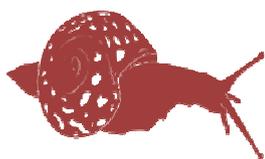
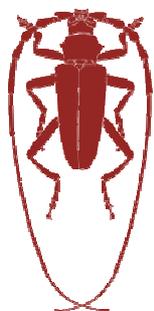


Les Invertébrés des forêts bretonnes

Amélioration de l'état des connaissances

*Contribution à une meilleure intégration de la conservation de la
biodiversité dans les pratiques des gestionnaires*

Rapport final. Année 4, Février 2017



Coordination et rédaction de l'étude : Cyril COURTIAL

Contribution à la rédaction des monographies : Thomas CHERPITEL (Hétéroptères), Franck HERBRECHT (Hyménoptères Crabronidae, Pompilidae), Etienne IORIO (Myriapodes), Mathieu LAGARDE (Coléoptères saproxyliques, Histeridae), Xavier LAIR (Diptères Syrphidae).

Relecture : Mathurin CARNET & Olivier DURAND

Prospections de terrain : Cyril COURTIAL, Mathieu LAGARDE, Lionel PICARD.

Remerciements :

Tous les techniciens et partenaires des Départements, chargés de missions Natura 2000, les agents patrimoniaux et techniciens de l'ONF ainsi que le CRPF Bretagne pour leur assistance sur le terrain, leur présence aux Copil, la présentation de leurs sites et les relevés qu'ils ont pu effectuer : Olivier DUGUE (Département 22), Charlotte IZARD (N2000), Olivier LEBIHAN (Département 22) Mathieu BREDECHE (Association Vallée du Léguer), Guillaume DUTHION (Département 35), Jean-François LEBAS (Département 35), Thierry COUESPEL (Département 56), Thomas BODENNEC (Département 29), Loic CREACH (Département 29), Jacques CITOLEUX (Département 29), Thibault THIERRY (PNRA), Guy LE RESTE (ONF) Mickaël MONVOISIN (ONF).

Jean-Luc BODROS, Xavier BOURGES, M. DE MONTMAGNER, Martine et Gilles DU PONTAVICE pour nous avoir gracieusement autorisés à échantillonner sur leurs propriétés forestières.

Thomas BARNOUIN, Thierry NOBLECOURT et Fabien SOLDATI du Laboratoire National d'Entomologie Forestière de l'ONF pour nous avoir accueillis en stage de formation à l'identification des coléoptères saproxyliques.

Toutes les personnes et les bénévoles du Gretia ayant participé aux phases de terrain, à l'identification des échantillons ou à la transmission d'observations. Thierry BIGOT, Jean-Luc BLANCHARD, Etienne BRUNEL, Didier CADOU, Alex CAHUREL, Mathurin CARNET, Thomas CHERPITEL, Henri CHEVIN, Robert CONSTANTIN, Emmanuel COURBON, Pierre DEVOGEL, Martine DUPONTAVICE, Olivier DURAND, Christophe GALKOWSKI, Daniel GARRIN, Mael GARRIN, Matthieu GIACOMINO, Xavier GOUVERNEUR, Philippe GUERARD, Franck HERBRECHT, Etienne IORIO, Mathieu LAGARDE, Xavier LAIR, Jean Paul LE CHAPT, Pauline LE HYARIC, Philippe MILLARAKIS, Franck NOËL, Patrick NOURDIN, Manon SIMONNEAU, Vincent TREMEL.

Ce rapport doit être référencé comme suit :

COURTIAL C. (coord.), 2017.- Les Invertébrés des forêts bretonnes. Amélioration de l'état des connaissances, contribution à une meilleure intégration de la conservation de la biodiversité dans les pratiques des gestionnaires. Année 2016. Rapport final du GRETIA pour le Conseil Régional de Bretagne et les Départements du Finistère, Morbihan, d'Ille-et-Vilaine et des Côtes d'Armor, 206p. + annexe.

Ce travail a pu être réalisé grâce au financement du Conseil Régional de Bretagne et des Départements du Finistère, du Morbihan, d'Ille-et-Vilaine et des Côtes d'Armor.

Photographies de couverture : à gauche, arbre gîte, bois de Trémelin (56) ; au centre (bas) Ménez Meur, (29) ; au centre (haut), chênaie, forêt de la Corbière (35) ; à droite, couple de Lucane Cerf-volant au bois de Soeuvres (35). COURTIAL C. – GRETIA

Sommaire

Sommaire	2
Présentation du contexte.....	6
Objectifs opérationnels	10
Méthodologie.....	11
Recherche bibliographique et saisie des données naturalistes	11
Localisation des sites forestiers.....	12
Présentation des sites d'étude.....	13
Ille-et-Vilaine	14
Côtes d'Armor	15
Finistère.....	16
Morbihan.....	17
Choix des parcelles	25
Ille-et-Vilaine	25
Côtes d'Armor	27
Finistère.....	29
Morbihan.....	32
Présentation des méthodes d'échantillonnage	36
Echantillonnage standardisé ou semi-quantitatif	36
Echantillonnage qualitatif.....	38
L'IBP ou Indice de Biodiversité Potentielle.....	40
Relevé de volume de bois mort au sol	40
Remarques sur l'échantillonnage	41
Groupes taxonomiques et liste de détermineurs	41
Résultat.....	43
Synthèse bibliographique.....	43
Relevés des volumes de bois mort.....	44
Indice de biodiversité potentielle (IBP).....	45
Présentation des groupes d'arthropodes identifiés (hors coléoptères saproxyliques)	48
Gastéropodes	48
Arachnides.....	49

Myriapodes.....	61
Isopodes	64
Coléoptères	65
Névroptères - Rhabdioptères.....	75
Mécoptères	76
Diptères	76
Hétéroptères	84
Hyménoptères.....	86
Lépidoptères – rhopalocères.....	92
Lépidoptères – hétérocères	93
Les coléoptères saproxyliques.....	100
I) Définition Brustel & Dodelin 2005 <i>in</i> (Vallauri et al., 2005).....	100
II) Classification – groupe trophique d’insectes saproxyliques (Bouget et al., 2005)	100
III) Habitat – support de développement.....	102
IV) Evaluation de la « patrimonialité » des cortèges.....	108
Présentation des principaux coléoptères saproxyliques identifiés durant ce travail	110
Anthribidae.....	110
Biphyllidae	111
Bostrychidae.....	111
Bothrideridae.....	111
Cerambycidae.....	112
Cerylonidae.....	113
Cleridae.....	114
Cucujidae	114
Curculionidae (Scolytinae et Platypodinae)	115
Elateridae.....	115
Erotylidae.....	118
Eucnemidae	119
Histeridae	120
Laemophloeidae	121
Leiodidae	122
Lucanidae.....	122
Melandryidae	124
Monotomidae.....	124

Mycetophagidae.....	125
Nitidulidae	126
Osmalidae.....	126
Ptinidae (=Anobiidae).....	126
Salpingidae	127
Scarabeidae - Trichniinae	127
Silvanidae.....	128
Sphindidae.....	128
Tenebrionidae	129
Throscidae	129
Trogossitidae	130
Zopheridae (= Colydiidae)	130
Iconographie des taxons indicateurs.....	131
Bilan sur le cortège saproxylique	142
Analyse de la faune du sol forestier (Araneae/Coleoptera Carabidae) à l'aide du protocole standardisé (pots-pièges type « Barber »)	149
Richesses et abondances par station	150
Effets des variables forestières	152
Influence du groupement feuillus / résineux.....	152
Influence des essences	153
Influence de la continuité temporelle de l'état boisée.....	154
Influence de l'âge du peuplement.....	155
Influence du régime forestier.....	156
Influence du nombre de strate.....	157
Influence du domaine bio-climatique	159
Effet des variables environnementales.....	161
Influence du volume de bois mort	161
Relation entre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) et les espèces forestières	161
Indices de rareté (Isr)	162
Indice de rareté par stations	162
Indice de rareté par forêt	164
Mise en évidence de taxons rares forestiers.....	166
Espèces indicatrices.....	166
Synthèse - conclusion.....	169

Synthèse bibliographique sur la gestion	170
Introduction.....	170
Généralités sur la faune du sol.....	170
Influence de l'essence forestière dominante.....	170
Influence de la continuité forestière (ancienneté).....	170
Influence de l'âge du peuplement (maturité) et de la structure forestière.....	171
Influence de la quantité et du type de bois mort.....	172
Généralités sur les coléoptères saproxyliques.....	172
Influence de l'essence forestière dominante.....	172
Bois mort, continuité forestière (ancienneté) et âge du peuplement (maturité).....	172
Présence de lisière forestière	173
Les différents axes de la gestion	174
Influence de l'essence forestière dominante et de la composition du peuplement	174
Influence de la continuité temporelle de l'état boisé (ancienneté).....	175
Age du peuplement (maturité), structure des peuplements et modalités de coupe (régime sylvicole)	175
Influence de la quantité et du type de bois mort.....	177
Les lisières forestières	183
Notion d'indicateur et présentation de méthodes de suivi et d'évaluation de la qualité de l'habitat forestier	189
Evaluation de la valeur biologique des forêts par l'étude des coléoptères saproxyliques.....	189
Suivi « Syrph the Net » (StN) (Claude et al., 2013; Anonyme, 2016)	189
Le Butterfly Monitoring Scheme (BMS), ou le suivi des lisières forestières par l'étude des papillons de jour (Gretia, 2012c).....	192
Bibliographie.....	194
Annexes	207

Présentation du contexte

Crise de la biodiversité (Gonzalez et al., 2016)

Les activités humaines ont une incidence sur l'abondance et la répartition des espèces à travers la planète, et ces impacts devraient augmenter au 21^e siècle (Pimm et al., 2015). Jusqu'à 50% de la surface terrestre libre de glace sur la planète a été transformée en terre agricole ou urbanisée (Ellis & Ramankutty, 2008), un tiers de toutes les forêts a été coupé et la plupart de ce qui reste est fragmenté (Haddad et al., 2015), l'océan est aussi fortement impacté (Halpern et al., 2008), et la quasi-totalité des terres a été affectée par la pollution et le changement climatique. Depuis 1600, 906 espèces ont été reconnues comme disparues à l'échelle mondiale (UICN 2015). Bien que cela représente une petite fraction des huit à plusieurs millions d'espèces dans le monde des eucaryotes, le taux d'extinction (> 900 espèces en environ 400 ans) est 100-1 000 fois le taux historique observé dans les archives fossiles (Ceballos et al., 2015). En outre, plus de 20 000 espèces sont aujourd'hui menacées d'extinction, un nombre qui a doublé depuis 2000 (UICN 2015). Il existe des incertitudes sur le taux réel d'extinction globale à cause d'un échantillonnage incomplet et d'un manque de connaissance réel de la biodiversité existant sur Terre (Régnier et al., 2015), mais aussi du décalage entre l'impact de l'Homme et les extinctions (Essl et al., 2015) et enfin la mesure dans laquelle les extinctions pourraient être compensées par des processus de spéciation (Thomas, 2013). Malgré cela, le consensus est apparu que la Terre est au milieu d'un événement d'extinction mondiale exceptionnelle sans précédent dans l'histoire de l'humanité (Ceballos et al., 2015; Pimm et al., 2015; Régnier et al., 2015).

Pendant il existe un biais dans l'estimation du déclin de la biodiversité puisque la plupart des études traitent des oiseaux ou des mammifères. Ainsi il n'existe qu'un peu plus de 15000 espèces d'invertébrés sur les listes rouges pour environ 1,4 millions d'espèces décrites dont près de 30% dont « data deficient, DD » c'est-à-dire qu'il manque d'information pour les évaluer. Ce chiffre serait même sous représentatif au regard des données existantes (Régnier et al., 2015). De plus, ces listes ne prennent en compte que les taxons les plus connus et sont presque exclusivement représentées par les papillons, les libellules ou bien encore les orthoptères. Enfin, les critères IUCN ne prennent que très peu les espèces « éteintes » parmi les invertébrés, en effet, une espèce n'est considérée comme éteinte que lorsque des suivis spécifiques ont été mis en œuvre pour rechercher l'espèce ou qu'un date d'extinction est définie. Ainsi, Régnier et al. (2015), en mobilisant la communauté naturaliste et scientifique mondiale spécialisée sur les mollusques terrestres ont estimé et extrapolé un taux d'extinction pour la faune invertébrée non marine, ils estiment que 7% des espèces décrites auraient déjà disparu soit jusqu'à 130 000 espèces.

Les enjeux de la biodiversité en forêt (Gosselin et al., 2009)

Les principaux enjeux de biodiversité forestière regroupent des éléments (espèces, populations) que l'on ne trouve qu'en forêt ou qui sont particulièrement sensibles à la gestion, ou qui sont menacés. L'attention doit donc, selon nous, être portée en priorité sur :

- les taxons qui dépendent de la forêt (biodiversité remarquable, ordinaire) :
 - soit des espèces typiquement forestières : on ne les trouve qu'en forêt. Elles nécessitent un microclimat tamponné d'intérieur forestier, ou des micro-habitats typiquement forestiers (bois mort, humus, houppiers, cavités d'arbres), soit des espèces qui dépendent de la forêt pour une partie de leur cycle de vie.
- les taxons dont le fonctionnement de la forêt dépend (biodiversité fonctionnelle) :

- les arbres forestiers, espèces clefs de voûte qui structurent le milieu forestier et qui sont l'objet direct de la gestion forestière ;
- les groupes fonctionnels du sol (mycorhizes, bactéries, différents groupes animaux du sol) ;
- les prédateurs, parasites, pollinisateurs...
 - les taxons sensibles aux interventions sylvicoles (coupes, etc.) (biodiversité remarquable, ordinaire) :
- espèces peu mobiles : toute perturbation de leur habitat peut être néfaste s'il n'y a pas d'autre habitat favorable à proximité immédiate ;
- espèces d'intérieur forestier (fuyant les lisières) ;
- espèces inféodées aux stades (stades âgés et stades pionniers) et habitats (bois mort, cavités, gros et vieux arbres) souvent tronqués par la gestion sylvicole ;
- peuplements et populations d'arbres : la composition des peuplements en essences et la diversité génétique des populations d'une essence donnée sont en grande partie déterminées par la gestion pratiquée ;
- espèces animales sensibles au dérangement ;
- faune et flore du sol sensibles aux tassements.
 - les taxons menacés (au sens de l'UICN) (biodiversité remarquable) :
- espèces ou populations rares ;
- espèces ou populations dont l'abondance décline.

Les pressions s'exerçant sur la biodiversité forestière sont multiples : changement climatique, pollution atmosphérique, changements d'utilisation du sol, y compris le développement urbain, introduction d'espèces invasives (favorisée par le développement du commerce international) et, bien sûr, les pratiques sylvicoles.

Etat des lieux de la biodiversité forestière

- pour certains groupes taxonomiques, par exemple les plantes vasculaires et les oiseaux, les tendances temporelles et les statuts de menace d'extinction des espèces forestières sont plutôt meilleures que celles des espèces non forestières. Pour les oiseaux, le suivi temporel des oiseaux communs (STOC) coordonné par le MNHN montre une baisse plus forte de la fréquence des populations d'oiseaux communs spécialistes des milieux agricoles que de celles des espèces forestières, et la proportion d'espèces menacées d'oiseaux en forêt (13 %) est plus faible que la proportion d'espèces menacées d'oiseaux non forestiers (40 %) ;
- pour d'autres groupes taxonomiques, les menaces d'extinction pesant sur la biodiversité sont du même niveau en forêt et hors forêt. C'est le cas pour les amphibiens en France, pour lesquels environ 40 % des espèces sont menacées en forêt et hors forêt ;
- enfin, pour d'autres groupes taxonomiques, les pourcentages d'espèces menacées sont plus forts en forêt qu'hors forêt. Ainsi, pour les mammifères, 36 % des espèces strictement forestières sont menacées contre 29 % pour les « non-forestières ».

Les listes rouges d'espèces menacées en France publiées par l'UICN à partir de 2009 infléchissent les conclusions précédentes, avec globalement moins de proportions d'espèces menacées en forêt qu'hors forêt. Nous pouvons ainsi retenir que :

- pour les groupes taxonomiques bien renseignés, la biodiversité forestière est potentiellement menacée à une même intensité, ou à une intensité moindre d'après les données les

plus récentes, que les autres pans de la biodiversité terrestre en France, mais d'une façon variable d'un groupe taxonomique à l'autre ;

- pour une grande partie de la biodiversité forestière, on manque de données faute de suivis d'espèces représentatifs de la situation française et d'évaluations des espèces menacées.

Cas des coléoptères saproxyliques (Speight, 1989)

Les invertébrés spécialisés dépendants du bois mort (organismes saproxyliques) représentent une part importante de la biodiversité forestière. Ils sont aussi parmi les représentants de la biodiversité européenne accusant le plus fort déclin (Berg et al., 1994). En 1989, Speight a estimé que près de 40% des invertébrés saproxyliques étaient au bord de l'extinction alors que la majorité des autres étaient en déclin. La Directive Habitat protège 21 espèces de coléoptères saproxyliques qui se placent dans les premiers rangs des listes rouges nationales d'espèces. Ces taxons ainsi répertoriés ne représentent qu'une petite partie de la biodiversité saproxylique en déclin. Ce déclin se produit en dépit d'un accroissement des surfaces forestières à travers l'Europe, une augmentation de l'âge des parcelles et d'un effort des forestiers de planter des essences locales (Zanchi et al., 2007). Etant donné que la faune saproxylique européenne comprend des milliers d'espèces, souvent avec un haut niveau de spécialisation pour le type de substrat et sa qualité, ce déclin devient sérieusement alarmant (Kappes & Topp, 2004; Gibb et al., 2006).

Cette disparition est souvent attribuée à une présence insuffisante de bois mort dans les forêts gérées (Vodka et al., 2009).

Contexte breton

La forêt bretonne couvre 13 % du territoire régional, dont 90 % a un statut privé. Elle est très diversifiée, des chênaies-hêtraies atlantiques ou hyper-atlantiques anciennes aux plantations récentes de résineux. Sa fonction sociale est importante et se traduit par une forte fréquentation.

Ce milieu et la biodiversité associée ont fait l'objet de nombreuses publications ces dernières années, notamment au niveau national ou régional (Arpin, 2001; Arnaboldi & Alban, 2006; Collectif d'auteurs, 2007; Gosselin & Paillet, 2010; Rolland, 2011)... Ces travaux ne concernent pas directement les invertébrés bretons mais constituent une base solide sur laquelle s'appuie cette étude.

Les peuplements forestiers se caractérisent par des espèces ayant des préférences pour des températures fraîches et des degrés d'humidité élevés (Pearce & Venier, 2006). Des variations de température et une réduction du niveau d'humidité peuvent perturber les communautés d'invertébrés.

Les forêts dites naturelles, c'est-à-dire se développant sans intervention passée ou présente de l'Homme, n'existent plus en France. Dans de tels systèmes, la diversité des espèces était entretenue par un régime de perturbations naturelles (chablis principalement), comme on peut le voir actuellement dans certaines réserves biologiques intégrales (Fontainebleau). Dans les forêts gérées, on observe une perturbation de ce régime par la sylviculture (Paillet et al., 2010) :

- par des modifications d'ordre physiques (Taboada et al., 2006) :
 - Modification des propriétés du sol ;
 - Modification du volume et de la qualité du bois mort ;
 - Modification des taux d'accumulation de litière ;
 - Modification de la structure de la végétation.

- et par des modifications des processus écologiques (Taboada et al., 2006) : cycle des nutriments, décomposition, prédation, régénération de la végétation.

Ces modifications induisent une réponse rapide des communautés d'invertébrés (richesse, diversité, structure) dont l'étude permettra alors de mieux discerner les conséquences sur les forêts bretonnes.

Malgré cette amélioration des connaissances sur la biodiversité en milieu forestier, les connaissances actuelles sur les invertébrés bretons y sont partielles et inégales et, globalement, beaucoup plus lacunaires que dans d'autres régions françaises. La mise à jour nécessitera un important travail de synthèse de données, de recueil d'expériences des acteurs de terrain et d'échantillonnages sur sites, dans différents habitats forestiers (différenciés par leurs essences, leurs traitements sylvicoles, leurs influences climatiques...) avec la mise en place de protocoles adaptés.

Au-delà des habitats strictement forestiers, l'inventaire de milieux annexes mais étroitement liés à ce contexte apparaît indispensable. Les milieux ouverts dont l'existence est liée aux activités sylvicoles notamment - bermes de routes et de chemin, placettes de débardage - accueillent des espèces forestières à un ou à plusieurs stades de leur développement. La gestion des milieux ouverts serait ainsi le facteur le plus important de succès ou d'échec de la conservation de la nature dans les forêts, selon (Peterken, 1996).

Objectifs opérationnels

Année 1 (2013)

- Rassemblement de la littérature (gestion, recueil de données dans les revues naturalistes)
- Saisie des données bibliographiques
- Recherche des stations qui feront l'objet d'échantillonnage en 2014
- Test du protocole d'échantillonnage

Année 2 (2014)

- Echantillonnage
- Mise en place du suivi standardisé des coléoptères saproxyliques sur deux forêts
- Saisie de données bibliographiques
- Débuter le tri et l'identification des échantillons

Année 3 (2015)

- Poursuite du suivi standardisé des coléoptères saproxyliques sur deux forêts
- Tri et identification des échantillons
- Analyse des résultats

Année 4 (2016)

- Finalisation du suivi standardisé des coléoptères saproxyliques sur deux forêts
- Rédaction du rapport final
- Mise en place de la partie valorisation (fiche technique, formation...)

Méthodologie

Recherche bibliographique et saisie des données naturalistes

Des recherches bibliographiques ont été effectuées sur plusieurs thématiques :

- Les protocoles d'échantillonnage ;
- Les facteurs influençant la richesse / diversité / rareté des arthropodes forestiers ;
- Les coléoptères saproxyliques (écologie, conservation) ;
- La gestion forestière.

Ces recherches ont été réalisées dans le fond bibliographique propre de l'association, la littérature grise et les revues scientifiques.

Revue nationale :

L'Année Biologique, Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France, Le Coléoptériste, L'entomologiste, le Bulletin de la Société Entomologique de France, divers rapports d'étude de l'OPIE (Office pour la Protection des Insectes et de leur Environnement).

Revue internationale (non exhaustif):

Agriculture, Ecosystems & Environment, Agricultural and forest Entomology, Animal Biodiversity and Conservation, Annual Review of Entomology, Biodiversity and Conservation, Biological Conservation, Conservation Biology, Computers and Electronics in Agriculture, Ecological Indicators, Forest Ecology and Management, Journal of Applied Ecology, Journal of Insect Conservation, Landscape Ecology, The Journal of Animal Ecology, Oecologia, Oikos, Scandinavian Journal of Forest Research...

Les collections entomologiques du Musée de l'Université de Rennes 1 ont été visitées afin de répertorier les données historiques de coléoptères saproxyliques collectés en Bretagne.

Les observations d'arthropodes forestiers ou liées à des sites forestiers bretons ont été saisies dans la base de données du Gretia (SERENA).

Enfin, le réseau des entomologistes de l'association a été sollicité notamment en ce qui concerne les coléoptères saproxyliques.

Localisation des sites forestiers

Les sites ont été choisis en fonction de plusieurs critères :

- leur statut réglementaire (ENS, Site Natura 2000, propriété privée) ;
- la présence d'habitat « cibles » répondant aux critères de choix des problématiques évoquées ;
- La méconnaissance de l'entomofaune de certains secteurs bretons

Au total ce sont 11 forêts qui ont été retenues pour ce travail.



Localisation géographique des différents sites d'études.

En plus de ces sites, des prospections complémentaires ont été réalisées sur 3 forêts privées réparties sur 3 départements bretons. Ces prospections, ouvertes aux naturalistes ont permis d'incrémenter la connaissance sur les secteurs privés.

Le 17 mai 2014 sur le bois de Villiétin (Ille-et-Vilaine, Bazouges-sous-Hédé) propriété de Xavier Bourges ; le 14 juin 2014 sur le domaine de Kerfrézec (Morbihan, Nostang) propriété de Mr de Montmagner ; le 21 juin 2014 sur le bois de Kerandouff (Côtes d'Armor, Vieux-Marché) propriété de Jean-Luc Bodros.

Présentation des sites d'étude

Dans ce paragraphe sont présentés différents critères descriptifs des sites étudiés qui permettront, lors des analyses, d'expliquer l'organisation des cortèges d'invertébrés inventoriés sur chaque forêt.

Statut : statut « foncier » de la forêt

Surface : surface globale en hectare

Communes : répartition communale de la forêt

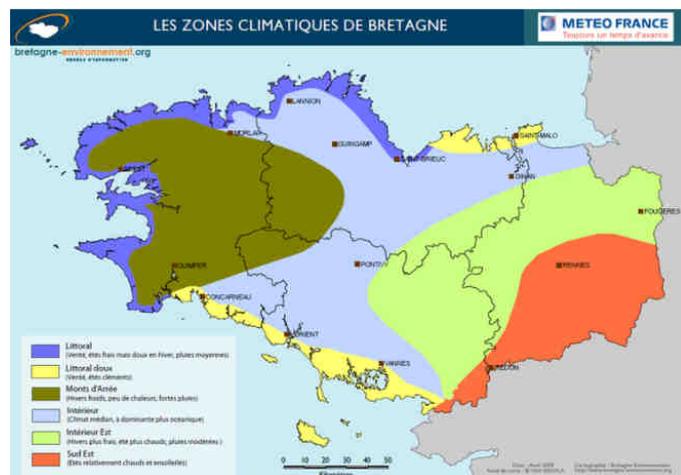
Peuplements dominants : feuillus et/ou résineux

Essences dominantes : essences forestières dans l'ordre de dominance

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie, taillis.

Domaine climatique breton :

L'ensoleillement, la pluviométrie et les températures ont permis d'établir une carte des zones climatiques de Bretagne. Les sites forestiers étudiés se situent dans plusieurs de ces secteurs et pourraient expliquer la présence de certaines espèces.



Carte des zones climatiques de Bretagne (<http://bretagne-environnement.org>)

Altitude moyenne : de même que les conditions climatiques, l'altitude peut être un facteur explicatif de la distribution d'une espèce (moyenne entre altitude minimale et maximale par station).

Connaissance actuelle en invertébrés : synthèse de la littérature publiée et non publiée (rapport d'études) connues sur le site d'étude.

Historique : lorsque l'information était disponible, un historique de la forêt est présenté (pratique culturelle, évolution des essences dans le peuplement, rôle culturel de la forêt...)

