carpinus betulus, Clinopodium nepeta subsp. ascendens, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Fagus sylvatica, Fragaria vesca, Fraxinus excelsior, Hedera helix, Hedera helix, Hypericum hirsutum, Ilex aquifolium, Ligustrum vulgare, Polypodium vulgare, Quercus pubescens, Rubia peregrina, Rubus, Ruscus aculeatus, Tamus communis (Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin, 2002), Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Viscum album.

Altitude 513

Topographie

Type de relief

Pente 51 à 100 % (27 à

Exposition NE

Roche mère Calcaires

ANNEXE 2 : CHAMPIGNONS INVENTORIES AUX GENIES DE SAINT-PE-DE-BIGORRE AVANT ET APRES L'EPIDEMIE DE PYRALE DU BUIS

Localisation/ En vert les taxons retrouvés après les épisodes parasitaires En rouge les taxons nouvellement inventoriés après les épisodes parasitaires En blanc les taxons encore non retrouvés	Données existantes avant épidémie de pyrale			post-pyrale
	date (jour)	date (mois)	date (année)	
La Génie Longue à Saint-Pé de Bigorre		4	1966	
La Génie Longue à Saint-Pé de Bigorre		11	1966	
vallée de la Génie Longue, au cirque		7	1994	
vallée de la Génie Longue		8	1994	
vallée de la Génie Longue		2	1995	
vallée de la Génie Longue		3	1995	
cours inférieur de la Génie Longue près confluent avec gave de Pau [...]		20	1995	
basse vallée de la Génie Longue en aval du pont du diable + bord du gave rive gauche en amont du confluent avec la Génie [...]		24	1995	
vallée de la Génie Longue jusqu'aux cabanes du Pujau de Caubole		9	1995	
dép. ferme Soulas, bergerie Sauguet avec pré, sentier des Piscoulets, col de Hau, Le Pladi [...]		6	1995	
vallée de la Génie Longue jusqu'au Pujau de Caubole (cabane)		7	1995	
St-Pé de B. pic de Larbastan, au SO du refuge d'Aoullhet		7	1995	
dép. Le Bergons (côte 1012m), col d'Andorre, flanc NE du pic d'Andorre, descente sur la vallée sèche de la Génie Longue [...]		21	1995	
refuge Peyras, sentier de Aoullhet puis sentier de Courm Rède, ancien camp de jeunesse - Génie Braque aux captages d'eau potable		24	1995	
forêt de Tres Crouts, Aoullhet, Larbastan et col, cuvette de la Toue, flanc NW au sourd de la Génie Braque		22	1995	
vallée de la Génie Braque, Bassin sup pâturage de la cabane de Bat de Hau, sourd de Male Taulu (1500)		8	1995	
forêt de Tres Crouts / sentier d'Aoullhet et bifurcation par sentier balisé dit de Serre Pourcou (Pla dets Bers [...])		16	1995	
Forêt de Tres Crouts: Sentier de Serre Pourcou recoupant ravins d'Artigue Riehou et Gargante, passant versant N du Cap des Litas, pour s'orienter vers le nord [...]		8	1995	
vallée de Génie Braque, pentes forestières du bassin moyen de droite, au dessus des restes du camp de jeunesse		21	1995	
à partir ferme Peyras, vers grotte de Castets, puis sentier descendant aux ruines de la marbrerie, basse vallée de la Génie Longue et visite d'un mélezéen [...]		27	1995	
vallée de la Génie Braque (rive droite-ruines du Moulin, camp de jeunesse, grotte Castets, ancienne marbrerie / rive gauche)		7	1995	
vallée moyenne de la Génie Braque, par le sentier de la vallée. Dép installation des captages, sur les 2 rives du torrent		21	1995	
basse vallée Génie Longue, aux plantations de mélèzes (rive droite) et épicéas (rive gauche) + Génie Braque en forêt de feuillus		30	1995	
basse vallée de la génie Braque, demi bassin de droite, Traversée du vallon Coume Rède, puis sentier forestier gagnant la Coume de la Lio [...]		26	1996	
ravins de Saint-pé de Bigorre		3	1996	
Génie Braque, Saint-Pé-de-Bigorre, dans la vallée boisée humide du torrent		3	1996	
vallée de la Génie Braque, basse vallée, montée sur les pentes boisées de Larau		9	1996	
vallée de la Génie Braque (captage des eaux), montée en forêt en direction des Toupiettes, pentes de versant est		12	1996	
Génie Braque, en suivant le sentier fléché "de s'Isarce", sur un gros tronç de hêtre sentier balisé de jaune		12	1996	
basses vallées des Génies Braque et Longue		8	1996	
vallée de la Génie Braque, près camp de jeunesse		13	1997	
Cirque de la Génie Longue, au pied de la cascade des Picharots		19	1997	
lapiatz aux Toupiettes (hauteurs de la Génie Braque)		9	1997	
Bois de "Trez Croutz"		17	1997	
vallée de Génie Braque, aval près des plantations de mélèzes et d'épicéas			1998	
Saint-Pé-de-Bigorre, Génie Braque, aux abords du sentier qui monte au niveau de l'ancienne ferme du Peyras		4	2003	
St PE DE BIGORRE, Génie Braque		12	2004	
Génie longue, le 1er kilomètre, au fond		5	2004	
vallée de la Génie Braque: à partir de sta. Épuration, sentier jusqu'à 1000m, entré dans la cuv. pastorale de la cabane de Bat de HAU [...]		28	2005	
St-Pé de Bigorre, Génie Braque		5	2006	
Saint-Pé-de-Bigorre, La Génie Braque		30	2008	
St-Pé, la Génie Longue, Pujau de Caubole à la cascade des Picharots		17	2008	
Génies de St-Pé, vers le bas de la Génie Braque		4	2008	
St-Pé, la Génie Longue, du Pujau de Caubole à la cascade des Picharots		4	2008	
Bas de la Génie Braque		4	2008	
Génie longue		4	2008	
Génie Braque		20	2008	
Génie longue		20	2008	
Génie longue		20	2008	
St-Pé, La Génie Longue, entre le Pujau de Caubole et la cascade des Picharots		5	2009	
Buxaie morte à la Génie Longue		18	2019	
Buxaie morte à l'aval de la Génie Longue		18	2019	
La Génie Longue - Congrès SMF 2019		18	2019	