Continuité temporelle de l'état boisé : au 19^e siècle, on considère que près de la moitié des forêts actuelles étaient des terres agricoles, faisant de cette période celle avec la plus faible superficie forestière. Cette période est ainsi considérée comme référente pour distinguer des **forêts anciennes** de **forêts récentes**. Les forêts anciennes sont reconnues pour héberger une faune différente de celle ayant connu des défrichements au cours des derniers millénaires. En effet, la modification des sols suites aux pratiques culturelles (fertilisation, tassement...) mais aussi les faibles capacités de dispersion des espèces spécialistes modifie de façon importante les cortèges observés en forêts récentes. Ainsi, les cortèges attendus en forêt récente devraient être plus banales qu'en forêt ancienne (Larrieu & Gonin, 2009).

La distinction entre les forêts anciennes et récentes peut être évaluée par l'observation de la présence des massifs forestiers sur les cartes de Cassini (18^e siècle), les cartes de l'Etat-major (moitié du 19^e siècle) et les photographies aériennes de la moitié du 20^e siècle.

Ille-et-Vilaine

Forêt de la Corbière

Statut : ENS

Surface : 630ha

Communes : Châteaubourg, Marpiré, La Bouexière et Saint-Jean-de-Vilaine

Peuplements dominants : feuillus (1/3 à ¼) et résineux (2/3 à ¾)

Essences : chêne sessile, chêne pédonculé, hêtre, châtaignier, pin maritime

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie

Domaine climatique breton : Sud Est

Altitude moyenne : 105m

Connaissance actuelle en invertébrés : cette forêt a fait l'objet d'un inventaire généraliste par le (Gretia, 2009a) et par (Guilbon, 2011) dans le cadre d'un travail sur les cortèges de coléoptères Carabidae. De plus, les araignées échantillonnées en 2011 ont été identifiées dans le cadre du projet d'atlas des araignées de l'ouest de la France (Courtial & Pétilion comm. pers.).

Historique (Guilbon, 2011) : cet historique n'est que très partiellement connu grâce à la réalisation d'un plan simple de gestion sur la période 1991-2005. Avant 1939, il semblerait que la gestion forestière du site se basait sur le maintien de taillis et taillis sous futaie (TSF) de chêne et de hêtre. Les premiers résineux ont été introduits en 1939. Par la suite, la gestion effectuée jusqu'en 2005 a eu pour conséquence la favorisation des futaies régulières sur l'ensemble du boisement (ONF, 2007). Néanmoins, on ne dispose d'aucune archive « technique » se rapportant à la gestion passée et d'aucun élément chiffré sur la façon dont a été mis en œuvre le dernier plan de gestion.

La forêt de la Corbière est gérée par le département en partenariat avec l'Office National des Forêts (ONF). A ce titre, elle bénéficie depuis 2005 du régime forestier, ce qui a initié la rédaction du premier plan d'aménagement forestier réalisé par l'ONF pour une durée de 15 ans.

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 19).

Bois de Soeuvres

Statut : ENS

Surface : 115ha

Commune : Vern-sur-Seiche

Peuplements dominants : feuillus

Essences : chêne pédonculé, chêne sessile

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie

Domaine climatique breton : Sud Est

Altitude moyenne : 60m

Connaissance actuelle en invertébrés : même si ce site est bien connu des naturalistes, aucune étude n'avait été réalisée jusqu'à présent. Quelques observations anciennes ont pu être faites dans la littérature.

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 19).

Forêt domaniale de Rennes

Statut : forêt domaniale

Surface : 3001ha

Commune : Liffré

Peuplements dominants : feuillus, résineux

Essences : chêne pédonculé, chêne sessile, hêtre, pin sylvestre, pin maritime

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie

Domaine climatique breton : Sud Est

Altitude moyenne : 75m

Connaissance actuelle en invertébrés : depuis le XIX^e siècle la forêt de Rennes est un lieu de prédilection pour les naturalistes. Nombre de mentions de la « Faune Entomologique Armoricaire » font référence à ce lieu. De nombreuses notes de chasses, catalogues, ou révisions de collections d'entomologistes mentionnent des données de cette forêt. Dans le cadre de cette étude, la synthèse de ces références et la saisie des observations ont été entreprises (Faune entomologique armoricaine, L'Entomologiste, Bulletin de la Société Entomologique de France...).

Historique : sous l'Empire romain, la forêt s'étendait jusqu'à la ville de Condate (nom de Rennes à l'époque). Mais elle a été en partie défrichée pendant cette période et au Moyen Âge. Au carrefour de Verrières, au nord de la forêt, se trouve un enclos d'environ 3ha datant de l'âge du fer et qui a été réemployé au Moyen Âge. Son centre comporte des fondations d'un manoir. Il s'agit d'une ancienne résidence de chasse des Ducs de Bretagne. Au XIIe siècle, la forêt appartient au Duché de Bretagne, et le 6 décembre 1491 elle devient la forêt royale suite au mariage d'Anne de Bretagne avec Charles VIII, roi de France à cette période. Au XIIIe siècle, la forêt occupait une surface comparable à celle d'aujourd'hui. Elle a été habitée et exploitée par un certain nombre d'artisans comme des sabotiers, des boisseliers, des charpentiers, ou encore des tonneliers, jusqu'en 1726 où le roi Louis XV est contraint d'autoriser des coupes dans la forêt pour pouvoir reconstruire le centre-ville de Rennes après le Grand Incendie de 1720. En 1756 un autre grand incendie forestier va ravager 300ha. Le XIXe siècle est marqué par la présence de Napoléon III au pouvoir. Durant cette période, un grand nombre de forêts de France seront reboisées (dont celle de Rennes) (Wikipédia).

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 19).

Côtes d'Armor

Forêt départementale de Beffou

Statut : forêt départementale

Surface : 630ha

Communes : Loguivy-Plougras, La Chapelle-Neuve, Lohuec

Peuplements dominants : feuillus

Essences : hêtre, chêne pédonculé, chêne rouvre

Régime : futaie régulière

Domaine climatique breton : Monts d'Arrée

Altitude moyenne : 211m

Connaissance actuelle en invertébrés : une première étude a été réalisée par (Callarec, 2001) principalement sur les groupes fonctionnels. Les coléoptères Carabidae et les odonates ont fait l'objet d'une identification à l'espèce. On note la présence d'une espèce d'intérêt national : l'Escargot de Quimper (*Elona quimperiana*), inscrite sur la liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire français métropolitain (Article 2) ainsi que sur l'annexe II et IV de la Directive Habitats Faune Flore (92/43/CEE).

Historique : l'histoire récente de la forêt est relativement bien connue (ONF, 2010). Il permet d'affirmer qu'à au moins deux périodes la forêt était exploitée de manière intensive : vers la fin du moyen-âge / début de la Renaissance (activité d'extraction de fer et de charbonnage) et au XIX^e siècle pour des besoins économiques (traverses de chemin de fer). C'est à la fin du XIX^e que la forêt est dirigée vers une futaie de hêtre dont une grande partie (185ha) sera mise à terre par la tempête de 1987.

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 19).

Finistère

Bois de Stangala

Statut : ENS

Surface : 57ha

Communes : Quimper, Ergué-Gabéric

Peuplement dominant : feuillus

Essences : chêne, châtaignier

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie

Domaine climatique breton : Monts d'Arrée

Altitude moyenne : 80m

Connaissance actuelle en invertébrés : aucune.

Historique : le boisement de ce site est récent et remonte au début du XX^e siècle. Avant cette date, des landes pâturées le recouvraient.

Continuité temporelle : forêt récente (voir planche I page 19).

Bois du Chap

Statut : ENS

Surface : 40ha

Commune : Dinéault

Peuplements dominants : feuillus, résineux

Essences : chêne, hêtre, châtaignier, sapin pectiné

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie

Domaine climatique breton : Monts d'Arrée

Altitude moyenne : 110m

Connaissance actuelle en invertébrés : aucune.

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 15).

Ménez Meur

Statut : ENS

Surface : environ 35ha

Commune : Hanvec

Peuplements dominants : résineux

Essences : Sitka, châtaignier, hêtre

Régime : futaie régulière

Domaine climatique breton : Monts d'Arrée

Altitude moyenne : 300m

Connaissance actuelle en invertébrés : Aucune.

Continuité temporelle : forêt récente (voir planche I page 19).

Forêt domaniale du Cranou

Statut : Forêt domaniale

Surface : 1300ha

Commune : Hanvec

Peuplement dominant : feuillus

Essences : chêne, hêtre

Régime : futaie régulière

Domaine climatique breton : Monts d'Arrée

Altitude moyenne : 190m

Connaissance actuelle en invertébrés : présence d'une espèce d'intérêt national : l'Escargot de Quimper (*Elona quimperiana*), inscrite sur la liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire français métropolitain (Article 2) ainsi que sur l'annexe II et IV de la Directive Habitats Faune Flore (92/43/CEE).

Historique : la forêt du Cranou a été exploitée pour les besoins en bois de la marine royale à Brest, les grumes étant transportées via le port du Faou. Les futaies de chênes et de hêtres servaient surtout, jadis, à la construction des navires. En particulier, les chênes fournissaient les mâts, car on y trouvait les arbres les plus longs et les plus droits. Elle est étirée sur 4 à 5 km dans le sens est-ouest. La forêt du Cranou est située sur le versant ouest des monts d'Arrée, sur des terrains accidentés échelonnés entre 100 et 260 mètres d'altitude. En 1917, un grave incendie ravage la forêt du Cranou (source : Wikipédia).

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 19).

Morbihan

Bois de Pont Sal

Statut : ENS

Surface : environ 20ha

Commune : Plougoumelen

Peuplements dominants : feuillus, résineux

Essences : chêne, sapin pectiné, châtaignier

Régime : futaie régulière

Domaine climatique breton : Littoral doux

Altitude moyenne : 35m

Connaissance actuelle en invertébrés : une liste de rhopalocères et d'odonates a été produite par (Schrader, 2012).

Continuité temporelle : forêt récente (voir planche I page 19).

Bois de Trémelin

Statut : ENS

Surface : NR

Commune : Inzinzac-Lochrist

Peuplements dominants : feuillus, résineux

Essences : châtaignier, épicéa de Sitka, chêne

Régime : futaie régulière, taillis sous futaie

Domaine climatique breton : intérieur

Altitude moyenne : 70m

Connaissance actuelle en invertébrés : aucune.

Continuité temporelle : forêt récente (voir planche I page 15).

Forêt de Quénécan

Statut : privée

Surface : ~3000ha

Communes : Sainte Brigitte, Saint Aignan

Peuplements dominants : feuillus, résineux

Essences : chêne, hêtre, épicéa de Sitka

Régime : futaie régulière

Domaine climatique breton : intérieur

Altitude moyenne : 170m

Connaissance actuelle en invertébrés : aucune.

Continuité temporelle : forêt ancienne (voir planche I page 19)

Planche I Continuité temporelle état boisé

Ille-et-Vilaine

Forêt de la Corbière

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Photographie aérienne 1949



Carte Etat-major 1820-1866

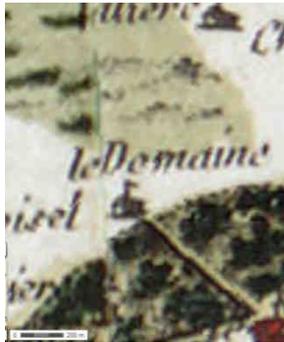


Photographie satellite (années 2000)



Bois de Soeuvres

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Photographie aérienne 1948



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie satellite (années 2000)



Forêt de Rennes

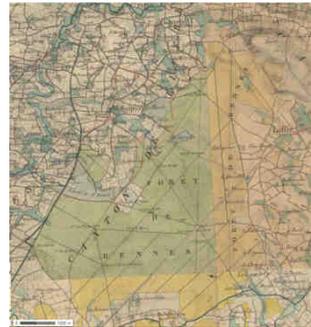
Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Photographie aérienne 1952



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie satellite (années 2000)



Côtes d'Armor

Forêt départementale de Beffou

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Photographie aérienne 1948



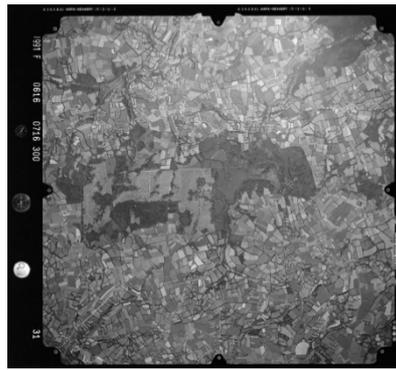
Carte Etat-major 1820-1866



Photographie satellite (années 2000)



Photographie aérienne 1991, après la tempête de 1987



Finistère

Bois du Stangala

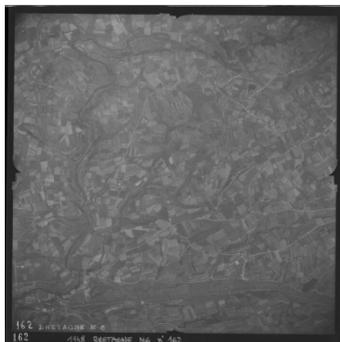
Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie aérienne 1948

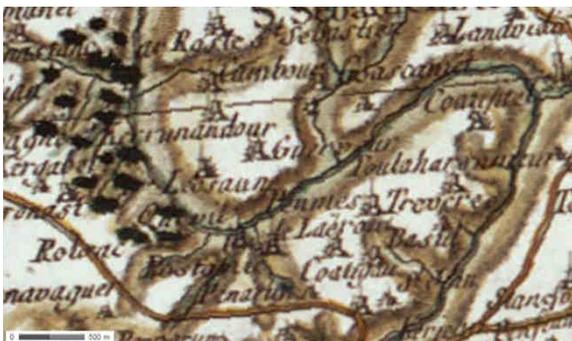


Photographie satellite (années 2000)



Bois du Chap

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Carte Etat-major 1820-1866

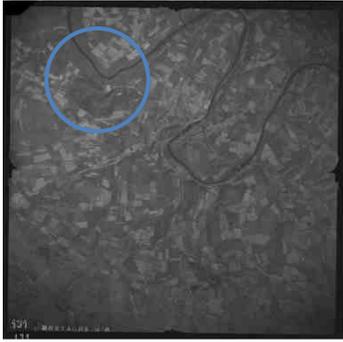


Photographie aérienne 1948



Photographie satellite (années 2000)



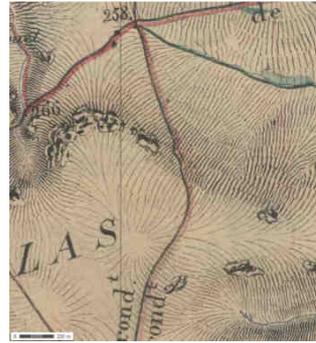


Domaine de Ménez Meur

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie aérienne 1969

Photographie satellite (années 2000)



Forêt domaniale du Cranou

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)

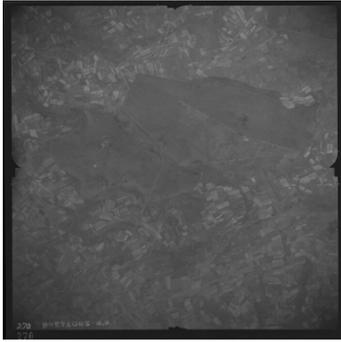


Carte Etat-major 1820-1866



Photographie aérienne 1969

Photographie satellite (années 2000)



Morbihan

Bois de Pont Sal

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie aérienne 1948



Photographie satellite (années 2000)



Bois de Trémelin

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie aérienne 1949



Photographie satellite (années 2000)





Forêt de Quénécan

Carte de Cassini (XVIIIe siècle)



Carte Etat-major 1820-1866



Photographie aérienne 1948



Photographie satellite (années 2000)



Choix des parcelles

A l'aide des cartographies d'habitats et des divers documents fournis par les gestionnaires et guidé par leur connaissance des sites lors des prospections, des stations d'étude standardisée ont ainsi pu être sélectionnées.

Ces prospections ont aussi été l'occasion de repérer les micro-habitats (arbres à cavités, clairières...) sur lesquels ont été mis en place différents protocoles d'échantillonnage.

Ille-et-Vilaine

Forêt de la Corbière

Parcelle 71 : futaie régulière feuillue (chêne) ; présence de bois mort au sol et sur pied. Cette station a été retenue pour l'évaluation des cortèges de coléoptères saproxyliques ; pose de pots-pièges type Barber, pose de deux pièges à verre.

Parcelle 65 : taillis sous futaie feuillu (châtaignier) ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 47 : futaie régulière feuillue (chêne), gérée ; pose de pots-pièges type Barber ; tente Malaise, piège attractif.

Parcelle 31 : futaie régulière résineuse (pin maritime) ; pose de pots-pièges type Barber.



Parcelle 71



Parcelle 47



Parcelle 31

Bois de Soeuvres

Parcelle 4 : mélange taillis sous futaie feuillu (noisetier, hêtre) et futaie régulière (chêne) en îlot de sénescence ; pose de pots-pièges type Barber, piège à vitre, tente Malaise et piège attractif.

Parcelle 7 : futaie régulière feuillue (hêtre) ; pose de pots-pièges type Barber.



Parcelle 4



Parcelle 4, merisier au sol découvrant une cavité sèche



Parcelle 7



Parcelle 3, cavité humide basse



Limite parcelle 3, suintement humide à partir d'une cavité, gîte potentiel à diptères Syrphidae saproxyliques



Parcelle 3, champignon sur bouleau, hébergeant une entomofaune mycétophage

Forêt domaniale de Rennes

Parcelle 138 : futaie régulière feuillue (chêne, > 180 ans) ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 127 : futaie régulière résineuse (Pin sylvestre) ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 126 : futaie régulière feuillue (chêne, > 150 ans) ; pose de pots-pièges type Barber, tente Malaise, piège à vitre, piège attractif.

Parcelle 117 : futaie régulière feuillue (gestion vers futaie irrégulière), ilot de sénescence ; pose de pots-pièges type Barber, piège à vitre.



Parcelle 138



Parcelle 127



Parcelle 126, tente Malaise



Parcelle 117, piège à vitre

Côtes d'Armor

Forêt départementale de Beffou

Parcelle 6 : futaie régulière feuillue, hêtraie neutrocline à Aspérule odorante ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 13 : futaie régulière feuillue, hêtraie atlantique à sous-bois à Ifs et Houx, épargnées par la tempête de 1987 ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 14 : futaie régulière feuillue, jeune plantation de hêtre ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 23 : futaie régulière feuillue, hêtraie atlantique à sous-bois à Ifs et Houx, fortement impactée lors de la tempête de 1987 ; pose de pots-pièges type Barber, tente Malaise, piège attractif.

Parcelle 27 : futaie régulière feuillue, hêtraie atlantique à sous-bois à If et Houx, moyennement impactée lors de la tempête de 1987, mise en plage du suivi standardisé des coléoptères saproxyliques, pose de deux pièges à vitre.

Parcelle 28 : taillis sous futaie feuillu (hêtre), nombreux bois morts au sol et sur pied ; pose de pots-pièges type Barber.



Parcelle 13 (sud) sous étage à lfs



Parcelle 13 (nord) sous étage à Houx



Parcelle 13, chandelle



Parcelle 14



Parcelle 23



Parcelle 23, cavité basse humide en formation



Parcelle 27



Parcelle 28

Finistère

Bois du Stangala

Parcelle 11C : futaie régulière feuillue (jeune plantation de hêtre) ; pose de pots-pièges type Barber.

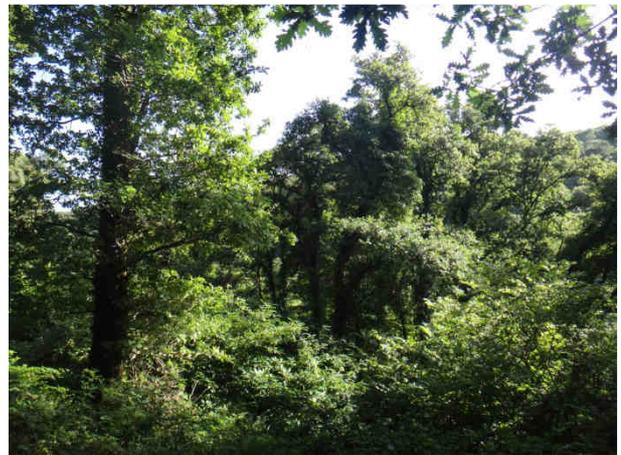
Parcelle 16A : futaie régulière feuillue (chêne) ; pose de pots-pièges type Barber, tente Malaise, piège attractif et piège à vitre.

Parcelle 19F : taillis sous futaie (chêne, châtaignier) ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 11D : futaie régulière résineuse (cyprés), mature, proche de la récolte ; pose de pots-pièges type Barber.



Parcelle 11C



Parcelle 16A



Parcelle 19F



Parcelle 11D



Arbre à cavité (lisière 11D)



Champignons sur arbre mort, gîte d'insectes mycétophages

Bois du Chap

Parcelle 1A : futaie régulière feuillue (hêtre), clairsemée de sapin pectiné ; pose de pots-pièges type Barber, piège à vitre, tente Malaise, piège attractif.

Parcelle 8A : taillis sous futaie feuillu (hêtre, châtaignier) ; pose de pots-pièges type Barber.

Parcelle 3B : futaie régulière feuillue (chêne) ; pose de pots-pièges type Barber.



Parcelle 1A



Parcelle 8A



Parcelle 3B



Parcelle 1A, hêtre mort abattu

Ménez Meur

Station 1 : taillis feuillu (hêtre, châtaignier) ; pose de pots-pièges type Barber.

Station 2 : futaie régulière résineuse (plantation de Sitka) ; pose de pots-pièges type Barber.



Station 1



Station 2

Forêt domaniale du Cranou

Parcelle 28 : futaie régulière feuillue en sommet de vallon sec (chêne > 150ans) ; pose de pots-pièges type Barber, piège à vitre, tente Malaise, piège attractif.

Parcelle 9 : futaie régulière feuillue (hêtraie acidiphile) ; pose de pots-pièges type Barber.



Parcelle 28



Parcelle 9

Morbihan

Bois de Pont Sal

Station 1 : futaie régulière feuillue (chêne) ; pose de pots-piège type Barber.

Station 2 : taillis sous futaie feuillu (hêtre) ; pose de pots-piège type Barber, piège à vitre, tente Malaise, piège attractif.

Station 3 : mélange futaie régulière résineuse / feuillue (châtaignier, sapin pectiné) ; pose de pots-piège type Barber.

Station 4 : futaie régulière feuillue (chêne) ; pose de pots-piège type Barber.



Station 1



Station 2



Station 3



Châtaignier à cavité proche de la station 2

Bois de Trémelin

- Partie est « étang, Ty Mat »

Station 1 : futaie régulière feuillue (hêtraie acidiphile, relictuelle) ; pose de pots-pièges type Barber, tente Malaise, piège attractif.

Station 2 : taillis sous futaie feuillu (châtaignier, hêtre) ; pose de pots-pièges type Barber.

Station 3 : taillis sous futaie feuillu (chêne, hêtre) ; pose de pots-pièges type Barber.

Le piège à vitre a été mis en place au nord du site à proximité de la station 1.



Station 1



Station 2



Station 3



Chêne à cavité haute entre station 1 et 2

- **Partie centrale, proche du circuit de découverte**

Station 4 : futaie régulière résineuse (Sitka) ; pose de pots-pièges type Barber.

Station 5 : futaie régulière feuillue (chêne, châtaignier), jeune plantation ; pose de pots-pièges type Barber.



Station 4



Station 5

Forêt de Quénécan

Station 1 : taillis sous futaie feuillu (hêtre) ; pose de pots pièges type Barber, piège à vitre, tente Malaise.

Station 2 : futaie régulière feuillue (chêne) ; pose de pots-piège type Barber.



Station 1



Station 1, châblis



Station 2



Station 2, chêne mort sur pied

Présentation des méthodes d'échantillonnage

Echantillonnage standardisé ou semi-quantitatif

Piège Barber :

Cet échantillonnage, dit passif, permet de cibler des groupes spécifiques, il a l'avantage de fonctionner de nuit comme de jour et donc de collecter les espèces nocturnes, mais est aussi standardisé et sera donc utile dans le cadre des analyses par cortèges.

Sur chacune des stations présentées précédemment, la technique des pots-pièges (ou piège Barber) sera utilisée afin d'échantillonner la faune des invertébrés du sol.

Les pot-pièges ont été activés du 2 avril au 15 juin 2014 puis du 15 septembre et 15 octobre. Actifs de jour comme de nuit, ils permettent de capturer de nombreux individus assurant une analyse solide. Plusieurs sites peuvent être échantillonnés simultanément. L'effort d'échantillonnage est standardisé et les biais dus aux conditions climatiques sont réduits (Topping & Sunderland, 1992; Brennan et al., 1999; De Bruyn, 1999; De Baker et al., 2000). Cependant, les tris et identifications des échantillons sont très chronophages.

Les pièges utilisés sont composés d'un pot, d'un cylindre creux et d'un entonnoir. Le cylindre est enterré dans le substrat, sa partie supérieure affleurant le sol, et le pot logé à l'intérieur. Un entonnoir est utilisé pour canaliser les invertébrés dans le pot et limiter la prise de petits vertébrés. Le produit conservateur utilisé est un mélange de saumure (300g/l), quelques gouttes d'agent mouillant (liquide vaisselle) sont ajoutées pour diminuer la tension de surface et ainsi empêcher les espèces capables de marcher sur l'eau de s'échapper. Afin de réduire l'évaporation du mélange ou sa dilution par l'eau de pluie, il est important de prévoir un chapeau, représenté ici par une plaque de plastique alvéolé. Sur chacune des stations, 4 pièges ont été disposés en transect linéaire, chacun d'entre eux séparé de dix mètres afin d'éviter toute interférence (Topping & Sunderland, 1992).



Pot-piège type Barber, forêt départementale de Beffou

Piège à interception aérienne (ou piège à vitre) (ONF, 2011) :

Cette technique d'échantillonnage a une forte sélectivité envers les coléoptères et une forte efficacité vis-à-vis des saproxyliques, diminuant ainsi fortement le temps de tri des échantillons. De plus, la récolte des échantillons peut être espacée dans le temps (15 jours) et être effectuée par un non spécialiste (manipulation simple et rapide). Cette technique a été testée et éprouvée dans différents milieux forestiers, tant en milieu montagnard qu'en plaine ou en zone méditerranéenne, qu'en feuillus ou en résineux.

L'efficacité du Polytrap™ est renforcée par l'ajout d'éthanol dans le flacon récepteur qui agit comme attractif (Byers, 1992). L'amorçage des pièges avec de l'éthanol permet d'augmenter de 40 % environ le nombre d'espèces capturées. Il peut cependant introduire un biais lors d'études

comparatives de l'entomofaune dans des milieux de structures très différentes (par ex. milieu ouvert *versus* milieu fermé (Bouget et al., 2009)..

Tous les échantillonnages de coléoptères saproxyliques en milieu forestier seront donc réalisés à l'aide de piège Polytrap™ amorcés à l'éthanol à 20%, conformément aux préconisations de (Bouget & Brustel, 2009).



Piège à verre, forêt domaniale du Cranou

Il n'est pas envisageable, ni financièrement ni en terme de volume de travail, de mettre des pièges dans chacune des stations étudiées. L'échantillonnage s'est concentré sur les parcelles abritant les arbres les plus âgés présentant des micro-habitats favorables à l'entomofaune saproxylique (cavités basses, cavités hautes, décollements d'écorce, champignons, grosses branches mortes dans le houppier...), et/ou du bois mort de gros diamètre au sol ou sur pied. Ce choix s'appuie sur le postulat que si des espèces exigeantes se sont maintenues dans la forêt, il y a de fortes probabilités qu'elles se développent dans ce type de parcelle. Les plans d'aménagement des différentes forêts ainsi que les repérage sur le terrain ont permis d'identifier une station sur chaque forêt sur laquelle un piège à verre a été disposé, excepté sur le domaine de Ménez Meur.

Dans le cadre d Contrat Nature, deux forêts ont fait l'objet d'une évaluation en fonction de leur cortège en coléoptères saproxyliques (forêt de la Corbière et forêt départementale de Beffou). Cet échantillonnage étalé sur trois années et trois mois consécutifs (mai – juillet) permet de relever près de 75% de la diversité sur un site (Martikainen & Kaila, 2004). Dans l'ouest de la France, plusieurs forêts font l'objet d'un tel suivi et pourront servir de site comparatif (e. g. la forêt domaniale de Landevenec en Finistère ; la forêt domaniale de Bercé en Sarthe et la forêt domaniale de Cerisy en Manche et Calvados).

Afin de réaliser l'inventaire de la faune saproxylique sur les autres sites, un piège Polytrap™ a été disposé sur chaque forêt (excepté Ménez Meur) d'avril à juillet et relevé tous les 15 jours.

Tente Malaise :

Ce piège d'interception permet d'échantillonner les diptères et les hyménoptères grâce à une toile verticale. Il est aussi très efficace pour étudier les arachnides (araignées et opilions), certaines familles de coléoptères (Cerambycidae, Elateridae, Scotlitydae...) mais aussi de punaises (Hémiptères). Chacun des sites, excepté le bois du Ménez-Meur, a pu faire l'objet d'échantillonnage par tente Malaise.



Tente Malaise (forêt départementale de Beffou)

Echantillonnage qualitatif

Ces techniques, non standardisées permettent de compléter l'inventaire en échantillonnant les différentes strates de la végétation mais aussi différents micro-habitats :

Chasse à vue au sol et dans la litière : elle est indispensable pour les espèces qui ne tombent pas dans les pièges car peu actives. Elle concerne ici les arachnides, les hétéroptères, les coléoptères et les hémiptères. Elle permet aussi d'échantillonner les micro-habitats : sous les bois mort, sous les pierres, sous les écorce d'arbres morts...

Chasse à vue au vol : les lépidoptères ainsi que les diptères et les hyménoptères peuvent être échantillonnés avec cette méthode à l'aide d'un filet à papillon. En milieu forestier, ce sont les bermes et les milieux ouverts qui feront principalement l'objet de cette méthode.

Battage : grâce à une nappe de battage (ou parapluie japonais), cette méthode permet de collecter des individus d'hétéroptères, des arachnides et des coléoptères évoluant sur les strates arbustives.

Fauchage : le filet fauchoir permet d'échantillonner les arachnides, les hétéroptères, les orthoptères et les diptères qui s'abritent sur la végétation herbacée. Tout comme la chasse à vue au vol, cette technique sera utilisée sur les bermes et les milieux forestiers ouverts.

Tamisage de la litière, arbres mort en décomposition, terreau en cavité : le tamisage au Winkler puis la mise en Berlese de la litière est une méthode spécifique au milieu forestier. Elle permet d'échantillonner la microfaune de cet habitat. De nombreuses espèces forestières ne peuvent être observées que par cette technique.

Mise en élevage de bois mort : par ce procédé, de nombreuses espèces de coléoptères peuvent être identifiées, notamment des Cerambycidae (ou Longicornes). Cet élevage peut s'étaler sur plusieurs années, d'où son intérêt dans cette étude.

Piège lumineux : une puissante source lumineuse, riche en ultra-violet permet d'attirer de nombreux insectes. Cette technique est particulièrement adaptée aux lépidoptères hétérocères (papillons de nuit) mais elle permet occasionnellement d'attirer certains coléoptères.

Piège jaune : ce bac coloré en jaune et rempli d'eau savonneuse permet d'échantillonner les diptères syrphidés, les hyménoptères et d'autres insectes floricoles (coléoptères Oedemeridae, Cantharidae...).

Piège attractif : Ce piège est composé d'un flacon contenant le mélange attractif, un second constitue le flacon de récolte. Une bouteille d'eau de 5l constitue le diffuseur. Cette méthode a fait l'objet de test en 2013. Plusieurs mélanges ont été utilisés selon les cortèges ciblés :

Les coléoptères xylophages : les arbres blessés ont la particularité d'émettre des substances volatiles dans leur sève ; de l'essence de térébenthine pour les résineux et des composés proches de

l'éthanol pour les feuillus (Valladares, 2000). Nous avons donc testé ces substances seules ou mélangées dans de la sciure notamment parce que ces deux substances sont peu miscibles entre elles.



Lieu de mise en place du piège attractif dans un contexte de présence de bois mort au sol (forêt de la Corbière)



Piège attractif, détail

Les coléoptères nécrophages : les forêts abritent des cortèges de coléoptères nécrophages et coprophages différents des milieux ouverts. Le liquide attractif est alors remplacé par des déchets carnés (ex : têtes de poissons, crevettes).



Battage, chasse à vue au sol, fauchage de la végétation



Inventaire de papillons de nuit, tamisage de litière, piège jaune

La localisation des pièges (coordonnées GPS, WGS84) est disponible en annexe de ce rapport.

L'IBP ou Indice de Biodiversité Potentielle

L'IBP (Larrieu & Gonin, 2009) est un outil simple et rapide qui permet aux gestionnaires forestiers :

1) d'estimer la biodiversité taxonomique potentielle du peuplement, c'est-à-dire sa capacité d'accueil en espèces et en communautés, sans préjuger de la biodiversité réellement présente qui ne pourrait être évaluée qu'avec des inventaires complexes, non opérationnels en routine.

2) de diagnostiquer les éléments améliorables par la gestion.

L'IBP ne constitue pas une norme de gestion, mais un outil d'aide à la décision. Sa définition pourra s'affiner avec l'évolution des connaissances (d'où l'actualisation de l'IBP avec numérotation des versions).

Il consiste à apprécier un ensemble de dix facteurs parmi ceux qui sont habituellement reconnus comme les plus favorables à la diversité interne des peuplements forestiers: composition spécifique et structuration du peuplement, maturité et offre en micro-habitats liés aux arbres, présence d'habitats associés à la forêt, continuité de l'état boisé. Plusieurs facteurs décrivent le bois morts et les micro-habitats pour tenir compte du rôle fonctionnel primordial et de la diversité des saproxyliques (plus de 25% de la diversité taxonomique forestière). Sept facteurs sont directement dépendants du peuplement et de la gestion, trois autres facteurs sont plutôt liés au contexte. Une valeur 0, 2 ou 5 est donnée à chacun des facteurs selon une échelle de valeurs seuils.

Afin de vérifier s'il existe une corrélation entre la valeur patrimoniale d'un site et son IBP calculé, nous avons mesuré l'indice sur chacune des parcelles sur lesquelles un échantillonnage standardisé a été réalisé. Nous partons du postulat que la diversité en arthropodes du sol est ainsi liée à certains facteurs environnementaux tels que la structure ou l'âge du peuplement de la forêt.

Relevé de volume de bois mort au sol

De nombreuses références bibliographiques mettent en avant l'intérêt de la conservation de bois mort au sol pour la faune saproxylique mais aussi pour les arthropodes du sol (Jabin et al., 2004; Riffell et al., 2011). En effet, le bois mort va devenir le support d'un réseau trophique basé sur sa décomposition. De plus, grâce aux conditions micro-climatiques qu'il maintient (température, hygrométrie), il va héberger une faune particulière.

Afin d'étudier ce fait dans les forêts bretonnes, des relevés de volume de bois mort ont été réalisés sur chaque transect de piégeage au sol. Sur une surface de de 1 000m² incluant les pièges, chaque bois mort au sol de plus de 7,5cm de diamètre a été mesuré. Les bois enfouis ou entièrement recouvert de mousse (et donc très décomposer) n'ont pas été retenus dans ce relevé.

Les volumes sont calculés en considérant les bois comme des cônes selon la formule suivante : $V = \pi \times L \times (Da^2 \times Db^2 + Da \times Db) / 12$ où L correspond à la longueur totale du bois, Da, le plus grand diamètre, Db, le plus petit diamètre.

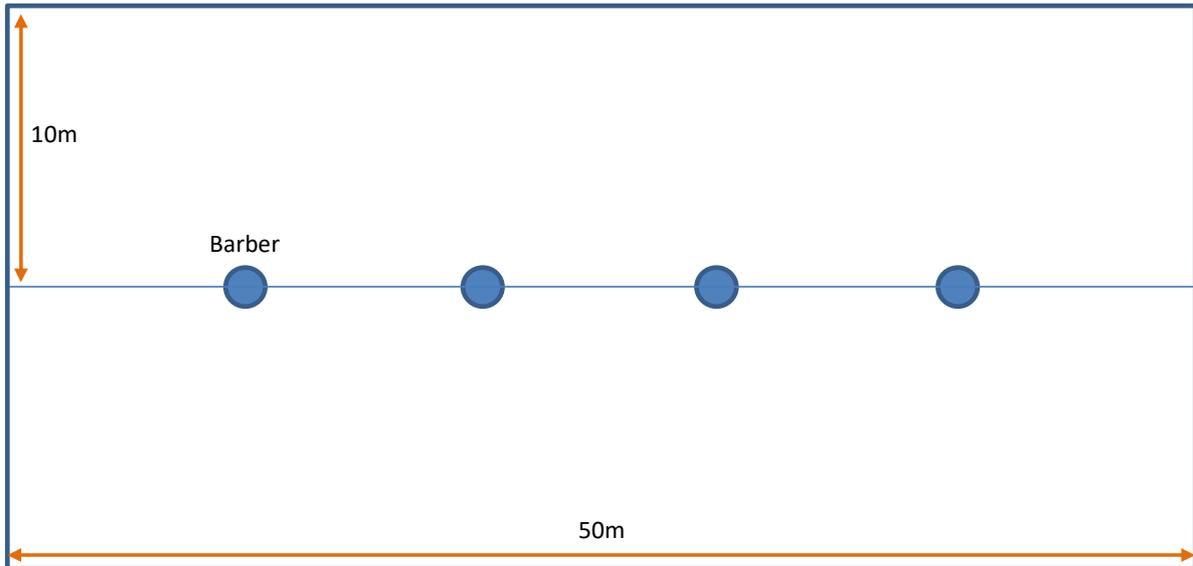


Schéma du transect de relevé de volume de bois mort

Remarques sur l'échantillonnage

Globalement, l'échantillonnage standardisé s'est bien déroulé, aucun cas de vandalisme n'a été constaté. On notera cependant que le grand gibier a pu perturber l'échantillonnage par pots-pièges. En effet, sur certaines forêts, les pièges ont été régulièrement détériorés notamment sur la forêt de la Corbière sur la parcelle 47 mais aussi sur la station 2 de la forêt de Quénécan.

Sur cette dernière, la forte abondance du bousier *Anoplotrupes stercorosus* (Geotropidae) a particulièrement perturbé l'échantillonnage en remplissant très rapidement les pièges, les rendant ainsi inopérant.

Groupes taxonomiques et liste de déterminateurs

Le tableau suivant présente les groupes taxonomiques identifiés durant ce travail ainsi que les noms des spécialistes ayant réalisé les identifications.

Classe	Sous-ordre	Famille (ou superfamille)	Déterminateur(s)
Arachnida			
Araneae			Cyril Courtial
Opiliones			Cyril Courtial
Pseudoscorpiones			Cyril Courtial
Crustacea			
Isopoda			Franck Noël
Myriapoda			
Chilopoda			Etienne Iorio
Hexapoda			
Odonata			Mathieu Lagarde
Orthoptera			Franck Herbrecht
Dictyoptera			Thomas Cherpitel
Dermaptera		Forficulidae	Thomas Cherpitel, Olivier Durand
Mecoptera			Mathieu Lagarde

Classe	Sous-	Famille (ou superfamille)	Déterminateur(s)
Nevroptera			Mathieu Giacomino
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomoidea, Miridae, Lygidae, Aradidae...	Thomas Cherpitel
Coleoptera		Carabidae	Manon Simmoneau
		Cantharidae, Malachidae	Robert Constatin
		Coccinellidae	Olivier Durand, Mathieu Lagarde
		Coléoptères saproxyliques	LNEF*, Mathieu Lagarde, Cyril Courtial
		Curculionidae (hors scolytes)	Jean-Paul Lechapt
		Histeridae, Silphidae	Mathieu Lagarde
		Scarabaeoidea	Mathieu Lagarde
		Staphylinidae	Marc Tronquet (ARE)
Lepidoptera		Rhopalocères	Cyril Courtial & Mathieu Lagarde
		Hétérocères	Mael Garrin & Cyril Courtial
Diptera	Brachycera	Asilidae	Xavier Lair
		Dolichopodidae	Etienne Brunel
		Syrphidae	Xavier Lair
		Tabanidae, Stratiomyidae	Xavier Lair
		Autres diptères	Xavier Lair
Hymenoptera	Symphyta	Tenthrediniidae, Cephidae	Henri Chevin
	Apocrita	Chrysidae	Franck Herbrecht
		Sphecidae, Crabronidae	Franck Herbrecht
		Pompilidae, Vespidae	Franck Herbrecht
		Formicidae	Christophe Galkowski (Antarea)
		Apidae	Xavier Lair

* Laboratoire National d'Entomologie Forestière (Thomas BARNOUIN, Thierry NOBLECOURT & Fabien SOLDATI).

Au total ce sont donc 16 ordres d'invertébrés qui ont été étudiés. Cela représente ici plus d'une centaine de familles.

Résultat

Synthèse bibliographique

221 références bibliographiques ont été consultées, rassemblées et saisies dans un logiciel libre de gestion bibliographique (Zotero). Ces références sont disponibles et consultables au local rennais de l'association. Elles concernent principalement des études scientifiques sur la gestion des forêts et son impact sur les cortèges invertébrés.

Les données d'invertébrés forestiers issues de la bibliographie ISSN (littérature publiée) ont été saisies sur la base de données du GRETIA. Elles concernent principalement l'ordre des coléoptères (Buprestidae, Bruchidae, Carabidae, Cleridae, Curculionidae, Elateridae, Lucanidae et Staphylinidae (Pselaphinae).

L'intégralité des études concernant le domaine forestier et réalisées par le GRETIA ont été intégrées à la base de données du GRETIA (Serena).

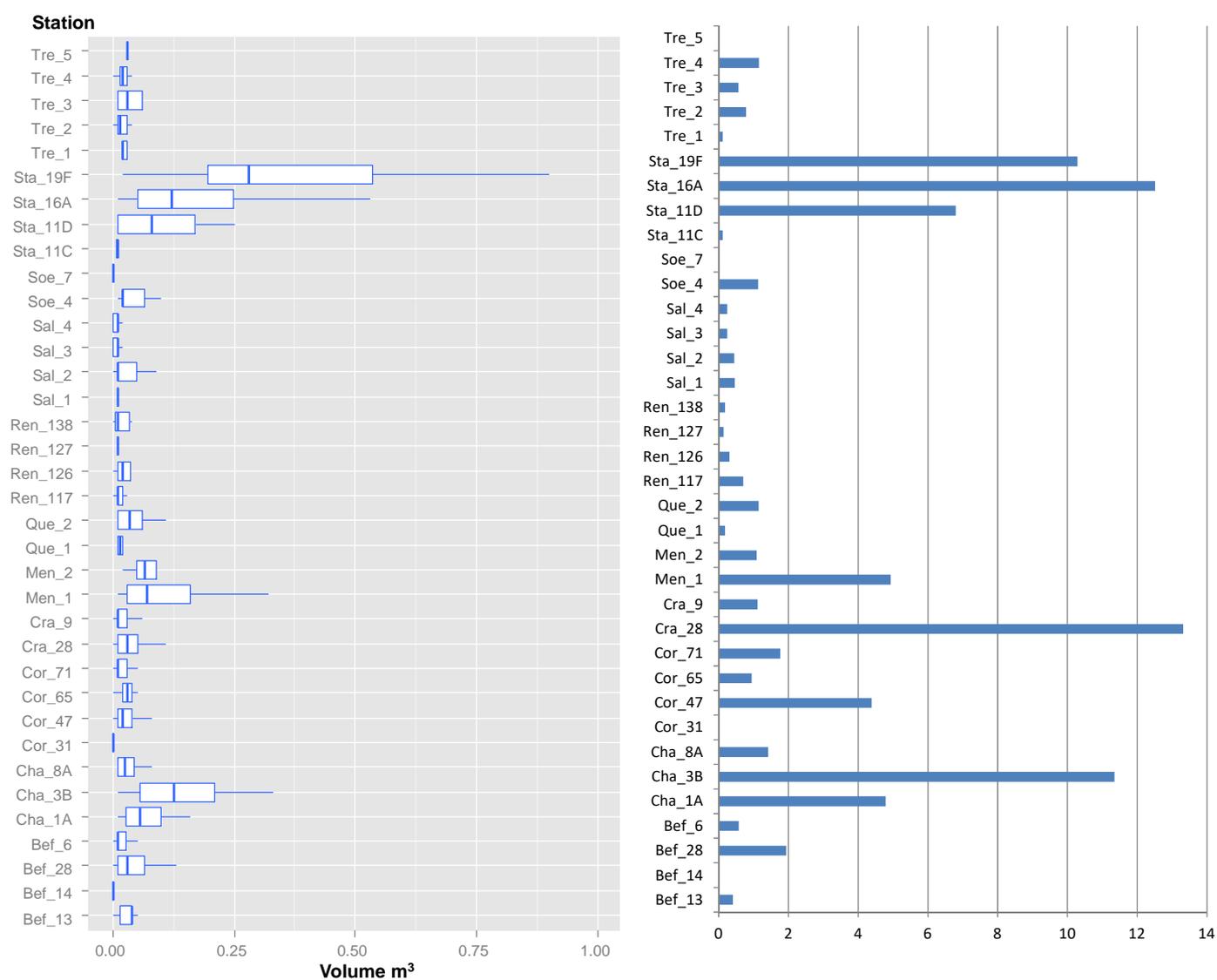
Des observations liées à des rapports d'études d'autres structures ont été saisies, elles concernent principalement des travaux de Philippe FOUILLET dans le Finistère et le Morbihan.

Les observations incluent dans la base du GRETIA en rapport avec le milieu forestier ont été utilisées afin de discuter de la rareté et de la distribution des taxons.

Enfin, les observations (Carabidae et Araneae) issues de la thèse de Loïs MOREL (Doctorant, Université de Rennes1) ont pu être intégrées à ce travail, rajoutant ainsi plusieurs massifs forestiers d'importance. Ces données ont notamment pu être utilisées afin d'améliorer la pertinence de l'indice de rareté.

Relevés des volumes de bois mort

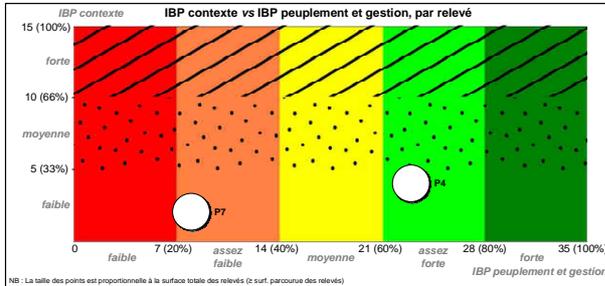
La figure ci-dessous présente les volumes de bois morts moyens et totaux relevés sur les différents transects d'échantillonnage. Globalement les volumes totaux de bois morts observés au sol sont faibles et ne dépassent pas le m³. Lorsque ces volumes moyens dépassent cette valeur, les écarts types importants montrent que ce sont des pièces de bois de gros diamètre qui participe en majorité à cette augmentation de volume. Les stations étudiées se caractérisent donc par des quantités et des volumes de bois mort faible ou bien des volumes élevés concentrés sur quelques pièces de bois au sol comme sur les parcelles 19F et 16A du Stangala.



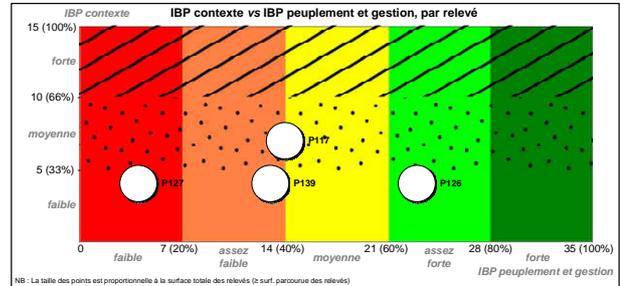
Graphique type « boîte à moustaches » présentant les moyennes de volumes de bois mort par transect d'échantillonnage et histogramme des volumes totaux observés sur chacun des transects.

Indice de biodiversité potentielle (IBP)

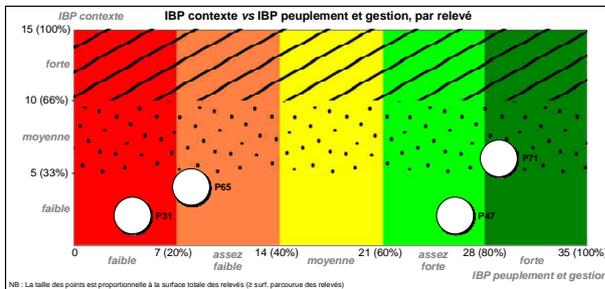
Ci-dessous sont présentés graphiquement les résultats de l'IBP en fonction du contexte (axe verticale) et du peuplement (axe horizontale).



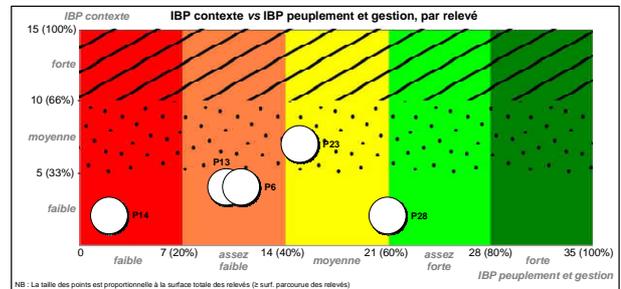
Bois de Soevres (35)



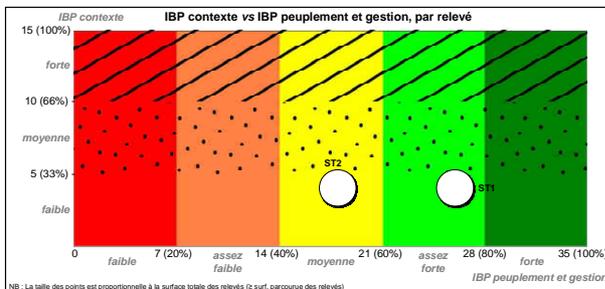
Forêt domaniale de Rennes (35)



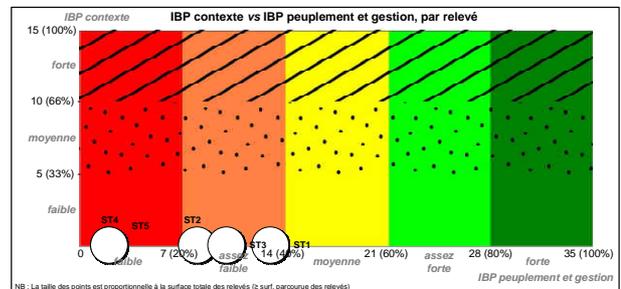
Forêt de la Corbière (35)



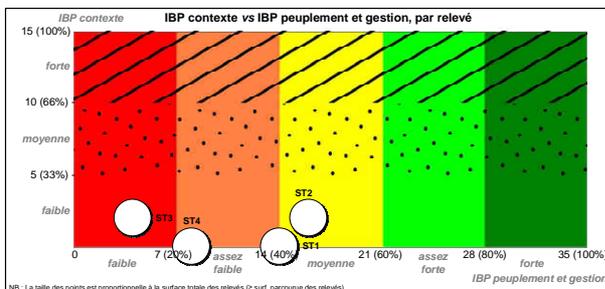
Forêt départementale de Beffou (22)



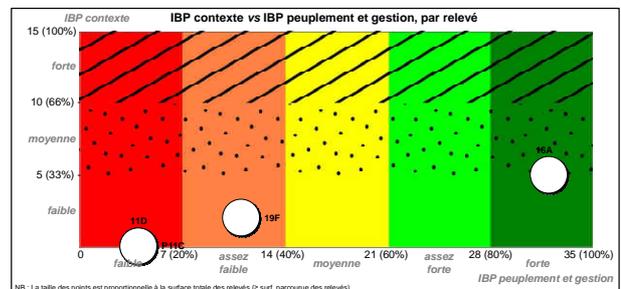
Forêt de Quénécan (56)



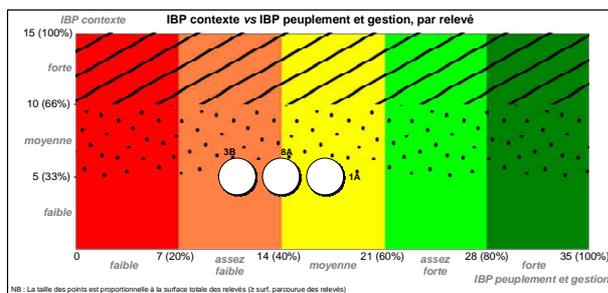
Bois de Trémelin (56)



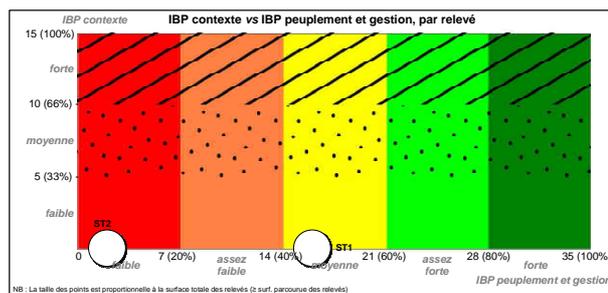
Bois de Pont Sal (56)



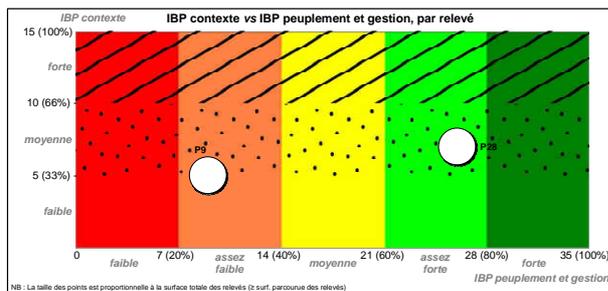
Bois du Stangala (29)



Bois du Chap (29)



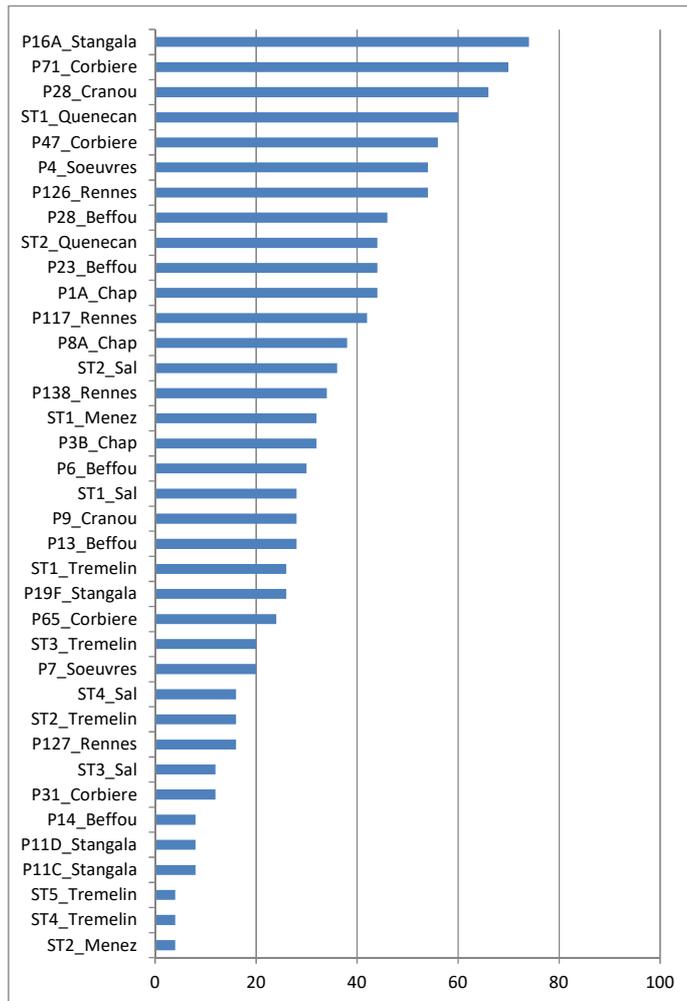
Domaine de Ménez Meur (29)



Forêt départementale du Cranou (29)

Représentation graphique de la mesure de l'IBP sur les différentes stations par forêt

La figure ci-dessus présente par station l'IBP relatif, normé en pourcentage, entre la mesure de contexte et du peuplement. Elle permet de classer visuellement les différentes stations par ordre de la valeur d'IBP. Les stations à dominantes feuillus, abritant des très gros bois et des micro-habitats pour l'entomofaune sont les mieux classés. Les stations avec une « note » supérieure à 50 sont les parcelles 16A du bois de Stangala, les parcelles 71 et 47 de la forêt de Corbière, la parcelle 28 de la forêt domaniale du Cranou, la station 1 de la forêt de Quénécan, la parcelle 4 du bois de Soeuvres et la parcelle 126 de la forêt domaniale de Rennes.



Histogramme de l'IBP relatif

Présentation des groupes d'arthropodes identifiés (hors coléoptères saproxyliques)

Ici sont présentés les résultats de l'identification de plusieurs milliers d'arthropodes, tous groupes taxonomiques confondus. Un fichier de plusieurs milliers de lignes de données a été généré et intégré à la base de données du GRETIA, celle-ci étant gérée par le logiciel SERENA. Au total, ce sont plus de 1000 espèces d'invertébrés qui ont été déterminées.

Chaque groupe taxonomique est présenté par une courte monographie (Gretia, 2009b), les listes taxonomiques sont ensuite synthétisées dans un tableau rapportant la forêt dans laquelle l'espèce a été observée. Les taxons nouvellement cités pour l'ouest de la France sont notés Ma* (Ma pour « Massif armoricain »), pour la région Bretagne Bzh*, et respectivement pour les départements 22*, 29*, 35*, 56*. Des monographies sont enfin rédigées pour les taxons remarquables (nouvelle citation, espèce rare, en limite d'aire de répartition, écologie particulière), signalés en gras dans les tableaux. Un point plus détaillé sera apporté aux coléoptères saproxyliques.

Gastéropodes

Les Gastéropodes sont des Mollusques présentant un corps mou, non segmenté et complètement dépourvu d'appendices articulés, qui se divise en trois parties : la tête, bien différenciée, la masse viscérale et le pied, organe caractéristique de ces gastéropodes. Musculeux et ventral, il sert à la locomotion (reptation, foussement). A l'origine, tous les gastéropodes étaient aquatiques, et possédaient une coquille ainsi que des branchies. Au cours de l'évolution, une partie des gastéropodes ont perdu certaines de ces caractéristiques. A ce titre, limaces et escargots au sens large font partie des gastéropodes terrestres : ils sont pulmonés et mènent une vie exclusivement terrestre.

Semilimax pyrenaicus (A. Férussac, 1821) (Vitrinidae)

Cette espèce est facilement reconnaissable à son allure de limace surmontée d'une petite coquille. Ce Vitrinidae est localisé en France, en Espagne et en Irlande. Dans ce dernier pays, son indigénat est remis en doute. En France, cette espèce est connue du Maine-et-Loire, une seule mention dans les Mauges, Loir-et-Cher, Indre, Gironde, Dordogne, Lot et la chaîne Pyrénéenne. En Bretagne, il n'est connu que de la forêt de Rennes dans laquelle il semble assez commun dans les parcelles feuillues les plus humides. On l'observe principalement dans la litière et sous les écorces des bois morts.

Elona quimperiana (De Férussac, 1821) (Elonidae)

Cette espèce se nourrit principalement de champignons poussant sur le bois mort et les feuilles (chêne - hêtre) mais peut être également coprophage. Son activité est semi-nocturne ou diurne par temps pluvieux. Son cycle de vie est caractérisé par deux périodes de reproduction dans l'année (avril-mai et septembre-octobre). Elle atteint la maturité sexuelle à 2 ans pour une longévité de deux ans et demi à trois ans. Les pontes sont le plus souvent déposées profondément dans des micro-galeries, au pied des chênes et des hêtres, ou sous les tas de bois mort. Une partie de la population hiberne, surtout dans des galeries de rongeurs ou encore sous du bois mort.

Ses exigences écologiques sont relativement mal connues. Cette espèce est typique des milieux ombragés et humides à chênes, hêtres et châtaigniers, où on la trouve sous les rochers ou sur les feuilles. Elle vit aussi dans les ruines ou les murs près des endroits humides ou des ruisseaux, ou encore dans la végétation herbacée humide. En Bretagne, *E. quimperiana* se rencontre jusqu'à 300m d'altitude, parmi les mousses, dans les galeries de petits rongeurs ou dans les branches mortes. Dans le nord de la péninsule ibérique elle se rencontre dans des habitats variés jusqu'à 1000m d'altitude.

Elle a également été récoltée dans des grottes, où il semble qu'elle puisse réaliser son cycle complet. L'Escargot de Quimper est une espèce à caractère atlantique, endémique de France et d'Espagne. Il est présent en Bretagne et au nord de l'Espagne au pays basque et à l'extrême Est de la chaîne cantabrique, jusqu'à l'extrême sud-ouest du département français des Pyrénées-Atlantiques. En Bretagne, il est bien représenté à l'Ouest d'une ligne Saint-Brieuc/Vannes dans les milieux qui lui sont propices.

Elona quimperiana est inscrite à l'annexe II de la Directive Habitat en Europe et sur la liste des mollusques protégés de France. Convention de Berne - Annexe II (1979), Directive Habitats - Annexe II (2003), Directive Habitats - Annexe IV (2003), Arrêté du 23 avril 2007 (mollusques) - art. 2, BZH - Déclinaison SCAP, BZH - Déclinaison ORGFH.

L'espèce a été observé dans le Morbihan au sein du bois de Trémelin et de la forêt de Quénécan, dans le Finistère dans les bois du Stangala, du Chap, le domaine de Ménez Meur et la forêt domaniale du Cranou et enfin en Côtes-d'Armor dans la forêt départementale de Beffou.



Semilimax pyrenaicus, Cyril Courtial



Elona quimperiana, Cyril Courtial

Arachnides

Araignées

La classe des arachnides comprend les animaux avec quatre paires de pattes et des chélicères, on y retrouve en ce qui concerne le nord de l'Europe : les opilions (ou faucheux), les scorpions, les pseudoscorpions, les acariens et les araignées. Celles-ci diffèrent de ces autres ordres par leur corps divisé en deux parties : le céphalothorax et l'abdomen. Les araignées constituent le plus grand contingent du groupe des arachnides. Abondantes et réparties sur tous les écosystèmes terrestres, elles occupent tous les biotopes : des zones humides et systèmes halophiles aux déserts arides. Cependant, bien que possédant un système de respiration aérien, une seule possède un mode de vie exclusivement aquatique : l'Argyronète aquatique (*Argyroneta aquatica* Clerck, 1757). Les araignées sont des prédateurs carnivores exclusifs et sont considérées comme les plus importants prédateurs d'insectes dans la nature. Elles ont, par conséquent, un rôle significatif dans les écosystèmes.

On dénombre environ 1600 espèces d'araignées en France réparties au sein de 41 familles. Le nombre d'espèces varie ainsi selon les auteurs : 1569 dans le catalogue des araignées de France (Le Péro, 2007) à 1620 dans le catalogue provisoire des araignées de France (Canard & Chansigaud, 1997). La Bretagne abrite à l'heure actuelle 634 espèces (Courtial & Pétilion, 2016).

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Agelenidae											
1. Coelotes terrestris	1	1	1	1			1	1		1	
2. <i>Pireneitega segestriiformis</i> 35*							1				
3. Tegenaria picta	1	1	1	1		1	1	1	1		
4. Tegenaria silvestris	1		1	1		1	1			1	

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Amaurobiidae											
5. Amaurobius fenestralis 22*	1			1	1					1	
6. Amaurobius similis	1	1		1	1		1			1	
Anyphaenidae											
7. Anyphaena accentuata		1		1	1	1		1	1	1	1
Araneidae											
8. Araneus diadematus				1					1		
9. Araneus triguttatus 29*		1									
10. Araniella cucurbitina	1				1						
11. Araniella opisthographa 29*	1			1							
12. Cercidia prominens								1			
13. Cyclosa conica	1				1				1		
14. Gibbaranea gibbosa				1							
15. Hypsosinga sanguinea				1							
16. Larinioides comutus	1										
17. Mangora acalypha										1	1
18. Nuctenea umbratica									1		
19. Zilla diodia	1			1	1		1		1	1	
Atypidae											
20. Atypus affinis								1	1		1
Clubionidae											
21. Clubiona brevipes											1
22. Clubiona caerulescens Bzh*						1					
23. Clubiona comta	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
24. Clubiona reclusa	1			1							
25. Clubiona terrestris	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Corinnidae											
26. Phrurolithus festivus							1	1			
27. Phrurolithus minimus										1	
Dictynidae											
28. Cicurina cicur	1		1							1	
29. Lathys humilis		1			1	1			1	1	
30. Nigma puella										1	1
Dysderidae											
31. Dysdera crocata						1					
32. Dysdera erythrina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33. Dysdera fuscipes									1		1
34. Harpactea hombergi	1			1	1	1	1	1	1	1	1
Gnaphosidae											
35. Drassodes cupreus								1			
36. Drassodes lapidosus								1			
37. Drassodes pubescens								1			
38. Drassyllus pusillus								1		1	
39. Haplodrassus silvestris 29*				1			1	1	1		1

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
40. Micaria pulicaria								1			
41. Trachyzelotes pedestris						1		1			
42. Zelotes apicorum							1	1			
43. Zelotes latreillei								1			
Hahniidae											
44. Hahnia helveola	1	1		1		1	1	1	1		1
45. Hahnia montana		1		1		1			1	1	
46. Hahnia nava							1				
47. Hahnia ononidum							1	1			
48. Hahnia pusilla 35*								1			
Linyphiidae											
49. Agyneta ramosa 35*	1			1	1	1			1	1	1
50. Bathyphantes gracilis	1					1	1			1	1
51. Centromerus albidus Ma*	1								1		
52. Centromerus brevivulvatus 22*, 56*	1					1	1	1	1	1	
53. Centromerus dilutus	1		1		1	1	1	1	1		1
54. Centromerus serratus 29*, 35*, 56*		1			1	1	1	1	1		1
55. Centromerus sylvaticus	1	1		1	1		1	1	1	1	1
56. Ceratinella brevis					1			1		1	
57. Ceratinella scabrosa					1	1	1				1
58. Collinsia inerrans										1	
59. Dicymbium nigrum										1	
60. Dicymbium tibiale	1										
61. Diplocephalus cristatus 22*	1										
62. Diplocephalus latifrons 22*, 29*	1		1		1		1				
63. Diplocephalus picinus 29*	1	1		1		1	1	1	1	1	1
64. Diplostyla concolor	1						1	1			1
65. Dismodicus bifrons							1				
66. Drapetisca socialis 29*	1	1		1	1					1	
67. Erigone atra	1			1	1		1		1	1	1
68. Erigone dentipalpis	1					1	1	1		1	1
69. Gonatium rubellum	1		1								
70. Gonatium rubens			1								
71. Gongyliellum latebricola 22*	1		1	1	1						
72. Gongyliellum vivum							1	1			
73. Gongyliidium rufipes	1		1		1			1			1
74. Hybocoptus corrugis		1									1
75. Hylyphantes graminicola	1										
76. Hylyphantes nigrinus 35*							1				
77. Hypomma cornutum		1		1		1	1			1	
78. Jacksonella falconeri 29*, 35*			1				1				
79. Labulla thoracica					1				1	1	
80. Lepthyphantes minutus 56*										1	
81. Linyphia hortensis 56*	1			1			1	1		1	

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
82. <i>Linyphia triangularis</i>				1	1	1			1		
83. <i>Macrargus rufus</i> 22*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
84. <i>Maso sundevalli</i> 56*											1
85. <i>Meioneta affinis</i>						1					
86. <i>Meioneta rurestris</i>	1										
87. <i>Mermessus trilobatus</i> 22*	1										
88. <i>Micrargus apertus</i>	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
89. <i>Micrargus herbigradus</i>	1		1			1					
90. <i>Microneta viaria</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91. <i>Minyriolus pusillus</i>				1			1			1	
92. <i>Monocephalus castaneipes</i> 29*, 56*	1	1		1	1	1		1		1	
93. <i>Monocephalus fuscipes</i>	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
94. <i>Neriere clathrata</i>							1				
95. <i>Neriere peltata</i> 56*	1	1		1						1	
96. <i>Neriere radiata</i>				1			1			1	1
97. <i>Oedothorax apicatus</i>	1						1				
98. <i>Oedothorax fuscus</i>	1				1	1	1	1	1	1	
99. <i>Oedothorax gibbosus</i>								1			
100. <i>Oedothorax retusus</i>	1				1		1		1		1
101. <i>Palliduphantes pallidus</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
102. <i>Pelecopsis nemoralis</i> 22*	1			1							
103. <i>Pelecopsis parallela</i>										1	
104. <i>Pelecopsis radicolica</i>								1			
105. <i>Pocadicnemis juncea</i>							1	1			
106. <i>Pocadicnemis pumila</i>							1	1			
107. <i>Poecilnota globosa</i>	1										
108. <i>Porrhomma campbelli</i> Ma*			1								
109. <i>Porrhomma cf pallidum</i>			1								
110. <i>Saaristoa abnormis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
111. Saaristoa firma 29*		1		1							
112. Saloca diceros Ma*	1										
113. <i>Savignia frontata</i>					1					1	
114. <i>Sintula cornigera</i>	1	1									
115. <i>Tapinocyba mitis</i>	1		1			1	1	1	1		1
116. <i>Tenuiphantes cristatus</i>						1	1				
117. <i>Tenuiphantes flavipes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
118. <i>Tenuiphantes tenuis</i>	1	1				1		1		1	1
119. <i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
120. <i>Thyreosthenius parasiticus</i>	1					1		1			
121. <i>Tiso vagans</i>			1				1	1	1	1	1
122. Trematocephalus cristatus Bzh*							1				
123. <i>Trichoncus affinis</i> Ma*									1		
124. <i>Walckenaeria acuminata</i>	1			1	1	1	1	1	1	1	1
125. <i>Walckenaeria corniculans</i>		1		1				1			

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
126. Walckenaeria cucullata 29*	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
127. Walckenaeria cuspidata	1			1			1				1
128. Walckenaeria dysderoides 29*			1	1					1		
129. Walckenaeria furcillata							1	1			
130. Walckenaeria mitrata 56*							1	1			1
131. Walckenaeria monoceros		1									
132. Walckenaeria nudipalpis	1		1	1				1			
133. Walckenaeria obtusa	1		1	1	1			1			
134. Whiela calcarifera							1				
Liocranidae											
135. Agroeca brunnea	1					1	1	1			1
136. Apostenus fuscus 22*, 56*	1	1		1					1	1	1
137. Scotina celans		1		1			1	1	1		
Lycosidae											
138. Alopecosa pulverulenta	1			1				1	1	1	1
139. Aulonia albimana								1			
140. Hygrolycosa rubrofasciata							1				
141. Pardosa amentata	1		1					1			
142. Pardosa hortensis	1							1			
143. Pardosa nigriceps								1			
144. Pardosa prativaga	1						1	1	1		
145. Pardosa proxima								1	1		
148. Pardosa pullata	1		1				1	1	1		1
149. Pardosa saltans	1			1	1	1	1	1	1	1	1
150. Pirata hygrophilus	1						1	1			
151. Pirata latitans	1						1				
152. Pirata uliginosus 35*							1				
153. Trochosa terricola	1	1		1		1	1	1	1	1	1
154. Xerolycosa nemoralis								1			
Mimetidae											
155. Ero tuberculata 56*										1	
Nesticidae											
156. Nesticus cellulanus	1					1					
Philodromidae											
157. Philodromus aureolus								1		1	
158. Philodromus dispar	1					1					1
159. Philodromus margaritatus 29*				1							
160. Philodromus praedatus 56*								1			1
161. Philodromus rufus		1		1							1
Pisauridae											
162. Dolomedes fimbriatus	1										
163. Pisaura mirabilis							1		1		
Salticidae											
164. Ballus chalybeius						1		1	1		1

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
165. <i>Evarcha falcata</i>	1			1			1				1
166. <i>Heliophanus cupreus</i>	1			1						1	
167. <i>Neon reticulatus</i>				1		1	1	1		1	
168. <i>Salticus zebraneus</i> 56*											1
Segestriidae											
169. <i>Segestria senoculata</i>		1			1						
Tetragnathidae											
170. <i>Enoplognatha ovata</i>		1									
171. <i>Metellina mengei</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
172. <i>Metellina merianae</i>	1	1			1			1	1	1	1
173. <i>Metellina segmentata</i>	1			1	1		1		1		
174. <i>Pachygnatha clercki</i>	1	1			1		1				
175. <i>Pachygnatha degeeri</i>		1					1	1	1		
176. <i>Pachygnatha listeri</i>							1				
177. <i>Tetragnatha montana</i>	1	1			1	1	1		1	1	1
178. <i>Tetragnatha obtusa</i>								1			
179. <i>Tetragnatha pinicola</i>							1				
Theridiidae											
180. <i>Anelosimus vittatus</i>	1	1									
181. <i>Diplocephalus erythropus</i> Bzh*											
182. <i>Diplocephalus melanogaster</i>							1				
183. <i>Enoplognatha ovata</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
184. <i>Enoplognatha thoracica</i>						1	1	1	1		1
185. <i>Episus angulatus</i>	1										
186. <i>Episus maculipes</i>	1	1		1	1	1	1		1	1	1
187. <i>Episus truncatus</i>									1		
188. <i>Erigone atra</i>				1							
189. <i>Euryopis flavomaculata</i>							1	1	1		1
190. <i>Keijia tinctoria</i>	1	1			1	1	1		1	1	1
191. <i>Kochiura aulica</i>		1									
192. <i>Paidiscura pallens</i>	1	1		1	1						1
193. <i>Parasteatoda lunata</i>								1	1		
194. <i>Parasteatoda simulans</i> 22*	1			1		1	1	1	1		1
195. <i>Pholcomma gibbum</i>					1				1	1	
196. <i>Phylloneta sisyphe</i>				1							
197. <i>Robertus lividus</i>	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
198. <i>Robertus neglectus</i> 35*								1			
199. <i>Theonoe minutissima</i>		1		1	1			1			
200. <i>Theridion varians</i>					1		1				
Theridiosomatidae											
201. <i>Theridiosoma gemmosum</i>	1			1							
Thomisidae											
202. <i>Diaea dorsata</i>		1		1	1				1	1	1
203. <i>Misumena vatia</i>									1		

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
204. <i>Ozyptila blackwalli</i> 56*							1				1
205. <i>Ozyptila praticola</i>						1					1
206. <i>Ozyptila trux</i>	1			1	1	1	1				
207. <i>Pistius truncatus</i>								1			1
208. <i>Xysticus acerbus</i>					1						
209. <i>Xysticus audax</i>					1						
210. <i>Xysticus cristatus</i>										1	
211. <i>Xysticus ferrugineus</i>	1							1			
212. <i>Xysticus lanio</i>				1							
213. <i>Xysticus luctator</i>							1	1			
Uloboridae											
214. <i>Hyptiotes paradoxus</i>									1		
Zodariidae											
215. <i>Zodarion italicum</i>						1	1	1			
Zoridae											
216. <i>Zora spinimana</i>							1	1	1		1
Total	96	51	31	73	58	58	93	93	72	69	69

Au total, ce sont 216 espèces qui ont été contactées sur l'ensemble des forêts étudiées ce qui correspond au tiers des espèces connues en Bretagne et un peu plus du quart de celles connues de l'Ouest de la France. 10 espèces sont particulièrement intéressantes et présentées dans les monographies suivantes. Les données départementales dans l'Ouest et la France sont établis à partir de Courtial & Pétilion (2014) et Le Péro (2007) ; les représentations cartographiques sont issues du projet d'atlas des araignées armoricaines (Courtial & Pétilion, comm. pers).

Pireneitega segestriiformis (Dufour, 1820)

Identifiée en forêt de Rennes, cette agélénide est particulièrement intéressante. En effet il s'agit d'une sub-endémique de France et d'Espagne confinée normalement à la chaîne pyrénéenne. Il existe bien une donnée historique de ce taxon en forêt de Lorges datant du 19^e siècle mais sans y avoir été revue depuis. Cette araignée de belle taille (femelle > 15mm) est bien présente en forêt de Rennes et affectionne tout particulièrement la présence de bois mort au sol sous lequel elle établit principalement dans les boisements de feuillus. Plusieurs individus ont été observés sous des écorces de branches de hêtre en décomposition sur la parcelle 126.



Pireneitega segestriiformis mâle, Cyril Courtial



Clubiona caerulea femelle, Pierre Oger

Clubiona caerulescens L. Koch, 1867

Cette clubione à répartition paléarctique vit dans la végétation, au sol, en milieu forestier. Elle semble rare dans l'Ouest de la France, inconnue de la région Pays de la Loire, elle n'est mentionnée que deux fois en Basse-Normandie. Elle a été échantillonnée au bois de Soeuvres (Ille-et-Vilaine) au sein de la parcelle 4. Il existe une donnée inédite de cette araignée en forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine) où elle a été récoltée par Sophie Guilbon (Guilbon, 2011) dans la parcelle 14.

Dysdera fuscipes Simon, 1882

Espèce décrite du Morbihan (Plouharnel) et de Gironde (Simon 1882), cette araignée n'avait pas été revue en France jusqu'au Contrat Nature Dune sur les sites de Sainte-Barbe (56) et Tréguennec (29) puis sur le Contrat Nature Estran Sableux sur les sites du Poulguen à Penmarc'h (56). Cette espèce était jusqu'à présent exclusivement côtière en Bretagne. De répartition ibéro-atlantique, cette araignée n'est présente qu'en France, Espagne et Portugal. Sa capture en forêt est une première en France. *D. fuscipes* semble bien présente sur la côte sud de la Bretagne. Elle n'a été observée que sur les sites morbihannais (bois de Trémelin et de Pont Sal) et en de nombreux exemplaires. Ces boisements se situant proche de la côte, les conditions climatiques au sol doivent lui être favorables (notamment l'absence de gel). Il est à noter que cette espèce s'observe également à l'intérieur des terres en Espagne.

Centromerus albidus Simon, 1929

C. albidus est une toute petite araignée de la famille des linyphiides (taille < à 2mm). Elle n'était jusque-là connue que des départements pyrénéens et de l'Aude. En Europe elle est présente en Grande-Bretagne, Espagne, Roumanie, Grèce et Slovaquie. Elle semble inféodée aux boisements de feuillus dans des conditions fraîches et humides. Elle a ainsi été observée sur deux forêts, la forêt départementale de Beffou (Côtes d'Armor, parcelle 13 et 23) ainsi que le bois de Trémelin (Morbihan, secteur Ty Mat). Ces stations correspondent à des boisements de feuillus en hêtraie pure ou chênaie-hêtraie.

Saariotoa firma (O. P.-Cambridge, 1905)

Cette araignée fait aussi partie de la famille des linyphiides. Extrêmement rare en France, elle n'était connue que des Hautes-Alpes et du Jura avant d'être récoltée en forêt de Cerisy (Manche) en 2009. En Europe, elle est confinée à l'ouest septentrional dans les forêts de montagnes au sud de sa répartition et plus en plaine au nord. Cette espèce strictement forestière a été observée en forêt domaniale du Cranou (Finistère, parcelle 28) et dans le bois du Chap (Finistère). Une donnée hors cadre de cette étude a été faite en forêt domaniale de Rennes (parcelle 132).



Saariotoa firma mâle, Pierre Oger



Saloca diceros mâle, Pierre Oger

Saloca diceros (O. P.-Cambridge, 1871)

Cette linyphiide possède une écologie et une répartition quasi similaire à l'espèce précédente. Elle n'est connue que de cinq départements en France dont les Côtes-d'Armor avec la forêt départementale de Beffou (parcelle 13 et 23). A l'heure actuelle il s'agit de la seule station de l'Ouest de la France.

Trematocephalus cristatus (Wider, 1834)

Même si elle est absente du sud de l'Europe, *T. cristatus* est répandue de la France jusqu'à l'est de la Russie. Plus commune que les deux linyphiides précédentes en France, elle n'en demeure pas moins assez rare dans le Massif armoricain. Elle n'était connue que d'une seule localité en Bretagne et désormais en forêt domaniale de Rennes (parcelle 126). Cette araignée est inféodée au milieu forestier et très probablement à la canopée.



Trematocephalus cristatus femelle, Jorgen Lissner



Pachygnatha listeri mâle, Jorgen Lissner

Pachygnatha listeri Sundevall, 1830

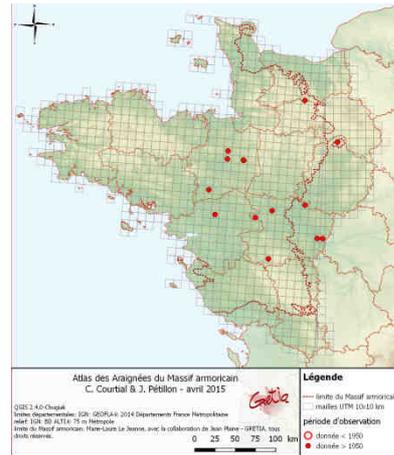
Cette tétragnathidé est la plus exigeante des trois espèces de *Pachygnatha* connues de France. Strictement forestière, elle affectionne les boisements humides feuillus ou mixtes. Elle n'a été échantillonnée que sur la parcelle 127 de la forêt domaniale de Rennes. En Bretagne et dans l'Ouest cette espèce paraît bien plus rare que les données ne le supposent à cause d'erreurs dans l'identification de ce taxon.

Xysticus luctator L. Koch, 1870

Cette araignée crabe (Thomisidae) vit exclusivement dans la litière des massifs forestiers. De grande taille, la femelle peut atteindre 10mm. Répandue mais peu commune en France, elle ne semble pas pénétrer la péninsule bretonne et reste confinée à l'Ille-et-Vilaine et les marges du Massif armoricain. Elle a été collectée sur la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine, parcelle 65) et la forêt domaniale de Rennes (parcelle 127 et 138).



Xysticus luctator mâle, Jorgen Lissner



Répartition de *Xysticus luctator* dans l'Ouest

Opilions

Les Opilions se caractérisent entre autres par la présence de 4 paires de pattes, généralement très longues. Ils se différencient des araignées par leur abdomen segmenté soudé au céphalothorax, leur donnant ainsi un corps d'aspect trapu et ovoïde. Une seule paire d'yeux simples est disposée sur une protubérance dorsale appelée ocularium. Ils sont davantage connus sous leur nom vernaculaire de « faucheurs » ou « fauchoux ». Leur régime alimentaire s'apparente à celui des araignées : ils sont carnivores. Les proies sont saisies par les pédipalpes, puis triturées par les chélicères pour être imprégnées de suc digestif. En revanche, contrairement aux araignées qui ne consomment que des proies, les opilions peuvent à l'occasion se nourrir de cadavres (régime détritivore ou nécrophage). Ils sont plutôt actifs la nuit. La reproduction, au contraire des araignées, ne fait pas intervenir de parade nuptiale, et l'insémination est directe. La copulation ne dure que quelques minutes et peut se répéter plusieurs fois.

Les femelles pondent les œufs fécondés grâce à leur ovipositeur, et les abandonnent dans la nature.

Il existe onze familles d'opilions, mais la plupart des espèces françaises sont des Phalangiidae. A ce jour, cet ordre compte plus de 5000 espèces décrites dans le monde, dont 120 sont présentes en France (Delfosse, 2004).

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Opiliones											
Leiobunidae											
1. <i>Leiobunum blackwalli</i>									1		
2. <i>Leiobunum rotundum</i>	1	1		1	1	1			1	1	
Nemastomatidae											
3. <i>Mitostoma chrysmelas</i>				1							
4. <i>Nemastoma bimaculatum</i>	1			1	1	1	1	1	1	1	1
Phalangiidae											
5. <i>Dicranopalpus ramosus</i>									1		1
6. <i>Lophopilio palpinalis</i>				1							
7. <i>Megabunus diadema</i>		1		1	1						
8. <i>Mitopus morio</i>	1				1					1	
9. <i>Oligolophus tridens</i>						1				1	
10. <i>Opilio parietinus</i>											1

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
11. Paroligolophus agrestis										1	1
12. Rilaena triangularis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sclerosomatidae											
13. Homalenotus quadridentatus	1										1
Trogulidae											
14. Anelasmoecephalus cambridgei	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15. Trogulus nepaeformis	1	1			1	1	1	1	1		1
Total	7	5	2	7	7	6	4	4	7	7	8

518 individus représentant 15 espèces ont été échantillonnés. Il existe encore à l'heure actuelle peu de connaissances sur la distribution des opilions en Bretagne. Cependant, une espèce, de par son écologie et sa distribution en France mérite une attention plus particulière : *Megabunus diadema*.

Megabunus diadema (Fabricius, 1779)

M. diadema est un opilion de la famille des Phalangidae, reconnaissable sur le terrain grâce à sa longue couronne d'épines au-dessus des yeux. Cette espèce d'affinité septentrionale est commune dans les forêts des massifs montagneux français. Inconnu des Pays de la Loire, il est mentionné à plusieurs reprises de la Basse-Normandie et de la Bretagne au sein de boisements frais. Cette espèce est dite corticole, elle vit sur les écorces des arbres sur lesquelles elle chasse de petits invertébrés. Elle a été observée sur les bois du Chap et de Stangala ainsi que la Forêt domaniale du Cranou (Finistère).



Megabunus diadema, Cyril Courtial

Pseudoscorpions

Les pseudoscorpions sont des arachnides ressemblant à de petits scorpions du fait de leurs pédipalpes transformés en pinces ; ces appendices ont la même fonction et morphologie que celles des scorpions. Ils se différencient de ces derniers par la taille mais aussi par d'autres caractères morphologiques, notamment l'absence de *metasoma* (appelé aussi telson ou plus communément "queue"). En plusieurs points, leur morphologie ressemble donc à celle des araignées (avec notamment la présence de chélicères et la capacité de produire de la soie). Répartis en 23 familles, ces animaux (plus de 3000 espèces dans le monde) ont investi toutes les zones tempérées, mais surtout les régions tropicales et subtropicales où l'on observe la plus grande richesse. Ils forment un groupe d'espèces très ancien. La France compterait un peu plus de 120 espèces (Delfosse, 2003), dont la biologie reste encore très peu connue. Presque toutes sont de petite taille (généralement 2 à 4 mm).

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Pseudoscorpiones											
Chernetidae											
1. <i>Allochernes wideri</i>						1	1	1	1		
2. <i>Chernes cimicoides</i>								1			
3. <i>Pselaphochernes scorpioides</i>	1								1		
Chthoniidae											
4. <i>Chthonius ischnocheles</i>	1	1					1		1		1
5. <i>Chthonius orthodactylus</i>	1		1	1			1	1	1		
6. <i>Chthonius tenuis</i>	1	1	1	1			1	1	1	1	1
7. <i>Chthonius tetrachelatus</i>					1						
Neobisidae											
8. <i>Neobisium carcinioides</i>	1	1		1	1					1	1
9. <i>Neobisium simile</i>	1	1		1	1				1	1	1
10. <i>Roncus lubricus</i>	1			1	1		1		1		
Total	7	4	2	5	4	1	5	4	7	3	4

Comme pour les opilions, ce groupe est relativement peu étudié en France. Cependant, certaines espèces peuvent être qualifiées de saproxyliques car strictement associées au bois mort. On note aussi la présence d'une espèce myrmécophile qui n'avait jusqu'à présent pas été observée en Bretagne.

Allochernes wideri (C.L. Koch, 1843) et *Chernes cimicoides* (Fabricius, 1793)

Ces deux pseudoscorpions de la famille des Chernetidae s'observent dans les cavités sèches ou sous les écorces de différentes essences de feuillus (principalement de chênes et hêtres). La première a été observée sur tous les sites d'Ille-et-Vilaine ainsi que sur le bois de Trémelin (Morbihan) ; la seconde exclusivement en forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine) sous des écorces de chêne mort dans la parcelle 71. Au vu de leur écologie ces deux taxons peuvent être qualifiés de saproxyliques.



Habitat d'*Allochernes wideri* en forêt domaniale de Rennes, Cyril Courtial/Gretia



Chernes cimicoides femelle, Jorgen Lissner

Pselaphochernes scorpioides (Hermann, 1804)

Ce pseudoscorpion n'avait jusqu'à présent jamais été observé dans l'ouest de la France. En effet, son habitat particulier que sont les dômes de fourmilières du genre *Formica* ne sont pas souvent prospectés par les entomologistes. Et pourtant, il existe de nombreuses espèces myrmécophiles tout ordre confondu. Plusieurs individus ont été récoltés par tamisage hivernale de la litière de dôme de *Formica rufa* en forêt de Beffou (Côtes d'Armor, parcelle 11) ainsi qu'au bois de Trémelin (Morbihan) en tamisant un hêtre mort au sol abritant une colonie de fourmis. Le rôle de *P. scorpoides* au sein des fourmilières n'est pas connu, cependant comme de nombreux pseudoscorpions, celui-ci doit se nourrir de collemboles ou d'acariens.

Myriapodes

Chilopodes

Les chilopodes se distinguent des autres myriapodes par la présence d'une seule paire de pattes par segment, et de crochets à venin (forcipules) situés ventralement et sous la tête. En France, les chilopodes regroupent quatre ordres : *Scolopendromorpha*, *Scutigleromorpha*, *Lithobiomorpha* et *Geophilomorpha*.

Les chilopodes sont tous des prédateurs qui se nourrissent, pendant la nuit, d'autres invertébrés du sol. Selon la taille des espèces, il peut s'agir d'acariens, de collemboles, de petites larves, mais aussi de petits coléoptères ou orthoptères, d'araignées, de cloportes... Les proies sont détectées grâce aux antennes, très sensibles, et immobilisées par le venin injecté via les forcipules. Hygrophiles, lucifuges et sujets au thigmotropisme, les chilopodes vivent sous les pierres, les écorces, les vieux troncs, les mousses, ou dans la terre elle-même. Certaines espèces se rencontrent dans de nombreux milieux, y compris anthropiques, tandis que d'autres sont plus sélectives car sylvoles, halobies (= inféodées aux milieux saumâtres), ou encore troglobies.

On dénombre 150 espèces de chilopodes en France dont 41 en Bretagne.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois de Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
Cryptopidae											
1. <i>Cryptops anomalans</i>						1					
2. <i>Cryptops hortensis</i>	1			1		1	1	1	1	1	
3. <i>Cryptops parisi</i>		1								1	
Geophilidae											
4. <i>Arctogeophilus inopinatus</i>	1		1			1		1		1	1
5. <i>Geophilus cf. alpinus</i>											1
6. <i>Geophilus easoni</i>	1		1	1		1					1
7. <i>Geophilus electricus</i>											1
8. <i>Geophilus flavus</i>					1						
9. <i>Geophilus truncorum</i>					1						
Himantariidae											
10. <i>Stigmatogaster subterraneus</i>		1									1
Linotaeniidae											
11. <i>Strigamia acuminata</i>	1			1		1			1		
12. <i>Strigamia crassipes</i>	1				1	1			1		
Lithobiidae											
13. <i>Lithobius borealis</i>	1				1						
14. <i>Lithobius calcaratus</i>				1							
15. <i>Lithobius crassipes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16. <i>Lithobius forficatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois de Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
17. <i>Lithobius macilentus</i>	1					1	1		1		
18. <i>Lithobius melanops</i>										1	
19. <i>Lithobius microps</i>	1			1	1	1	1	1	1	1	1
20. <i>Lithobius muticus</i>	1					1	1				1
21. <i>Lithobius piceus</i>	1			1	1	1	1	1	1	1	
22. <i>Lithobius tricuspis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
Schendylidae											
23. <i>Schendyla nemorensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Total	14	6	6	10	10	14	9	8	9	10	9

23 espèces ont été recensées lors de ce Contrat Nature, soit un peu plus de la moitié de la faune connue en Bretagne. Parmi ces 23 espèces de chilopodes, quatre présentent un enjeu « patrimonial » non négligeable (*Arctogeophilus inopinatus*, *Lithobius macilentus* et *Strigamia acuminata*) voire fort (*Lithobius borealis*) ; certaines d'entre elles soulignent également l'intérêt de la forêt concernée de par leurs préférences écologiques. Ces espèces font l'objet d'une monographie ci-après.

D'autre part, en se penchant sur la biodiversité des cortèges de chilopodes dans certaines des forêts étudiées, de même que sur leur composition spécifique, il est possible d'effectuer les constats suivants :

- Les forêts de Beffou et de Soeuvres, toutes deux anciennes et composée uniquement de feuillus pour la première, sans interruption temporelle depuis des siècles, apparaissent comme les plus diversifiées d'après les données acquises : elles renferment toutes deux 14 espèces de chilopodes sur les 23 identifiées au total lors de l'étude (549 chilopodes déterminés), parmi lesquelles deux taxons sylvicoles considérés comme relativement sténoèces d'après les connaissances actuelles (cf. monographies) : *Lithobius macilentus* et *Strigamia acuminata*.

- *Lithobius borealis* habite également la forêt de Beffou, ainsi que le bois de Stangala, manifestement davantage en raison de leurs conditions climatiques que de leurs autres particularités écologiques (cf. monographie correspondante).

A l'opposé, les deux forêts dotées de la plus faible richesse spécifique (6 espèces de chilopodes) sont dominées par les résineux ; il s'agit du Bois du Chap et de Ménez Meur. Ceux-ci ne comportent que des espèces à faibles exigences écologiques en dehors d'*Arctogeophilus inopinatus* (même très faibles pour *Lithobius forficatus*). Il est bien connu que les forêts dominées par les conifères, surtout lorsqu'il s'agit de plantations allochtones, sont très antagonistes à une forte densité et diversité de chilopodes (Rosenberg, 2009; Iorio, 2014).

Arctogeophilus inopinatus (Ribaut, 1912)

A. inopinatus est un petit géophilomorphe qui est sub-endémique de France (car aussi connu d'une station douteuse au Luxembourg) : dans notre pays, son aire de répartition s'étend de l'Île-de-France à la Bretagne et de la Haute-Normandie au Massif central (Iorio, 2014). L'espèce est considérée comme très rare au niveau national, mais il faut préciser que sa répartition essentiellement comprise dans le domaine biogéographique atlantique induit qu'elle manque sur une assez grande partie du territoire : la fréquence d'occurrence en France (Iorio, 2014) est donc à nuancer dans l'Ouest de notre pays, particulièrement dans le Massif armoricain, situé au cœur de son aire de répartition. Dans ce dernier, elle est relativement plus fréquente, sans être commune. Notons que les mentions dans les forêts de Soeuvres et de Corbières sont les premières pour le département de l'Ille-et-Vilaine.

En plus de celles incluses dans le catalogue national, un certain nombre de données récentes, acquises entre autres grâce à l'atlas des chilopodes des Pays de la Loire en cours, font apparaître un caractère forestier plutôt prononcé mais des exigences écologiques potentiellement modérées : l'espèce peut aussi bien occuper de vieux massifs de feuillus qu'être présente dans une parcelle forestière dominée par les conifères, ou encore dans une parcelle de feuillus assez jeune et clairsemée. Néanmoins, le protocole standardisé réalisé durant cette année sur deux parcelles en forêt de Mervent (Vendée) (dix quadrats de 50x50cm de litière puis dix identiques de sol par parcelle, 1172 chilopodes récoltés au total, E. IORIO réc. et dét.) suggère qu'à prélèvement de sol et de litière égal, les effectifs d'*A. inopinatus* sont moindres dans le cas d'une chênaie jeune et clairsemée que dans celui d'une chênaie plus dense comportant des sujets de 250 ans (33 spécimens vs 4 spécimens). L'étude des forêts de Pays de la Loire, qui se poursuit ainsi sur plusieurs autres forêts en 2016 et en 2017, devrait permettre d'affiner l'écologie de cette espèce encore méconnue.

Lithobius borealis Meinert, 1868

L. borealis est une espèce assez largement répartie en Europe, mais surtout présente dans les régions montagneuses dans le centre et le sud de sa répartition géographique, notamment dans une partie nord et est du Massif alpin et dans l'ensemble du Massif pyrénéen. Son caractère sub-montagnard à montagnard a été souligné en Allemagne (Spelda, 1999, 2005) mais il se remarque aussi en France, où l'espèce n'a jamais été trouvée à moins de 920m d'altitude dans les Pyrénées, malgré des prospections relativement importantes (Iorio, 2014). Sa répartition française est d'ailleurs particulière puisqu'un grand hiatus existe entre les Pyrénées et le Nord du Massif armoricain. Par ailleurs, elle n'est pas connue dans la moitié est de la France.

Contrairement à l'espèce précédente, *L. borealis* ne privilégie pas aussi nettement les forêts, même si on l'y trouve le plus souvent ; elle est en effet connue comme résidant dans d'autres habitats : landes au Royaume-Uni et plus sporadiquement en France, pelouses sub-alpines ailleurs en Europe (Iorio, 2014). Dans le nord de sa répartition (Scandinavie, Est du Danemark), elle se trouve aussi à basse altitude. Il s'agit manifestement d'un lithobiomorphe dont l'existence est au moins en partie régie par les conditions climatiques, qui recherche une assez grande fraîcheur et probablement humidité. Ce sont fort potentiellement celles-ci qui conditionnent sa présence dans la forêt de Beffou ainsi que le bois du Stangala (situés dans le domaine climatique des Monts d'Arrée), voire plus globalement en Bretagne.

Lithobius macilentus L. Koch, 1862

Ce lithobiomorphe est assez largement réparti en Europe centrale et occidentale, bien qu'il manque dans les contrées les plus méridionales (majorité des pays balkaniques, sud de l'Italie, quasi-totalité du territoire ibérique) tout comme septentrionales (nord et centre de la Scandinavie). Cette espèce est jugée peu commune au niveau national (Iorio, 2014) et manque dans nos régions circumméditerranéennes. La présente étude a permis de la recenser pour la première fois dans le Finistère et le Morbihan.

Elle possède un certain intérêt écologique car elle est dotée d'un caractère sylvicole notablement lié aux forêts caducifoliées, comme le fait apparaître l'essentiel des données de la synthèse européenne effectuée par Iorio (2014) : ses effectifs se réduisent notablement dans une forêt mixte où les conifères dominent, voire ont tendance à disparaître ou presque si ces derniers sont les seules essences présentes. Ce taxon est par ailleurs majoritairement litiériste/humicole, se trouvant le plus souvent dans la couche inférieure de la litière et dans l'humus en dessous : même si on peut aussi le trouver sous d'autres repaires (pierres et rondins en contact étroit avec le sol notamment), la densité de ses effectifs semble être en corrélation avec l'épaisseur de la litière et il disparaît quasi-complètement si celle-ci est enlevée (Lewis, 1988; Poser, 1990; Rosenberg, 2009; Iorio, 2014). Enfin, ses capacités de recolonisation de boisements semblent limitées (Dunger & Voigtländer, 2005; Lock et al., 2005).

Strigamia acuminata (Leach, 1815)

Des quatre espèces abordées ici, la répartition de *S. acuminata* est celle qui est la plus étendue puisqu'en dehors de la Scandinavie et d'une partie des Balkans, l'espèce existe quasiment partout en Europe (Iorio, 2014). Il en est de même en France, quoique l'espèce délaisse les étages méso-méditerranéens et thermo-méditerranéens du Midi de la France, soit une partie non négligeable de ce dernier.

A l'instar de *Lithobius macilentus* abordé précédemment, *S. acuminata*, se démarque des autres espèces inventoriées dans le programme CN4 par un caractère sylvicole plus strict et essentiellement inféodé aux forêts caducifoliées et, dans le détail, très proche de celui décrit pour *L. macilentus* : affection pour la couche inférieure de la litière et l'humus, corrélation des effectifs avec l'épaisseur de la litière et nette diminution de ceux-ci si elle est enlevée (Barber & Keay, 1988; Lewis, 1988; Poser, 1990; Fründ, 1991; Rosenberg, 2009; Iorio, 2014).

Diplopodes

Généralement très allongés, les diplopodes se distinguent par la présence de deux paires de pattes par segments. Ils se déplacent assez lentement et se nourrissent de matières végétales vivantes ou en décomposition (Chinery, 2005).

	FD de Belfou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Diplopoda											
Chordeumatidae											
1. <i>Microchordeuma gallicum</i>	1				1						
Glomeridae											
2. <i>Glomeris intermedia</i>	1				1	1	1			1	1
3. <i>Glomeris marginata</i>	1	1		1	1	1	1	1	1		
Polydesmidae											
4. <i>Polydesmus coriaceus</i>						1					
Total	3	1	0	1	3	3	2	1	1	1	1

A l'heure actuelle, l'état des connaissances sur ce groupe est très lacunaire. Même si *Microchordeuma gallicum* n'avait pas encore été mentionné de 3 départements bretons (Franck Noël, comm. pers.), tous ces taxons sont potentiellement répandus partout en France (Demange, 1981).

Isopodes

Originaires du milieu marin, les cloportes sont des crustacés (sous-ordre des Oniscidea) qui se sont adaptés progressivement au milieu terrestre, colonisant ensuite de très nombreux milieux. Avec les amphipodes, ils constituent le seul ordre de crustacés capables d'accomplir la totalité de leur cycle de vie indépendamment du milieu aquatique. Les isopodes terrestres (ou cloportes) renferment environ un tiers des espèces d'isopodes. En France, on en dénombre 218 dont au moins une cinquantaine dans l'Ouest de la France.

Les cloportes ont un corps segmenté, de quelques millimètres à plusieurs centimètres de long, aplati dorso-ventralement, et possèdent une cuticule imprégnée de sels calcaires et recouverte d'écailles. Certaines espèces, au corps convexe, peuvent s'enrouler sur elles-mêmes (phénomène de volvation).

Le cloporte se déplace grâce à sept paires de pattes ambulatoires. La respiration est assurée par des appendices particuliers (les pléopodes), permettant, selon les espèces, une respiration de

type branchiale ou pseudo-trachéenne. Certaines espèces sont donc très dépendantes de l'humidité de l'air et sont sensibles à la dessiccation, alors que d'autres ont pu s'adapter à des milieux plus secs. Quelques taxons, très tolérants, pourront se trouver facilement et presque partout. D'autres sont liées à des biotopes plus particuliers, définissant ainsi plusieurs catégories écologiques : espèces halophiles, littorales, troglaphiles (caves et grottes), paludicoles, etc.

Toutes les espèces de l'ouest de la France sont essentiellement herbivores et détritvives, et participent ainsi à la dégradation de la matière organique (végétaux morts, moisissures, etc). Une seule espèce fait exception à cette règle : *Tylos europaeus*, qui est prédatrice.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Isopoda											
Armadillidiidae											
1. <i>Eluma caelatum</i> (Miers, 1877)						1	1	1			1
Ligididae											
2. <i>Ligidium hypnorum</i> (Cuvier, 1792)	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
Oniscidae											
3. <i>Oniscus asellus</i> Linnaeus, 1758	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Philosciidae											
4. <i>Philoscia affinis</i> Verhoeff, 1933	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
5. <i>Philoscia muscorum</i> (Scopoli, 1763)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Porcellionidae											
6. <i>Porcellio gallicus</i> Dollfus, 1904						1					
7. <i>Porcellio scaber</i> Latreille, 1804	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8. <i>Porcellionides cingendus</i> (Kinahan, 1857)					1						1
Trichoniscidae											
9. <i>Trichoniscus pusillus</i> Brandt, 1833	1	1		1	1	1	1	1	1		1
Total	6	6	5	6	7	7	7	7	5	5	7

Eluma caelatum (Miers, 1877)

Ce cloporte d'Europe de l'ouest est largement réparti dans l'ouest de la France. Il s'agit d'une espèce sylvicole, principalement sur sol acide (Séchet & Noël, 2015). Il a été observé en Ille-et-Vilaine sur le bois de Soevres et la forêt domaniale de Rennes ainsi que dans le Morbihan sur le bois de Pont Sal.

Porcellio gallicus Dollfus, 1904

P. gallicus possède une aire de distribution encore plus restreinte que l'espèce précédente (France, Espagne, Suisse). Ce cloporte sylvicole est habituellement observé sur des sols plus basiques (Séchet & Noël, 2015). Il n'a été identifié que sur le bois de Soevres (parcelle 4 et 7).

Coléoptères

Carabidae

Les coléoptères carabiques appartiennent à l'une des familles d'insectes les plus riches en espèces. On dénombre ainsi dans le monde, et d'après différents auteurs, entre 40 000 et 60 000 espèces, largement distribuées sur la surface du globe. En France, environ 1050 espèces sont recensées et 350 en Bretagne. Cependant, pour cette région, un travail de synthèse est nécessaire.

Ces coléoptères sont pour la plupart des insectes terricoles, c'est-à-dire vivant à la surface du sol, sur lequel ils se déplacent activement. En effet, ce sont pour la grande majorité de redoutables prédateurs de petits invertébrés : mollusques, vers, petits arthropodes, larves... Les autres espèces

sont granivores ou omnivores. Les larves, tout comme les adultes, sont de grands prédateurs, mais contrairement aux imagos, celles-ci vivent dans le sol.

Les carabiques occupent une très grande diversité de niches écologiques : milieux naturels, semi-naturels ou fortement modifiés. Les cortèges d'espèces sont en revanche toujours très caractéristiques des habitats occupés. Les nombreuses espèces vivant dans les milieux herbacés sont sensibles à divers types de facteurs écologiques (niveau d'humidité et nature des substrats, structuration de la couche superficielle du sol, organisation de la strate végétale au niveau du sol, richesse et composition des proies disponibles, éventail des micro-biotopes disponibles pour la réalisation des différentes phases du cycle biologique, etc.).

Cette sensibilité des carabiques aux multiples facteurs structurant leur biotope implique donc une forte différenciation des peuplements résidents en fonction des caractéristiques particulières des différents milieux habités. Si ces milieux évoluent, les groupements stationnels de carabiques se transforment aussi. Cette propriété en fait donc de bons indicateurs écologiques de l'état et de l'évolution de milieux naturels, ou plus ou moins transformés par l'Homme.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Carabidae											
1. Abax ovalis	1			1		1	1	1	1	1	1
2. Abax parallelepipedus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. Abax parallelus	1	1	1			1	1	1		1	1
4. <i>Acupalpus meridianus</i>					1				1		
5. <i>Agonum complexe 2</i>	1										1
6. <i>Agonum muelleri</i>	1										
7. <i>Amara aenea</i>	1										
8. <i>Amara eurynota</i>		1				1	1	1	1	1	1
9. <i>Amara familiaris</i>								1			
10. <i>Amara lunicollis</i>	1		1				1	1		1	
11. <i>Amara ovata</i>								1			
12. <i>Amara plebeja</i>						1		1			
13. <i>Amara similata</i>		1					1		1		
14. <i>Amara strenua</i>								1			
15. <i>Anisodactylus binotatus</i>								1			
16. <i>Asaphidion curtum</i>	1				1						
17. <i>Badister bullatus</i>	1							1			
18. <i>Badister unipustulatus</i>	1										1
19. <i>Bembidion (Metallina) lampros</i>	1	1	1		1		1	1	1	1	1
20. <i>Bembidion quadrimaculatum</i>								1			
21. <i>Calathus rotundicollis</i>					1	1					1
22. Carabus auronitens subfestivus	1	1	1	1							
23. <i>Carabus intricatus</i>	1	1	1	1	1	1	1		1	1	
24. <i>Carabus problematicus</i>	1	1	1	1			1	1	1		1
25. <i>Carabus violaceus</i>	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
26. <i>Clivina fossor</i>	1										
27. Cychrus attenuatus	1			1						1	1
28. Cychrus caraboides		1			1		1	1	1		
29. <i>Elaphrus cupreus</i>	1										

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
30. <i>Elaphrus uliginosus</i>	1										
31. <i>Harpalus affinis</i>										1	
32. <i>Harpalus latus</i>							1	1			
33. <i>Harpalus smaragdinus</i>						1					
34. <i>Leistus fulvibarbis</i>	1										
35. <i>Leistus rufomarginatus</i>	1	1			1	1					1
36. <i>Loricera pilicornis</i>	1				1		1	1		1	1
37. <i>Molops piceus</i>	1					1	1				
38. <i>Nebria brevicollis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39. <i>Nebria salina</i>		1			1	1			1	1	1
40. <i>Notiophilus biguttatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41. <i>Notiophilus quadripunctatus</i>						1					1
42. <i>Notiophilus rufipes</i>						1	1	1	1		1
43. <i>Oodes helopioides</i>											1
44. <i>Ophonus puncticeps</i>		1							1		
45. <i>Philochthus lunulatum</i>	1										
46. <i>Philochthus mannerheimii</i>	1										
47. <i>Poecilus cupreus</i>	1	1			1	1	1	1	1	1	
48. <i>Poecilus versicolor</i>								1		1	
49. <i>Pseudoophonus rufipes</i>										1	
50. <i>Pterostichus aterrimus</i>	1										
51. <i>Pterostichus cristatus</i>	1	1		1			1	1		1	1
52. <i>Pterostichus diligens</i>	1										1
53. <i>Pterostichus gracilis</i>	1										
54. <i>Pterostichus madidus</i>	1	1		1	1	1	1		1	1	1
55. <i>Pterostichus melanarius</i>	1						1				
56. <i>Pterostichus niger</i>	1			1			1	1		1	1
57. <i>Pterostichus nigrita</i>	1						1				
58. <i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	1			1		1	1	1		1	
59. <i>Pterostichus strenuus</i>					1					1	
60. <i>Pterostichus vernalis</i>								1			
61. <i>Stomis pumicatus</i>					1				1		
62. <i>Syntomus truncatellus</i>									1		
63. <i>Trechus quadristriatus</i>					1						1
Total	37	18	10	13	18	18	24	27	19	22	24

Le genre *Abax*

Le genre *Abax* compte 3 espèces dans notre région, toutes ont été observées lors de ce travail. Strictement forestières, elles ont cependant des affinités plus ou moins marquées pour les milieux forestiers. *Abax parallelepipedus*, la plus grande des trois, est la plus généraliste, on la retrouve ainsi sur tous les massifs. Occasionnellement, elle peut être observée dans le bocage. *A. ovalis* et *A. parallelus* sont beaucoup plus exigeantes. De distribution centro-européenne, elles sont

absentes de Grande-Bretagne ou d'Espagne. On les notes principalement des boisements de feuillus frais.

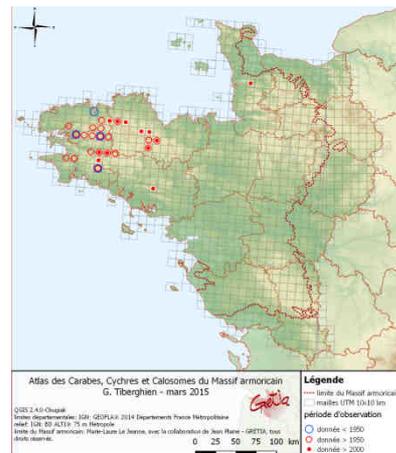
Carabus (Chrysocarabus) auronitens subfestivus Oberthür, 1884

Ce carabe est une sous-espèce endémique à la Bretagne remarquable par ses couleurs. Il est à juste titre nommé le Carabe à reflet d'or. Comme toutes les espèces du genre *Carabus*, ce coléoptère est aptère. L'évolution de populations isolées a permis l'apparition de nombreuses sous-espèces en France voir dans l'Ouest de la France. En Bretagne, les populations de *C. auronitens subfestivus* sont isolées à l'ouest d'une ligne allant de Vannes à Saint-Brieuc. Ce carabe sylvicole affectionne les lieux sombres et humides : forêt de chênes et de hêtres. Il se trouve dans le sol, les talus, sous les mousses, les pierres, au pied des arbres, sous les écorces et les bois morts. Il se raréfie dans les massifs où les coupes et le travail des sols sont fréquents et préfère nettement les sites d'une superficie importante. Il se nourrit d'escargots, de limaces, lombrics, de chenilles et d'autres insectes. A l'heure actuelle *C. a. subfestivus* est toujours bien représenté en Bretagne mais ses populations sont morcelées au sein de massifs peu ou pas connectés entre eux. Il a pu être observé sur le bois du Chap, la forêt domaniale du Cranou, la forêt de Beffou et de manière plus inattendue sur le domaine de Ménez Meur dans les plantations de Sitka. Ces dernières, très sombres, et dans un contexte climatique favorable à l'espèce permettent le maintien de populations très certainement originaires de la forêt du Cranou toute proche.

Ce Carabe fait l'objet d'un **arrêté de protection (Arrêté du 22 juillet 1993, arrêté du 23 avril 2007 (insectes) - art. 3) et est inscrit sur les listes bretonnes de la déclinaison ORGFH (Orientations régionales de gestion et de conservation de la faune sauvage et de ses habitats).**



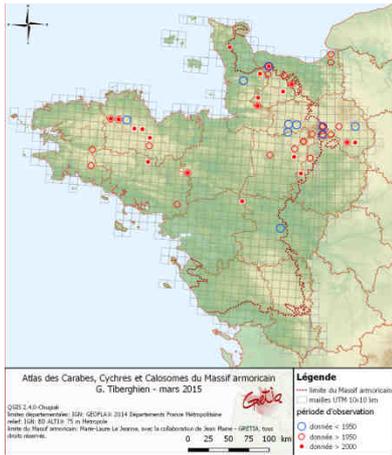
Carabus auronitens subfestivus, Gabriel Haguet



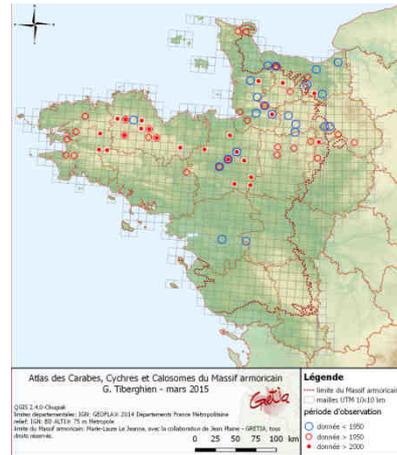
Cartographie de *C. a. subfestivus* dans l'Ouest

Cychrus attenuatus (Fabricius, 1792) et *Cychrus caraboides* (Linnaeus, 1758)

Les *Cychrus* sont des insectes héliciphages (qui se nourrissent d'escargots). En effet leur anatomie leur permet d'aller dévorer les gastéropodes à l'intérieur de leur coquille. Tous deux sont inféodés aux massifs forestiers. *C. caraboides* est une espèce septentrionale que l'on ne retrouve que dans la moitié nord de la France. Elle est ainsi en limite de sa répartition sud en Bretagne.



Cartographie de *Cychrus attenuatus* dans l'Ouest



Cartographie de *Cychrus caraboides* dans l'Ouest

Molops piceus (Panzer, 1793)

Ce petit carabe est très facilement reconnaissable à son pronotum comprimé en arrière et plus large que la tête. Il est exclusivement forestier et pourrait avoir une préférence pour les hêtraies. Il n'a été observé que sur les forêts de Beffou, Rennes et le bois de Soevres.



Molops piceus Dalimír Bjel (<http://www.biolib.cz>)



Cychrus caraboides, www.insecte.org

Cantharidae

Les Cantharidae sont des coléoptères reconnaissables entre autre, à leurs élytres mous, contrairement à la majorité des autres coléoptères. Toutes les espèces sont carnivores au moins au stade larvaire, principalement d'escargots et de petits invertébrés du sol.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Cantharidae											
1. Cantharis cryptica Ashe, 1947		1				1	1	1		1	1
2. Cantharis decipiens Baudi, 1871		1			1						
3. Cantharis pellucida Fabricius, 1792		1					1	1			
4. Rhagonycha fulva (Scopoli, 1763)						1					
5. Rhagonycha lignosa (Müller, 1764)		1		1			1	1	1		
6. Rhagonycha translucida (Krynicky, 1832)		1					1			1	
Total	0	5	0	1	1	2	4	3	2	2	1

Au total, 6 taxons ont été recensés, tous sont communs, et s'observent aussi bien en forêt qu'en milieux ouverts (Robert Constantin, comm. pers.).

Curculionoidea (Apionidae, Curculionidae, Rhynchitinae)

La superfamille des Curculionoidea comprend une dizaine de familles, parmi lesquelles les Curculionidae, les Apionidae, les Attelabidae... Les Curculionidae, ou charançons, représentent la plus grande famille de coléoptères (plus de 60 000 espèces décrites). Ils se reconnaissent facilement par leur allure générale et particulière, leur corps souvent trapu et surtout leurs pièces buccales transformées en une sorte de trompe, appelée rostre, qui supporte les antennes. Ce rostre peut parfois, chez certaines espèces, se replier en dessous du corps dans un sillon. Les antennes présentent également une forme caractéristique, coudée à angle droit, avec un premier article (le scape) très long. Les élytres sont contigus et peuvent parfois être soudés, rendant impossible leur écartement. Chez un assez grand nombre d'espèces, les ailes inférieures (membraneuses) font défaut (elles peuvent être entièrement atrophiées ou rudimentaires). Les charançons présentent une diversité extraordinaire, tant dans les formes, les couleurs, les habitats ou la biologie des espèces. Ici sont présentés les Curculionidae et les Apionidae. Les Anthribidae seront présentés dans la partie « coléoptères saproxyliques ».

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Apionidae											
1. <i>Betulapion simile</i> (W. Kirby, 1811)		1			1		1			1	
2. <i>Catapion seniculus</i> (W. Kirby, 1808)		1									
3. <i>Ceratapion onopordi</i> (W. Kirby, 1808)											1
4. <i>Exapion fuscirostre</i> (Fabricius, 1775)					1						
5. <i>Exapion ulicis</i> (Forster, 1771)									1		
6. <i>Ischnopterapion virens</i> (Herbst, 1797)	1	1									
7. <i>Protapion fulvipes</i> (Geoffroy, 1785)		1		1		1	1	1		1	1
8. <i>Synapion ebeninum</i> (W. Kirby, 1808)	1										
9. <i>Trichapion simile</i> Kirby, 1811					1						
Curculionidae											
6. <i>Acalles misellus</i> Boheman, 1844											1
7. <i>Acalles ptinoides</i> (Marsham, 1802)	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
8. <i>Acalyptus carpini</i> (Fabricius, 1792)									1		
9. <i>Amalus scortillum</i> (Herbst, 1795)		1				1					
10. <i>Anchonidium unguiculare</i> (Aubé, 1850)		1			1	1	1		1		1
11. <i>Anoplus plantaris</i> (Naezén, 1794)		1					1				
12. <i>Archarius pyrrhoceras</i> (Marsham, 1802)	1	1		1	1	1	1	1	1		1
13. <i>Archarius salicivorus</i> (Paykull, 1792)					1						
14. <i>Barynotus moerens</i> (Fabricius, 1792)	1										
15. <i>Barypeithes araneiformis</i> (Schrank, 1781)	1		1	1	1						1
16. <i>Barypeithes pellucidus</i> (Boheman, 1834)	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
17. <i>Caenopsis fissirostris</i> (Walton, 1847)	1	1	1	1	1			1	1	1	1
18. <i>Caenopsis waltoni</i> (Boheman, 1843)	1		1	1	1		1	1	1	1	1
19. <i>Ceutorhynchus alliariae</i> H. Brisout, 1860					1						
20. <i>Coeliodes rana</i> (Fabricius, 1787)				1					1		
21. <i>Coeliodes transversealbofasciatus</i> (Goeze, 1777)	1	1			1			1			
22. <i>Coeliodinus rubicundus</i> (Herbst, 1795)		1		1			1				
23. <i>Curculio glandium</i> Marsham, 1802		1		1		1	1	1			1
24. <i>Curculio venosus</i> (Gravenhorst, 1807)		1						1			1
25. <i>Euophryum confine</i> (Broun, 1880)							1				

	FD de Belfou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
26. Ferreria marqueti (Aubé, 1863) Bzh*					1						
27. <i>Graptus triguttatus</i> (Fabricius, 1775)		1									1
28. <i>Hylobius abietis</i> (Linnaeus, 1758)							1	1	1		
29. <i>Hypera nigrirostris</i> (Fabricius, 1775)			1								
30. <i>Kyklioacalles roboris</i> Curtis, 1834		1		1		1			1	1	1
31. <i>Leiosoma deflexum</i> (Panzer, 1795)	1	1		1		1		1		1	
32. <i>Liophloeus tessulatus</i> (Müller, 1776)										1	
33. <i>Magdalis flavicornis</i> (Gyllenhal, 1836)		1					1	1			
34. <i>Micrelus ericae</i> (Gyllenhal, 1813)									1		
35. <i>Mitoplithus caliginosus</i> (Fabricius, 1775)	1	1			1	1	1			1	1
36. <i>Nedyus quadrimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)		1									
37. <i>Orchestes avellanae</i> (Donovan, 1797)					1	1	1	1		1	
38. <i>Orchestes fagi</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1				1	1	1
39. <i>Orchestes jota</i> (Fabricius, 1787)							1				
40. <i>Orchestes pilosus</i> (Fabricius, 1781)						1					
41. <i>Orchestes quercus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1		1					1		1
42. <i>Orchestes rusci</i> (Herbst, 1795)		1					1	1			
43. <i>Otiorhynchus singularis</i> (Linnaeus, 1767)					1						
44. <i>Otiorhynchus tenebricosus</i> (Herbst, 1784)			1								
45. <i>Pelenomus quadrituberculatus</i> (Fabricius, 1787)	1										
46. <i>Phyllobius argentatus</i> (Linnaeus, 1758)				1	1	1		1		1	
47. <i>Polydrusus marginatus</i> Stephens, 1831						1					
48. <i>Polydrusus sparsus</i> Gyllenhal, 1834						1				1	
49. <i>Polydrusus tereticollis</i> (De Geer, 1775)						1	1	1		1	
50. <i>Rhamphus pulicarius</i> (Herbst, 1795)		1					1				
51. <i>Rhinoncus perpendicularis</i> (Reich, 1797)						1					
52. <i>Sciaphilus asperatus</i> (Bonsdorff, 1785)					1						
53. <i>Sitona lineatus</i> (Linnaeus, 1758)		1					1		1	1	
54. <i>Sitona regensteinensis</i> (Herbst, 1794)										1	
55. <i>Sitona sulcifrons</i> (Thunberg, 1798)	1										
56. <i>Strophosoma melanogrammum</i> (Forster, 1771)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
57. <i>Tachyerges stigma</i> (Germar, 1821)							1				
58. Trachodes hispidus (Linnaeus, 1758)				1			1			1	
59. <i>Trichosirocalus troglodytes</i> (Fabricius, 1787)		1									
60. <i>Tychius picirostris</i> (Fabricius, 1787)						1	1	1			
Rynchitiniidae											
61. <i>Deporaus betulae</i> (Linnaeus, 1758)		1				1	1				
62. <i>Neocoenorrhinus germanicus</i> (Herbst, 1797)								1			
Total	17	29	7	17	21	20	25	19	16	19	18

Barynotus moerens (Fabricius, 1792)

Cette espèce n'avait jamais été recensée depuis le catalogue des Coléoptère de Hervé dans le Finistère (Hervé, 1892): *B. moerens* semble être un taxon assez rare dans le reste de la France. Son écologie est peu connue. L'espèce semblerait se nourrir sur *Mercurialis perennis* (Mercuriale pérenne). Elle a été observée exclusivement en forêt de Belfou.

Euophryum confine (Broun, 1880)

Ce petit charançon est une espèce introduite en provenance de Nouvelle-Zélande, déjà connue du Royaume-Uni et d'Autriche. Il s'attaque aux vieilles boiseries, meubles, lattes de plancher, auxquels il est susceptible d'infliger des dégâts par les perforations de ses galeries larvaires. Il a été confirmé en France pour la première fois en 1997 (Menet, 1998) sur des vieilles boiseries dans le Pas-de-Calais. En extérieur, il semble être associé aux vieux troncs hébergeant des champignons bruns ou blancs. Il a été échantillonné sur la Parcelle 138 de la forêt de Rennes.



Trachodes hispidus, Josef Dvořák

Ferreria marqueti (Aubé, 1863)

Ce charançon a la particularité d'être aveugle. En effet, cette espèce est édaphique, elle vit sous les grosses pierres ou les vieux bois enterrés. Elle n'avait encore jamais été observée en Bretagne (Jean-Paul Le Chapt comm. pers.). Quatre exemplaires ont été collectés au piège Barber dans le bois du Stangala sur la parcelle 11D (Cyprès). La capture de spécimen au Barber dans cette unique station paraît accidentelle au vu de son écologie. Le site du bois du Stangala étant par endroit constitué de pierriers afforestés, cette espèce doit être bien plus représentée sur ce site.

Trachodes hispidus (Linnaeus, 1758)

Espèce aptère, la larve de *T. hispidus* se nourrit de brindille. Elle est inscrite sur la liste des coléoptères indicateurs de continuité écologique en Grande-Bretagne (Alexander, 2004) et comme espèce relique des anciens bois en Allemagne (Buse, 2012). Elle a été échantillonnée sur les forêts du Cranou, Rennes et Quénécan, les trois plus grands massifs forestiers étudiés lors de ce travail.

Staphylinidae

Avec plus de 2000 espèces connues en Europe, cette famille de coléoptères fait partie des plus importantes. Les Staphylinidae se reconnaissent habituellement à leur forme très allongée et à leurs élytres particulièrement courts et qui laissent à découvert la plus grande partie de l'abdomen, ne cachant, le plus souvent, que les deux premiers segments. La plupart des staphylins vivent dans les endroits humides et au bord des eaux douces ou salées. Ils se rencontrent parmi les matières en décomposition, dans les champignons, les amas de feuilles mortes, les excréments et les cadavres où ils recherchent de petits insectes et leurs larves, notamment celles des diptères, dont ils se nourrissent (du Chatenet, 1990).

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Staphylinidae											
1. Acrotone piceorufa									1		
2. Aleochara ruficornis	1										
3. Aleochara spadicea										1	
4. Alevonota rufotestacea										1	
5. Aloconota gregaria	1										
6. Amischa analis	1										
7. Amischa bifoveolata		1									
8. Amischa decipiens							1				
9. Amischa forcipata											1
10. Anotylus nitidulus	1				1						
11. Anotylus rugosus	1										
12. Anotylus sculpturatus	1	1								1	1
13. Anotylus tetracarinatus			1			1			1	1	
14. Anthobium atrocephalum atrocephalum					1	1	1	1			
15. Anthobium unicolor	1		1		1			1	1	1	
16. Atheta (Ceritaxa) voeslauensis								1			1
17. Atheta aeneicollis							1	1			
18. Atheta amicula			1								
19. Atheta britanniae									1		
20. Atheta cadaverina			1								
21. Atheta corvina						1					
22. Atheta dilaticornis									1		
23. Atheta fungi		1	1		1		1	1	1		1
24. Atheta gyllenhalii							1				
25. Atheta hypnorum					1						1
26. Atheta mortuorum				1							
27. Atheta obtusangula					1						
28. Atheta orbata					1						
29. Atheta palustris	1				1						
30. Atheta scapularis							1				
31. Atheta sodalis	1	1	1	1	1				1		
32. Atheta triangulum									1		
33. Atheta xanthopus											1
34. Autalia impressa					1				1		1
35. Autalia longicornis									1		
36. Bolitobius castaneus	1										
37. Boreaphilus velox								1			
38. Brachygluta fossulata	1							1	1		1
39. Bryaxis curtisii	1										
40. Callicerus rigidicornis											1
41. Cephennium gallicum		1									
42. Cypha longicornis							1				
43. Dinaraea angustula											1
44. Dinothenarus fossor							1				
45. Drusilla canaliculata canaliculata						1	1	1			1
46. Enalodroma hepatica	1					1			1	1	1
47. Eusphalerum semicoleoptratum		1		1				1		1	
48. Gabrius velox								1			

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
49. <i>Geostiba circellaris</i>			1		1			1		1	
50. <i>Habrocerus capillaricornis</i>	1			1		1	1	1			1
51. <i>Ilyobates nigricollis</i>	1						1				1
52. <i>Ischnosoma splendidum</i>						1	1				1
53. <i>Lathrobium brunnipes</i>	1			1							
54. <i>Lathrobium fovulum</i>	1										
55. <i>Leptusa pulchella</i>											1
56. <i>Leptusa ruficollis</i>		1									1
57. <i>Lesteva longolytrata longolytrata</i>	1							1			
58. <i>Lesteva punctata</i>	1	1									
59. <i>Lesteva sicula heeri</i>	1						1				
60. <i>Liogluta longiuscula</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
61. <i>Liogluta microptera</i>	1			1				1			
62. <i>Lordithon thoracicus thoracicus</i>	1										
63. <i>Medon brunneus</i>					1						
64. <i>Medon piceus</i>	1			1		1	1		1	1	1
65. <i>Megarthus depressus</i>						1					
66. <i>Mniusa incrassata</i>			1								1
67. <i>Mycetoporus clavicornis</i>											1
68. <i>Mycetoporus lepidus</i>			1		1						
69. <i>Mycetoporus rufescens</i>	1						1			1	
70. <i>Ocalea badia</i>	1										1
71. <i>Ocypus aethiops</i>						1	1	1			
72. <i>Ocypus olens olens</i>	1	1	1	1	1				1	1	1
73. <i>Olophrum piceum</i>								1	1		
74. <i>Omalius rivulare</i>	1		1	1			1	1	1		
75. <i>Omalius rugatum</i>	1	1			1	1			1		1
76. <i>Ontholestes murinus</i>								1			
77. <i>Othius punctulatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
78. <i>Othius subuliformis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
79. <i>Oxypoda acuminata</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
80. <i>Oxypoda annularis</i>	1				1						1
81. <i>Oxypoda brevicornis</i>	1	1	1		1	1	1				1
82. <i>Parabolitobius inclinans</i>	1	1				1			1		
83. <i>Pella funesta</i>									1		1
84. <i>Pella humeralis</i>									1		
85. <i>Philonthus carbonarius</i>			1								
86. <i>Philonthus cognatus</i>			1					1			1
87. <i>Philonthus decorus</i>	1			1		1		1		1	1
88. <i>Philonthus laminatus</i>			1								
89. <i>Phloeocharis subtilissima</i>								1	1		
90. <i>Platydracus chalcocephalus</i>						1	1	1		1	
91. <i>Platydracus fulvipes</i>	1										
92. <i>Platystethus arenarius</i>				1							
93. <i>Platystethus spinosus</i>								1			
94. <i>Proteinus brachypterus</i>			1		1	1					1
95. <i>Quedius fuliginosus</i>	1	1		1	1	1					1
96. <i>Quedius fumatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
97. <i>Quedius nigriceps</i>	1	1	1		1	1	1	1	1		
98. <i>Quedius ochripennis</i>	1										1

	FD de Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
99. <i>Quedius picipes</i>	1	1	1	1	1				1		1
100. <i>Rugilus rufipes</i>	1			1	1	1	1	1	1	1	1
101. <i>Sepedophilus immaculatus</i>									1		1
102. <i>Sepedophilus testaceus</i>											1
103. <i>Staphylinus dimidiaticornis</i>								1			
104. <i>Staphylinus erythropterus erythropterus</i>							1				
105. <i>Stenus clavicornis</i>							1	1			
106. <i>Stenus impressus</i>	1				1			1			1
107. <i>Sunius propinquus</i>					1			1			
108. <i>Tachinus elongatus</i>	1										
109. <i>Tachinus rufipes</i>			1			1					1
110. <i>Tachyporus quadriscopulatus</i>	1			1					1		
111. <i>Tasgius melanarius melanarius</i>	1	1	1			1	1	1			1
112. <i>Tasgius morsitans</i>	1			1		1		1	1	1	1
113. <i>Xantholinus longiventris</i>	1		1		1						1
Total	49	21	26	21	30	27	27	36	32	20	45

Tachinus elongatus Gyllenhal, 1810

Ce staphylin est hygrophile, observé surtout dans la litière et les mousses dans les massifs montagneux. L'espèce est essentiellement orophile dans nos régions, connue de tous les massifs montagneux. Cette donnée pourrait bien être la première hors montagne pour la France. Cependant, l'espèce qui semble très rare en plaine sous nos latitudes est connue d'Irlande et des Pays-Bas. *T. elongatus* a été observé uniquement en forêt de Beffou.

Névroptères - Raphidioptères

Chrysopidae, Osmylidae, Raphidiidae

Les représentants de cet ordre sont reconnaissables à leurs grandes ailes transparentes souvent réticulées qui, au repos, sont repliées sur le corps en forme de petit toit. A l'état larvaire, tout comme les adultes, les Névroptères se nourrissent d'insectes et d'acariens. De ce fait, ils jouent un rôle non négligeable dans la prédation de populations d'insectes parasites des cultures. Les larves sont caractérisées par leurs robustes pinces buccales.

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Trémelin
Chrysopidae					
1. <i>Chrysopa perla</i> (Linnaeus, 1758)		1			
2. <i>Chrysoperla lucasina</i> (Lacroix, 1912)					1
3. <i>Chrysotropia ciliata</i> (Wesmael, 1841)	1		1		1
4. <i>Hypochrysa elegans</i> (Burgmeister, 1839)	1				
5. <i>Pseudomallada flavifrons</i> (Brauer 1850)					1
6. <i>Pseudomallada ventralis</i> (Curtis 1834)	1			1	
Osmylidae					
7. <i>Osmylus fulvicephalus</i> (Scopoli, 1763)	1				
Raphidiidae					
8. <i>Atlantoraphidia maculicollis</i> (Stephens, 1836)	1				
Total	5	1	1	1	3

Osmylus fulvicephalus (Scopoli, 1763)

Bien que notée comme commune par (Berland, 1962), *O. fulvicephalus* semble avoir très nettement régressée dans certaines régions de France (Tillier, 2011). Cette espèce fréquente exclusivement les biotopes boisés humides et plus spécialement les cours d'eau auxquels sa larve est étroitement liée. Elle n'a été observée que sur le site de la forêt de Beffou.

Mécoptères

Panorpidae

L'ordre des mécoptères est un groupe très ancien qui ne rassemble aujourd'hui qu'environ 600 espèces, réparties en 9 familles, dont trois sont représentées en Europe : les Panorpidae, les Boreidae et les Bittacidae.

Celle des Panorpidae est la plus importante à l'échelle mondiale. Cette famille est représentée en France par un unique genre : *Panorpa*.

Les panorpes sont aisément reconnaissables sur le terrain en raison de leur allure toute particulière : au repos, des ailes disposées à plat et souvent tachetées de noir, une tête allongée et prolongée par un rostre, et surtout un appareil copulateur, chez le mâle, évoquant une « queue de scorpion » situé au bout de l'abdomen d'où le nom de « mouches-scorpions » que l'on attribue également aux adultes de cette famille.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin
Mecoptera						
Panorpidae						
Aulops alpina (Rambur, 1842)	1					
<i>Panorpa communis</i> Linnaeus, 1758	1		1	1	1	
<i>Panorpa germanica</i> Linnaeus, 1758	1	1	1	1	1	1
Total	3	1	2	2	2	1

Aulops alpina (Rambur, 1842)

Parmi les trois taxons observés, *Aulops alpina* est l'espèce la plus intéressante. Il s'agit d'une espèce essentiellement répartie dans les pays d'Europe centrale et du Nord, c'est à dire de climat tempéré froid. *Aulops alpina* fréquente les bois et les forêts ombragés et frais. Elle évite les stations trop sèches ou, à l'inverse, trop humides. Elle forme de petites populations, toujours moins abondantes que celles de *Panorpa germanica* et *Panorpa communis*, que l'on trouve dans les mêmes milieux. L'espèce a été observée sur la forêt de Beffou. Il s'agit de la première observation dans le département et la deuxième pour la Bretagne (Tillier et al., 2009).

Diptères

Syrphidae

Les syrphes sont des mouches dont la taille varie de quelques millimètres à celle d'un frelon. Ils sont reconnaissables facilement sur le terrain car ils volent de façon très particulière, en faisant du sur place. Ils présentent dans leur morphologie un élément tout à fait caractéristique au niveau de la nervation des ailes : elles présentent un « faux bord » formé par la nervure transversale médio-cubitale et une branche de la nervure médiane qui décrit une courbe et court parallèlement au bord de l'aile pour fermer la cellule postérieure. Il y a également, chez presque toutes les espèces, une « fausse nervure », la *vena spuria*, située entre le secteur radial et les nervures médianes, constituée d'un épaissement de la membrane alaire qui n'est relié à aucune nervure véritable. Les larves sont des asticots reconnaissables par la présence d'un processus respiratoire postérieur constitué de deux tubes accolés portant la plaque stigmatique.

La faune française renferme 505 espèces connues, parmi lesquelles de nombreuses sont strictement montagnardes ou méridionales.

Certaines espèces de syrphes, commensales, parasites ou prédatrices au stade larvaire, se développent auprès ou aux dépens d'autres organismes vivants, animaux ou végétaux. D'autres, saprophages ou microphages toujours au stade larvaire, se développent dans des matières organiques plus ou moins dégradées de milieux assez secs ou aqueux. Les adultes quant à eux sont, sauf exception, floricoles de façon plus ou moins spécialisée. Ils se nourrissent de nectar, de pollen et de miellat de pucerons. Ces modes de vie peuvent être ceux d'espèces étroitement dépendantes de milieux spécifiques (espèces sténoèces comme par exemple de vieilles chênaies, de prairies alpines pâturées, de tourbières acidiphiles oligotrophes...) ou ceux d'espèces très tolérantes de milieux plus banals et anthropisés (espèces euryèces prédatrices de pucerons des cultures ou des plantations de résineux...). Ainsi, ces milieux doivent répondre, de par leurs caractéristiques, aux diverses exigences des adultes comme des larves.

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
Diptera										
Syrphidae										
1. <i>Arctophila fulva</i>								1		
2. <i>Baccha elongata</i>				1						
3. <i>Brachypalpoides lentus</i>					1					
4. <i>Brachypalpus laphriformis</i> 29*, 35*, 56*	1		1		1	1	1	1	1	
5. <i>Caliprobola speciosa</i>					1					
6. <i>Chalcosyrphus nemorum</i>					1		1			
7. <i>Cheilosia albitarsis</i>	1									
8. <i>Cheilosia illustrata</i>				1						
9. <i>Cheilosia pagana</i>				1						
10. <i>Chrysotoxum bicinctum</i>							1	1		
11. <i>Chrysotoxum intermedium</i> Bzh*		1	1					1		
12. <i>Criorhina berberina</i> 29*	1	1	1	1	1	1	1	1		
13. <i>Dasysyrphus venustus</i> 56*								1		
14. <i>Didea fasciata</i>						1				1
15. <i>Episyrphus balteatus</i>	1		1	1	1	1	1	1		1
16. <i>Eristalis interrupta</i>								1		
17. <i>Eristalis pertinax</i>				1		1	1			
18. <i>Eupeodes corollae</i>										1
19. <i>Helophilus pendulus</i>		1		1	1	1	1	1		
20. <i>Melanostoma cf mellinum</i>	1									
21. <i>Melanostoma mellinum</i>	1	1	1	1		1				
22. <i>Melanostoma scalare</i>	1		1	1		1	1	1		
23. <i>Meliscaeva auricollis</i>	1	1		1						
24. <i>Meliscaeva cinctella</i> 35*			1	1		1				
25. <i>Myathropa florea</i>				1		1	1			1
26. <i>Neoascia podagrica</i>	1					1				
27. <i>Paragus pecchiolii</i>							1			
28. <i>Parasyrphus punctulatus</i> 22*	1					1		1		
29. <i>Pelecocera tricincta</i>							1			
30. <i>Platychirus scutatus</i>					1					
31. <i>Platychirus albimanus</i>	1	1	1	1	1	1	1			
32. <i>Platychirus clypeatus</i>	1									
33. <i>Platychirus occultus</i>	1									
34. <i>Rhingia campestris</i>	1	1		1	1	1	1			

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
35. <i>Sericomyia silentis</i>	1		1	1		1	1	1		
36. <i>Sphaerophoria scripta</i>							1			
37. <i>Sphegina elegans</i> Bzh*	1									
38. <i>Syrpita pipiens</i>	1									
39. <i>Syrphus ribesii</i>				1	1	1			1	
40. <i>Syrphus torvus</i>						1				
41. <i>Syrphus vitripennis</i>		1		1	1					
42. <i>Temnostoma vespiforme</i>							1			
43. <i>Volucella bombylans</i>		1		1				1	1	
44. <i>Volucella pellucens</i>		1			1		1	1		
45. <i>Volucella zonaria</i> 22*	1									
46. <i>Xanthandrus comtus</i> 35*				1	1		1			1
47. <i>Xanthogramma stackelbergi</i> Bzh*						1				
48. <i>Xylota abiens</i>						1				
49. <i>Xylota segnis</i>	1		1	1	1	1				
50. <i>Xylota sylvarum</i>	1			1	1	1			1	
51. <i>Xylota tarda</i> 35*					1					
Total	20	10	10	21	17	21	18	14	4	5

1. Espèces nouvelles départementales et régionales

La connaissance des syrphes de Bretagne progresse doucement depuis 30 ans. Didier CADOU a été le premier à faire des recherches approfondies et à publier une synthèse (Cadou, 1991), qui reste la seule à ce jour. Ces dix dernières années ce sont surtout des études de sites, menées entre autres par le GRETIA, qui ont permis d'enrichir les inventaires. En 2012, un Collectif de contributeurs s'est mis en place pour actualiser les listes départementales du Massif armoricain. Ces listes ne sont pas publiées mais servent de référence aux diptéristes pour connaître le statut des espèces. Aujourd'hui les 4 départements bretons comptent de 120 à 150 espèces, pour un potentiel estimé à 200 espèces par département. A titre indicatif 198 espèces sont présentes dans la Sarthe (Dussaix, 2013) et 181 dans la Manche (Gretia, 2012a; Livory & Lair, 2014). Le nombre d'espèces est indiqué entre parenthèses car certaines sont douteuses ou bien à confirmer dans l'état actuel des connaissances.

Côtes d'Armor (120 espèces)

3 espèces sont nouvelles dans ce département : *Parasyrphus punctulatus*, *Sphegina elegans*, *Volucella zonaria*.

Finistère (135 espèces)

3 espèces nouvelles : *Brachypalpus laphriformis*, *Chrysotoxum intermedium* (complexe), *Criorhina berberina*.

Ille-et-Vilaine (147 espèces)

5 espèces nouvelles : *Brachypalpus laphriformis*, *Meliscaeva cinctella*, *Xanthandrus comtus*, *Xanthogramma stackelbergi*, *Xylota tarda*.

Morbihan (132 espèces)

3 espèces nouvelles : *Brachypalpus laphriformis*, *Chrysotoxum intermedium* (complexe), *Dasysyrphus venustus*.

Pour la Bretagne, 3 espèces sont inédites : *Chrysotoxum intermedium*, *Sphegina elegans*, *Xanthogramma stackelbergi*.

Parmi les 11 espèces précédentes, 8 sont des forestières typiques, examinées de plus près à la suite.

2. Espèces forestières

Cette étude menée sur les forêts de Bretagne a permis de recenser 51 taxons. Plusieurs sont caractéristiques des milieux forestiers. Les larves peuvent être saprophages, xylophages (souvent saproxylophages) ou aphidiphages. Le micro-habitat diffère suivant les espèces. Les éléments donnés à la suite sur l'écologie de chacune proviennent de la base de données européenne Syrph-the-Net (Speight, 2014).

a) Espèces d'intérêt patrimonial

Les 4 espèces qui suivent sont les plus intéressantes.

Brachypalpus laphriformis (Fallen, 1816)

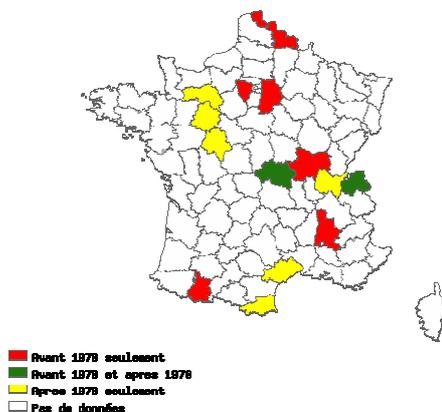
Données : Liffré (35) – Forêt de Rennes : 30/04 au 14/05/2014, 2f 4m (tente Malaise) ; 28/05/2014, 4m (tente Malaise). Vern-sur-Seiche (35) – Bois de Soevres : 30/04 au 14/05/2015, 1m (tente Malaise). Loguivy (22) – Forêt de Beffou : 27/09/2014, 1m (tente Malaise). Corbière (35) – Forêt de Corbière : 29/04 au 13/05/2014, 1f 5m (tente Malaise). Hanvec (29) – Forêt de Cranou : 26/05/2014, 1f (tente Malaise). Saint-Aignan (56) – Forêt de Quénécan : 12/06/201, 1f (tente Malaise). Inzinzac-Lochrist (56) - Bois de Trémelin : 26/05/2014, 1f 3m (tente Malaise) ; 11/06/2014, 2f (tente Malaise).

Écologie : Forêts de feuillus avec chênes et hêtres sur-matures, sénescents, ou morts et en décomposition au sol. Les larves se développent dans des cavités de troncs riches en humus et exsudats de sève, de chênes, ifs, et probablement aussi érables, châtaigniers, *Prunus* sp.

Statut : Cette espèce est véritablement la bonne surprise de cette étude. Elle est nouvelle pour 3 départements, 7 stations, et avec des effectifs inattendus (25 individus collectés).

Il n'existait auparavant qu'une seule donnée pour la Bretagne dans les Côtes-d'Armor (extrait du fichier collectif - Didier Cadou comm. pers.). Dans les régions voisines *B. laphriformis* est rare : une seule capture en Basse-Normandie dans l'Orne en 1997 (Gretia, 2012a), quelques spécimens collectés dans la Sarthe (Dussaix, 2013), et récemment découvert dans le Maine-et-Loire (Clémence Monvoisin comm. pers.).

En France, 14 départements étaient cités par (Sarhou et al., 2010) mais avec une majorité de données anciennes compilées dans (Séguy, 1961). Ce syrpe semble ainsi bien présent en Bretagne.



Carte de répartition de *Brachypalpus laphriformis* (Sarhou et al., 2010)



Brachypalpus laphriformis (www.fugleognatur.dk)

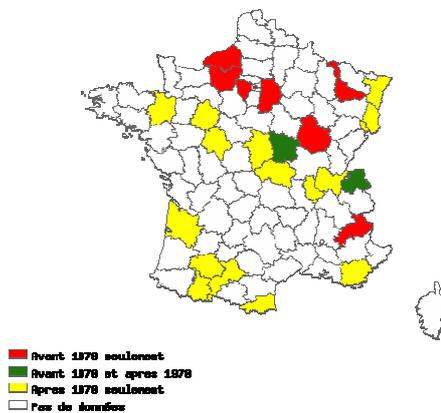
Caliprobola speciosa (Rossi, 1790)

Données : Vern-sur-Seiche (35) – Bois de Soeuvres : 27/05/2014, 1f (tente Malaise).

Écologie : Forêts décidues (châtaigniers, hêtres, chênes pédonculés et pubescents) et forêts de chênes verts (sud), avec des arbres sur-matures et sénescents. Les larves se trouvent dans les racines en décomposition des souches de hêtre, parfois de chêne (*Quercus pedunculata*).

Statut : *C. speciosa* est une espèce remarquable, et semble très rare en Bretagne puisqu'il s'agit de la seconde observation. Elle a en effet déjà été signalée d'Ille-et-Vilaine à Paimpont en 1990 (Cadou, 1991).

En France ce syrpe a été observé dans 26 départements mais il est considéré comme « à surveiller », et « en nette diminution » en Europe (Sarhou et al., 2010).



Carte de répartition de *Caliprobola speciosa* (Sarhou et al., 2010)



Caliprobola speciosa (www.insecte.org)

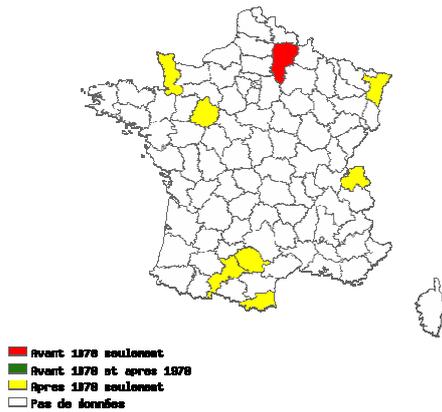
Sphegina elegans (Schummel, 1843)

Données : Loguivy (22) – Forêt de Beffou : 10/06/2014, 1f (fauchage).

Statut : Cette nouvelle espèce pour la Bretagne est peu commune en France (8 départements en 2010), rares observations dans les départements voisins (Sarthe, Manche et Calvados). Sa présence est peut-être sous-estimée du fait de sa petite taille et de son comportement discret, les *Sphegina* ayant souvent un vol lent dans la végétation herbacée.

Écologie : Biotopes humides des zones boisées de feuillus (forêt ou bocage) avec chênes et hêtres. Les adultes volent habituellement dans les espaces semi-ombragés et à proximité de l'eau, ils visitent les ombellifères blanches, l'aubépine, les renoncules, les *Stachys* etc.

Les larves décrites par (Hartley, 1961) ont été prélevées dans la coulée de sève d'un orme (*Ulmus*). Mais on ne sait pas si cet habitat est typique ou non : *S. elegans* a aussi été obtenu avec des pièges à émergence situés au fond d'un fossé humide argileux (en eau l'hiver) riche en débris ligneux de hêtres situés en dessus.



Carte de répartition de *Sphegina elegans*
(Sarthou et al., 2010)



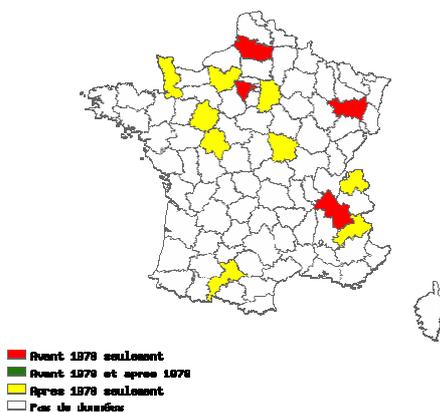
Sphegina elegans (www.fugleognatur.dk)

Xylota tarda Meigen, 1822

Données : Vern-sur-Seiche (35) – Bois de Soeuvres : 31/07/2014, 1f (tente Malaise).

Statut : Il s'agirait seulement de la seconde observation de cette espèce en Bretagne, après sa découverte il y a quelques années dans le Morbihan (fichier collectif – Didier Cadou comm. pers.). Sa forte ressemblance avec le banal *Xylota segnis* (légèrement plus grand) nécessite de les prélever pour s'assurer de la bonne détermination.

Écologie : Forêts de feuillus, en particulier les chênaies et les plantations de peupliers. Les larves ont été décrites à partir de prélèvements dans une coulée de sève à la base d'un tronc de peuplier et des élevages ont également été réussis avec des larves recueillis dans le bois pourrissant de hêtres.



Carte de répartition de *Xylota tarda*
(Sarthou et al., 2010)



Xylota sp. (www.fugleognatur.dk)

b) Écologie larvaire de quelques autres espèces forestières

Brachypalpoidea lentus : larves non décrites mais connues pour se développer sur les arbres dépérissant avec de la matière humide en décomposition. Des larves ont ainsi été trouvées à la base de vieux hêtres et sous les écorces des pins.

Chalcosyrphus nemorum : bois pourri humide : bouleaux, hêtres, peupliers, chênes, saules, ormes, et même les souches de pins.

Chrysotoxum intermedium : statut et biologie non spécifiés. Une révision est nécessaire pour différencier plusieurs espèces méditerranéennes. Toutefois dans la Normandie voisine nous avons trouvé dans tous les départements cette forme de *C. intermedium*, toujours dans les forêts.

Criorhina berberina : racines et bois pourrissant des hêtres et des bouleaux, et probablement d'autres arbres dont certains résineux (*Abies*, *Picea*).

Dasysyrphus venustus : aphidiphage, typique des hêtraies humides, chênaies acidophiles mais aussi des plantations de résineux avec *Picea*, *Pinus* et *Abies*.

Didea fasciata : aphidiphage sur conifères ou feuillus.

Myathropa florea : cavités humides des arbres, généralement à la base des troncs entre les racines, parfois aussi aux intersections des charpentières avec le tronc. Les larves se nourrissent des débris végétaux de différentes essences de feuillus, principalement les hêtres, mais également des pins. Espèce très commune partout.

Parasyrphus punctulatus : forêt de feuillus et de conifères divers, mais aussi dans les jardins et les vergers qui comprennent des arbres matures. Larves décrites mais régime alimentaire non précisé (probablement prédatrices, pucerons ou larves d'autres insectes).

Temnostoma vespiforme : xylophages strictes, les larves attaquent le bois massif des souches qui présentent des parties en cours de décomposition. Différentes essences de feuillus sont concernées : *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Populus tremula*, *Quercus*, *Tilia* et *Salix*. Le développement larvaire durerait 2 années.

Xylota abiens : racines en décomposition des hêtres. Les larves sont décrites à partir de larves prélevées sous les écorces des pins moribonds.

Xylota segnis : bois pourrissant ou dans divers débris végétaux en décomposition. Espèce très commune.

Xylota sylvarum : larves se développant dans le bois en décomposition attaqué par les champignons : troncs (sous les écorces), souches, et surtout racines des arbres en décomposition. Érables, hêtres, chênes, mais aussi pins, frênes et peupliers.

Asilidae, Conopidae, Rhagionidae, Stratiomyidae, Tabanidae et Xylophagidae

Les diptères Asilidae

La famille des Asilidae appartient au sous-ordre des Brachycères (mouches « à antennes courtes ») et se différencie des autres familles de ce sous-ordre principalement par leurs pièces buccales transformées en appareil piqueur (comme celui des moustiques, mais en plus trapu). Il existe quatre sous-familles d'asilides en Europe, comptabilisant environ 5500 espèces dans le monde, dont 1400 dans la région Paléarctique. En Europe, cette famille est surtout diversifiée dans les régions méridionales et septentrionales.

Les asilides constituent un groupe de prédateurs à l'état adulte (Majer, 1997). Les proies capturées en vol sont très diverses, et varient en fonction de l'habitat et de la taille des espèces. Ainsi, les plus gros asilides (genres *Asilus* ou *Laphria*) sont capables de consommer des guêpes ou des papillons, tandis que d'autres, plus petits (genres *Leptogaster* et *Lasiopogon* par exemple), se nourrissent de petites mouches ou de pucerons (Lavigne et al., 2000). Il est à noter que les asilides, en dépit de leurs formidables adaptations à la prédation, ne piquent pas de vertébrés, même si, selon (Séguy, 1927), la piqûre de certaines espèces peut être bien plus douloureuse que celle d'une notonecte ou d'une guêpe.

Les diptères Conopidae

Les conopides, jolies mouches proches des syrphes, sont des endoparasites d'hyménoptères aculéates. Leurs hôtes sont en général des bourdons, des abeilles ou des guêpes. Les femelles sont équipées d'une *theca* qui leur permet de pondre sur le dos de l'hôte choisi au cours même du vol. Les larves effectuent alors leur développement à l'intérieur de leur victime et finissent par la tuer. Il en existe 60 espèces en France.

Les diptères Rhagionidae

Petite famille de 85 espèces en Europe, dont les larves vivent dans les sols humides, les troncs pourrissants ou encore dans les mousses et hépatiques. Elles sont prédatrices des larves d'autres insectes ou de petits vers. Les adultes se tiennent habituellement dans les lieux ombragés, comme les bois.

Les diptères Stratiomyidae

Cette famille compte près de 140 représentants en Europe. Il s'agit souvent de mouches aux couleurs contrastées, ou bien avec un corps entièrement ou en partie brillant métallisé. L'abdomen est généralement de forme plus ou moins géométrique. Ces insectes sont pour la plupart liés aux milieux humides. Les larves se nourrissent d'algues ou de matières organiques en décomposition, tandis que les adultes sont floricoles.

Les diptères Tabanidae

Les femelles des taons sont hématophages ; elles s'en prennent aux mammifères et sont potentiellement vectrices de maladies. Mâles et femelles se nourrissent également de pollen et de nectar. Peu d'espèces s'éloignent des milieux humides puisque leurs larves sont aquatiques. Ces dernières sont prédatrices d'invertébrés tels que les vers, les escargots, ou bien des larves d'autres diptères. La faune de France est ancienne (Séguy, 1926) mais des recherches menées en Bretagne par le spécialiste belge Leclercq dans les années 1980 établissent des connaissances régionales satisfaisantes.

	FD de Belfou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
Diptera										
Asilidae										
1. <i>Dioctria linearis</i>	1		1	1						
2. <i>Leptogaster guttiventris</i>										1
3. <i>Neoitamus cyanurus</i>				1				1		1
4. <i>Tolmerus atricapillus</i>				1				1		1
5. <i>Tolmerus cf pyragra</i>							1			
Conopidae										
6. <i>Sicus ferrugineus</i>				1			1	1		
Rhagionidae										
7. <i>Rhagio lineola</i>				1						
8. <i>Rhagio scolopaceus</i>			1	1			1	1		
Stratiomyidae										
9. <i>Beris clavipes</i>				1						
10. <i>Chloromyia formosa</i>	1	1							1	
11. <i>Chorisops tibialis</i>		1								
12. <i>Sargus bipunctatus</i>					1					
13. <i>Sargus iridatus</i>							1			
Tabanidae										
14. <i>Chrysops caecutiens</i>	1									
15. <i>Chrysops relictus</i>							1	1		

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
16. <i>Chrysops viduatus</i>				1						1
17. <i>Haematopota pluvialis</i>	1						1		1	1
18. <i>Hybomitra bimaculata</i>						1	1			
19. <i>Hybomitra distinguenda</i>	1		1	1		1	1	1		
20. <i>Tabanus bromius</i>						1	1	1		
21. <i>Tabanus maculicornis</i>	1						1	1		
Xylophagidae										
22. <i>Xylophagus ater</i>	1	1			1	1				
Total	7	3	3	9	2	4	10	8	2	5

Chorisops tibialis et *Xylophagus ater* sont deux taxons que l'on peut considérer comme saproxyliques. Les larves du premier se développent dans le bois carié de la surface des troncs, le second sous les écorces d'arbres feuillus fraîchement morts. La distribution de ces taxons étant peu connue, il est difficile de statuer sur leur rareté.

Hétéroptères

Hémiptères terrestres (punaises)

La plupart des espèces sont phytophages : elles se nourrissent des sucres contenus dans les tissus végétaux. Pour atteindre ce précieux breuvage, les espèces introduisent leur rostre dans une ou plusieurs parties des plantes, arbres ou arbustes (fruits, tiges, voire certaines feuilles) et y injectent une salive contenant des enzymes qui vont liquéfier le réseau cellulaire de la plante prêt à être aspiré. Ces piqûres vont former des lésions locales qui, lorsque les effectifs sont importants, peuvent avoir un fort impact sur la plante. Les espèces de Reduviidae sont quant à elles prédatrices ; l'action dissolvante de la salive étant alors complétée par une action toxique. Elles s'attaquent à d'autres petits insectes (chenilles de lépidoptères, coléoptères...) et sont parfois utilisées en lutte biologique.

	FD de Beffou	Ménez Meur	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
Heteroptera											
Acanthosomatidae											
1. <i>Acanthosoma haemorrhoidale</i>			1				1	1	1		
2. <i>Elastostethus interstinctus</i>		1	1	1	1	1	1		1	1	
3. <i>Elasmucha fieberi</i>			1								
4. <i>Elasmucha grisea</i>			1			1	1			1	
Anthcoridae											
5. <i>Anthcoris nemorum</i>	1	1	1	1	1				1	1	
6. <i>Cardiastethus fasciiventris</i>			1								1
7. <i>Temnostethus gracilis</i>	1		1							1	
8. <i>Temnostethus pusillus</i>					1						
Aradidae											
9. <i>Aneurus avenius</i>										1	1
10. <i>Aradus depressus</i>			1		1						1
Berytidae											
11. <i>Metatropis rufescens</i>			1	1							
Coreidae											
12. <i>Coreus marginatus</i>							1		1	1	1
13. <i>Gonocerus acuteangulatus</i>									1		
Lygaeidae											
14. <i>Cymus melanocephalus</i>										1	
15. <i>Drymus brunneus</i>					1	1		1	1	1	1

	FD de Beffou	Ménez Meur	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
16. <i>Drymus ryeii</i>					1						
17. <i>Drymus sylvaticus</i>				1			1	1	1		
18. <i>Kleidocerys resedae</i>	1		1				1	1	1	1	
19. <i>Scolopostethus decoratus</i>				1			1				
20. <i>Scolopostethus grandis</i>					1						
21. <i>Stygnocoris rusticus</i>									1		
22. <i>Taphropeltus contractus</i>							1		1		
23. <i>Trapezonotus dispar</i>										1	
Miridae											
24. <i>Acalypta carinata</i>					1						
25. <i>Atractotomus magnicornis</i>											1
26. <i>Capsodes sulcatus</i>		1								1	
27. <i>Capsus ater</i>		1	1							1	
28. <i>Closterotomus norwegicus</i>					1						
29. <i>Cylloceria histronius</i>	1										
30. <i>Deraeocoris lutescens</i>								1		1	1
31. <i>Dryophilocoris flavoquadrimaculatus</i>	1		1								
32. <i>Harpocera thoracica</i>	1			1	1	1		1	1		
33. <i>Leptopterna dolabrata</i>					1						1
34. <i>Liocoris tripustulatus</i>				1							
35. <i>Lygus pratensis</i>							1				
36. <i>Miris striatus</i>						1					
37. <i>Pantilius tunicatus</i>							1				
38. <i>Phylus melanocephalus</i>				1							
39. <i>Pithanus maerkelii</i>				1							
40. <i>Plagiognathus arbustorum</i>							1				
41. <i>Stenodema calcarata</i>								1			
42. <i>Stenodema laevigata</i>		1		1			1		1	1	1
43. <i>Stenotus binotatus</i>											1
Nabidae											
44. <i>Himacerus apterus</i>					1	1	1		1		
45. <i>Himacerus major</i>					1		1				
46. <i>Himacerus mirmicoides</i>		1	1		1				1	1	
47. <i>Nabis ferus</i>								1			
48. <i>Nabis limbatus</i>									1		
49. <i>Nabis rugosus</i>		1					1				
Pentatomidae											
50. <i>Aelia acuminata</i>						1		1	1		
51. <i>Dolycoris baccarum</i>				1							
52. <i>Eurydema oleracea</i>	1										
53. <i>Palomena prasina</i>									1	1	1
54. <i>Palomena viridissima</i>											
55. <i>Pentatoma rufipes</i>	1		1	1	1	1	1		1	1	1
56. <i>Peribalus strictus vernalis</i>		1				1					
Rhopalidae											
57. <i>Rhopalus parumpunctatus</i>											
Scutelleridae											
58. <i>Eurygaster testudinaria</i>											
Tingidae											
59. <i>Acalypta brunnea</i>	1			1							
60. <i>Acalypta carinata</i>	1			1							

	FD de Beffou	Ménez Meur	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
61. Derephysia foliacea				1			1			1	
Total	10	8	14	15	15	9	17	9	18	18	12

Trois taxons, de par leur rareté ou leur spécificité au milieu forestier, font l'objet d'une monographie.

Elasmucha fieberi (Jakovlev, 1865)

Espèce la plus forestière de la famille des Acanthosomatidae, on la trouve parfois sur des secteurs de clairières ensoleillées ou de landes. Sa plante hôte principale semble être le Bouleau (*Betula* spp.) mais elle a également été trouvée sur aulne, noisetier et divers arbres à feuilles caduques. Cette espèce, très rare, est connue d'une quinzaine de stations en France. Cette rareté pourrait être liée à son mode de vie méconnue, en effet, il est possible que cette punaise vive plutôt en hauteur dans la cime des arbres. Elle n'a été observée que sur le site du bois du Chap (Finistère) par tente Malaise le 29/07/2014 sur la parcelle 1A.

Palomena viridissima (Poda, 1761)

En France, cette espèce est surtout observée dans le tiers nord du pays et dans quelques localités éparses dans les massifs montagneux. Cette punaise se rencontre dans les landes herbeuses, à la périphérie des milieux forestiers. Elle semble peu sensible à l'hygrométrie puisqu'elle est observée aussi bien en lande sèche que sur des landes à molinies ou des tourbières. Cette espèce est polyphage sur différents végétaux (*Salix* sp., *Quercus* sp., *Rubus* sp., *Ligustrum* sp.). Elle est rare en France et a été observée dans le bois de Trémelin par battage de la strate arbustive.

Acalypta brunnea (Germar, 1837)

Ce Tingidae vit dans les mousses des forêts, il hiverne à l'état adulte et larvaire. Cette espèce présente une distribution atlantique (Royaume-Uni, Irlande, France, Allemagne, Espagne). Elle n'était connue que de deux stations dans l'ouest de la France dans la forêt domaniale de Huelgoat dans le Finistère et la forêt de Bellême dans l'Orne. Elle a pu être observée dans la forêt départementale de Beffou (parcelle 9) et dans la forêt domaniale du Cranou (parcelle 28).

Hyménoptères

Apidae - Vespidae

Cette superfamille comprend un grand nombre d'espèces en France, environ 950. Il y a d'une part les abeilles sociales que sont les bourdons et l'abeille domestique, et d'autre part les abeilles solitaires qui constituent la majorité des espèces. La plupart des abeilles butinent les fleurs pour alimenter leurs larves, à base de pollen et de nectar.

Mais d'autres se comportent en cleptoparasites des premières, telles les *Nomada*, les *Sphcodes* ou les *Coelioxys*. Pour ces espèces, les femelles ne récoltent pas de pollen, mais elles s'introduisent dans le nid d'une espèce hôte pour venir y pondre. La jeune larve élimine alors celle de son hôte afin de profiter des réserves pour son propre compte.

La nidification se fait généralement au sol, parfois dans le bois ou les vieux murs, mais dans tous les cas dans des endroits secs et bien abrités. De nombreuses espèces nidifient dans les sols sablonneux.

La détermination des apoïdes est difficile, notamment pour les genres numériquement importants (*Andrena*, *Lasioglossum* ou encore *Nomada*). Elle nécessite une longue expérience, la

possession de collections de référence ainsi que l'utilisation de clés en langues étrangères. Les apidologues se spécialisent donc généralement sur quelques genres seulement.

	FD de Belfou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Sal
Hymenoptera										
Apoidea										
1. <i>Apis mellifera</i>				1			1	1		
2. <i>Bombus hortorum</i>		1	1		1			1		
3. <i>Bombus hypnorum</i>					1					
4. <i>Bombus lapidarius</i>					1					
5. <i>Bombus lucorum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6. <i>Bombus magnus</i>		1		1	1					
7. <i>Bombus pascuorum</i>	1	1	1	1	1	1		1		1
8. <i>Bombus pratorum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		
9. <i>Bombus sylvestris</i>	1	1		1	1	1		1		
10. <i>Bombus terrestris</i>		1		1	1	1	1			
11. <i>Eucera nigrescens</i>								1		
12. <i>Halictus tumulorum</i>								1	1	
13. <i>Lasioglossum morio</i>								1	1	
14. <i>Nomada fabriciana</i>	1			1						
15. <i>Nomada flava</i>				1	1	1				
16. <i>Nomada marshamella</i>				1				1		
17. <i>Nomada panzeri</i>					1	1				
18. <i>Nomada ruficornis</i>						1				
19. <i>Nomada signata</i>										1
Vespoidea										
20. <i>Vespa crabro</i>			1							
Total	5	7	5	10	11	8	4	10	3	2

Bombus lucorum (Linnaeus, 1761), le bourdon des forêts

B. lucorum est une espèce polylectique, c'est-à-dire qui butine un large spectre de familles végétales. Il possède une large distribution mondiale de l'Asie jusqu'en Amérique du Nord. Il semble assez commun dans l'ouest de la France. On le rencontre fréquemment en lisière de forêt et dans le bocage. Les femelles émergent tôt en mars afin de rechercher une cavité pour y établir leur colonie.

Bombus magnus Vogt, 1911, le grand bourdon des landes

Ce bourdon paléarctique est une espèce à répartition préférentiellement atlantique qui peut être commun sur les landes littorales. Cette espèce a considérablement régressé hors de ces secteurs. Il n'est ainsi plus connu que d'une seule localité en Loire-Atlantique où il est inscrit sur liste rouge « en danger critique » (Mahé, 2015). En Basse-Normandie, ce bourdon est considéré comme rare. Il semble encore assez présent en Finistère avec des mentions sur les littorales et dans les Monts d'Arrêt. Il a pu être observé sur les bois du Chap et du Stangala ainsi qu'en Ille-et-Vilaine au bois de Soevres. Il s'agit de la deuxième mention de ce bourdon pour ce département.

Nomada marshamella (Kirby, 1802)

Même si toutes les *Nomada* recensés durant ce travail sont relativement communes et ubiquistes, *N. marshamella* semble être l'abeille la plus spécialisée envers l'habitat forestier d'après l'inventaire des *Nomada* de la Manche dans lequel elle apparaît peu commune (Lair et al., 2007).

Chrysididae, Crabronidae, Mutilidae et Pompilidae

Chrysididae

Les chrysidés, "guêpes dorées" ou "mouches de feu", feraient partie des insectes les plus remarquables si ce n'était leur petite taille. Elles sont effectivement parées, dans leur grande majorité, des couleurs les plus rutilantes qui soient, dont l'éclat, à la manière des buprestes, est de nature physique et non engendré par des pigments.

La grande majorité des chrysidés montre une préférence pour les endroits chauds et ensoleillés. Mais de toute évidence, la condition première de leur présence tient à celle de ses hôtes qui, en grande majorité, sont eux-mêmes des insectes thermophiles. Les chrysidés ubiquistes telles que *Chrysis ignita*, d'ailleurs, peuvent se rencontrer en maints endroits pas forcément très chauds. Guidées par les obligations inhérentes à leur biologie, les guêpes dorées se rencontreront essentiellement au niveau de surfaces dénudées (talus, murs, falaise, pelouses écorchées...). Les vieux bois (troncs morts et piquets de clôture) sont préférentiellement fréquentés par de petites espèces parasitant les aculéates xylocoles. Les adultes se nourrissent de nectar.

Crabronidae

Les sphégiens ou sphéciformes sont des hyménoptères parasitoïdes qui capturent divers insectes, ou des araignées pour quelques espèces, les paralysent à l'aide de leur venin et les transportent dans les nids qu'ils aménagent souvent dans le sol, le bois, des tiges creuses ou dans des anfractuosités diverses. Quelques espèces, étrangères à notre région, sont maçonnes.

L'éventail des hôtes est donc très large mais il existe chez de nombreux sphégiens des préférences marquées, sinon des choix exclusifs, de proies d'une même famille, d'un même genre, voire d'une même espèce. Contrairement aux pompiles, chaque nid et même souvent chaque cellule contient le plus souvent plusieurs proies. Certains sphégiens prodiguent même des soins à leur progéniture en continuant d'approvisionner les nids après éclosion des œufs. C'est par exemple le cas des *Bembix* prédateurs de mouches, et de certaines ammophiles, prédatrices de chenilles de géométrides et de noctuelles. Dans notre région, deux genres de crabronides sont cleptoparasites d'autres sphégiens : *Brachystegus* et *Nyssus*.

De nombreuses espèces apprécient les endroits arides, surtout chez les terricoles. Xylocoles, rubicoles et gallicoles se rencontrent plutôt sur les lisières, les haies, les troncs morts ou sénescents. Les feuillages bien exposés au soleil sont des endroits riches en crabroniens. Quelques espèces ne se rencontrent que dans les zones humides, parfois du fait de leur nidification qui se fait exclusivement dans les tiges de roseaux.

Nombreux sont les adultes qui se nourrissent en butinant les fleurs, en particulier celles d'ombellifères et d'euphorbes.

Pompilidae

Les pompiles sont des insectes parasitoïdes se développant uniquement aux dépens des araignées. Les femelles les capturent et les paralysent par une piqûre puis les cachent (chez la plupart des espèces) dans une anfruosité ou un terrier, avant de pondre un œuf sur l'abdomen de la proie. La jeune larve s'en nourrit pour effectuer son développement.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Bois de Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Hyménoptère									
Chrysididae									
1. <i>Chrysis ruddii</i>							1		
Crabronidae									

	FD de Beffou	Bois du Chap	Bois de Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
2. Argogorytes mystaceus	1			1	1				1
3. Lestiphorus bicinctus					1				
4. Ectemnius cephalotes					1				1
5. Mellinus arvensis			1						
6. Crossocerus dimidiatus		1	1						
7. Pemphredon lugubris							1		1
8. Nysson spinosus									1
9. Ectemnius lituratus									1
10. Crossocerus cetratus									1
11. Crossocerus binotatus									1
Mutillidae									
12. Myrmosa atra							1		
Pompilidae									
13. Anoplius nigerrimus						1	1		
14. Aporus unicolor								1	
15. Arachnospila spissa						1	1		
16. Auplopus carbonarius					1				
17. Cryptocheilus notatus								1	
18. Dipogon subintermedius					1	1			
19. Priocnemis coriacea						1			
20. Priocnemis fennica						1	1		
21. Priocnemis perturbator				1		1	1		
22. Priocnemis schioedtei					1	1			
23. Priocnemis susterai						1			
Total	1	1	2	2	6	8	7	2	7

Aucune espèce parmi les hyménoptères inventoriés n'est très rare. Quelques-unes méritent néanmoins un commentaire particulier.

Crossocerus cetratus (Shuckard, 1837)

Parmi les différents Crabroninae appréhendés, c'est sans doute *Crossocerus cetratus* (Shuckard, 1837) qui s'avère le plus intéressant au niveau régional. Cette espèce est effectivement disséminée en France, essentiellement répandue dans une large moitié ouest (Bitsch & Leclercq, 1993) où il s'avère assez fréquent, alors qu'il est beaucoup plus localisé et rare dans l'est du pays. En Bretagne, il semble n'avoir été signalé que dans le Finistère (Bitsch & Leclercq, 1993). Dans les départements voisins des Pays de la Loire, il a été cité de la Sarthe (Bitsch & Leclercq, 2009) et nous l'avons récemment contacté en Maine-et-Loire (Gretia, 2012b) et en Vendée (forêt de Mervent-Vouvant, donnée non publiée). L'espèce est inconnue de Basse-Normandie. Ce taxon capture de petits diptères à l'attention de sa progéniture (développement parasitoïde), appartenant à diverses familles : Mycetophilidae, Stratiomyidae, Empididae... Il niche dans le bois ou dans des les tiges à moelle. Son écologie précise, par contre, reste inconnue.

Priocnemis schioedtei Haupt, 1927

Cinq espèces de pompiles parmi les 11 enregistrées sont préférentiellement ou strictement liées aux milieux boisés. Parmi ces dernières, le taxon le plus intéressant est sans conteste *Priocnemis schoedtei* Haupt, 1927. Il s'avère effectivement bien moins fréquent que les autres, même si l'on ne peut pas exclure un sous-échantillonnage significatif du fait des plus grandes difficultés de détection et de distinction que présente ce pompile, malgré sa taille assez importante, par rapport aux autres. Connue depuis longtemps de la région nantaise comme en témoigne la présence d'une femelle capturée à la fin du XIX^{ème} siècle dans la collection Dominique (Muséum de Nantes), ce taxon n'a été recensé en Bretagne, pour la première fois, qu'en 2011, en forêt de Coetquen (leg. M. Garrin, det. M. Garrin & F. Herbrecht). Actuellement, en dehors de cette station des Côtes d'Armor, il n'a été capturé qu'en forêts de Rennes et de la Corbière, dans le cadre de la présente étude. Il est également connu dans quelques sites forestiers de l'Orne, de Mayenne et de Loire-Atlantique. Ce pompile terricole semble parasiter un nombre assez conséquent d'espèces d'araignées : clubiones, gnaphoses, saltices, lycoses, amaurobes (Gros, 1994)... Sa biologie reste cependant assez mal connue.

Les Hyménoptères Symphytes

Les symphytes forment un sous-ordre d'hyménoptères très ancien et riche en espèces. Ils se différencient des autres hyménoptères (qui appartiennent au sous-ordre des apocrites) par l'absence d'étranglement entre le thorax et l'abdomen : ceux-ci sont accolés largement.

Ces insectes sont parfois appelés « mouches à scie » (l'équivalent anglais étant « sawflies »), en raison de la tarière des femelles qui est en forme de scie. Le sous-ordre des symphytes compte de nombreuses familles, dont les Tenthredinidae, d'où l'appellation de « tenthredes » parfois utilisée pour désigner les symphytes.

Les adultes ont des mœurs diurnes. La plupart sont phytophages et se nourrissent de pollen ou de nectar. Certaines espèces sont carnivores et capturent de petites proies, et exceptionnellement phyllophages.

Les larves de symphytes ressemblent beaucoup aux « vraies » chenilles des lépidoptères. Elles en diffèrent entre autres par le nombre de fausses pattes abdominales : les larves de symphytes peuvent n'avoir aucun pseudopode, ou entre 6 et 9 paires, alors que les chenilles de papillons en ont 5 maximum. Les larves sont phytophages et vivent aux dépens de nombreuses familles végétales, à l'exception de celles de la famille des orussides, sans doute parasites de coléoptères.

	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Hymenoptera					
Argidae					
1. Arge ciliaris 56*			1		
2. Arge enodis			1		
3. Arge gracilicornis			1		1
4. Arge ustulata			1		
Cimbicidae					
5. Abia fasciata		1			
Pamphiliidae					
6. Cephalcia arvensis 29*	1				
Siricidae					
7. Urocerus gigas	1				
Tenthredinidae					
8. Aneugmenus padi			1		
9. Athalia circularis			1		
10. Athalia cordata	1		1		

	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
11. <i>Athalia liberta</i>			1		
12. <i>Craesus septentrionalis</i>			1		
13. <i>Dulophanes morio</i>			1		
14. <i>Empria liturata</i>			1		
15. <i>Eutomostethus luteiventris</i>					1
16. Heptamelus ochroleucus 29*, 56*	1				1
17. <i>Pachyprotasis rapae</i>			1		
18. <i>Stromboceros delicatulus</i>			1		
19. <i>Strongylogaster multifasciata</i>			1		
20. <i>Tenthredo livida</i>			1		
21. <i>Tenthredo vespa</i>				1	
22. <i>Tenthredopsis nassata</i>			1		
Total	4	1	16	1	3

Tous les hyménoptères Symphytes collectés n'ont pas été identifiés, seuls ceux issus du bois de Trémelin et de Pont Sal l'ont été de manière exhaustive.

Heptamelus ochroleucus (Stephens, 1835)

Heptamelus ochroleucus (Stephens, 1835) est une espèce ouest paléarctique, rare à l'échelle française, elle n'était connue que de 4 départements en Ariège, Corrèze, Doubs et Ille-Vilaine et ce de mentions anciennes (Chevin et al., 2015). Sa plante hôte n'est pas connue, même si certains auteurs semblent penser qu'il pourrait s'agir du Polypode commun (*Polypodium vulgare*, Polypodiaceae). Cette espèce septentrionale est principalement présente en montagne dans le sud de l'Europe.

Les hyménoptères formiciformes

On dénombre à ce jour plus de 12 000 espèces de fourmis décrites dans le monde pour un peu plus de 500 en Europe et un peu plus de 200 en France. Comme chez tous les aculéates, l'ovipositeur est transformé en un aiguillon piqueur qui est relié à une glande à venin, il existe cependant des exceptions. Chaque espèce de fourmi comporte trois sortes d'individus : les ouvrières, les reines et les mâles. Toutes les espèces de fourmis vivent en colonie au sein desquelles il y a une répartition inégale des tâches entre les femelles fertiles (les reines), les mâles qui assurent la reproduction et les femelles plus ou moins stériles (les ouvrières).

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Hyménoptères Formiciforme										
1. <i>Formica fusca</i>						1	1			
2. <i>Formica polyctena</i>					1		1	1		1
3. <i>Lasius brunneus</i>					1	1	1	1	1	1
4. <i>Lasius flavus</i>							1			
5. <i>Lasius fuliginosus</i>	1				1	1	1	1		1
6. <i>Lasius niger</i>							1			
7. <i>Lasius platythorax</i>				1		1	1			1
8. <i>Lasius umbratus</i>										1
9. <i>Myrmecina graminicola</i>			1	1	1	1	1	1		1
10. <i>Myrmica ruginodis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11. <i>Stenammas debile</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12. <i>Temnothorax nylanderii</i>						1	1	1		1
Total	3	2	3	4	6	8	11	7	3	9

Tous les taxons identifiés ici sont communs en France. *Formica fusca* et *F. polyctena* sont plus inféodées aux milieux forestiers.

Lépidoptères - rhopalocères

Les papillons de jour, ou rhopalocères, appartiennent à l'ordre des lépidoptères. Ils se caractérisent donc entre autres par leurs ailes recouvertes d'écailles (lépidoptère venant du grec lepidos : écaille, et pteros : aile). Le terme de rhopalocère fait référence aux antennes en forme de massue, se différenciant ainsi des hétérocères, aux antennes filiformes ou plumeuses.

Le cycle de vie commence par le stade œuf, puis chenille, laquelle se transforme en chrysalide, d'où sortira le papillon adulte, communément appelé imago. Le nombre de générations annuelles est variable selon les espèces (on parle d'espèces monovoltines ou plurivoltines).

L'imago se nourrit le plus souvent de nectar de fleur, grâce à un appareil buccal particulier, la trompe, résultant d'une transformation adaptative des maxilles. Les chenilles sont en revanche dotées d'un puissant système buccal broyeur, et sont phytophages. Selon les espèces, les chenilles consomment une seule ou quelques espèces de plantes (plantes hôtes).

Les rhopalocères se rencontrent dans un grand nombre de milieux. S'il existe des espèces liées à des essences forestières, on rencontre une plus grande diversité de papillons dans les milieux ouverts et ensoleillés : prairies, talus, landes, tourbières, etc. Les espèces les plus communes se rencontrent facilement dans les jardins.

	FD de Beffou	Bois du Chap	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt de Quénécan	Bois de Pont Sal
Lepidoptera									
Hesperiidae									
1. <i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)		1			1		1		
2. <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)							1		
Lycaenidae									
3. <i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	1		1			1	1		
Nymphalidae									
4. <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)				1					
5. <i>Araschnia levana</i> (Linnaeus, 1758)						1			
6. <i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)		1	1	1	1		1		1
7. <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)		1			1				
8. <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767)					1				
9. <i>Limenitis camilla</i> (Linnaeus, 1764)			1	1			1		
10. <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)		1	1		1		1	1	
11. <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	1		1		1			1	
12. <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus, 1758)			1	1	1			1	
13. <i>Pyronia tithonus</i> (Linnaeus, 1771)		1					1		
14. <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)		1		1	1		1		
Pieridae									
15. <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)							1		
16. <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	1		1		1	1	1	1	
17. <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)			1	1	1		1	1	
18. <i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)				1					
19. <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)			1		1				
Total	3	6	9	7	11	3	11	5	1

Toutes ces espèces sont communes et répandues à travers la Bretagne et en France.

Lépidoptères - hétérocères

Les hétérocères sont dotés d'antennes de diverses formes, dentées, crénelées, plumeuses... ce qui les distingue des rhopalocères, aux antennes en massue. Malgré leur nom usuel de « papillons de nuit », ils peuvent avoir une activité diurne partielle et même exclusive (cas des zygènes). Au repos, selon les espèces, ils étalent leurs ailes horizontalement ou en les pliant en forme de toit.

Leur taille est considérablement variable, d'à peine 2mm d'envergure pour certaines espèces de microlépidoptères, elle peut atteindre près de 15cm pour le Grand Paon de nuit. Ces papillons se distinguent par leurs couleurs souvent ternes, même si certaines espèces, d'écailles, de sésies ou de sphinx par exemple, peuvent être vivement colorées. Au cours de la métamorphose, la chenille des hétérocères tisse généralement un cocon autour de la chrysalide contrairement à celle des rhopalocères qui reste à nue.

Bien que discrets, ils jouent un rôle important dans les écosystèmes. Ils pollinisent une grande partie de la flore (les papillons de nuits sont bien plus nombreux que les papillons de jour) et constituent une source importante d'alimentation pour les insectivores nocturnes (chauve-souris, araignées...).

Les hétérocères de France comprennent environ 5050 espèces, dont 1650 « macros » et pas moins de 3400 « micros ». Les statuts de présence sont issus de l'atlas des hétérocères de Bretagne (Mael Garrin, comm. pers.).

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soevres	FD de Rennes	Forêt de Quénécan	Bois de Trémelin
Lepidoptera								
Crambidae								
1. <i>Agriphila straminella</i>	1							1
2. <i>Anania verbascalis</i>					1			
3. <i>Endotricha flammealis</i>	1				1			1
4. <i>Eudonia pallida</i>	1							
5. <i>Perinephela lancealis</i>	1							1
6. <i>Phlyctaenia coronata</i>		1						
7. <i>Phlyctaenia stachydalis</i>		1						1
8. <i>Udea prunalis</i>	1							
Drepanidae								
9. <i>Drepana curvatula</i>				1				
10. <i>Falcaria lacertinaria</i>	1							
11. <i>Habrosyne pyritoides</i>	1	1		1	1	1		1
12. <i>Ochropacha duplaris</i>		1						
13. <i>Tethea or</i>						1		
14. <i>Tetheella fluctuosa</i>		1						
15. <i>Thyatira batis</i>		1				1		
Erebidae								
16. <i>Arctia caja</i>	1							
17. <i>Arctornis l-nigrum</i>		1				1		
18. <i>Atolmis rubricollis</i>	1	1		1		1		1
19. <i>Eilema complana</i>	1	1		1	1			1
20. <i>Eilema depressa</i>	1			1	1	1		1
21. <i>Eilema griseola</i>				1				
22. <i>Eilema lurideola</i>								1
23. <i>Eilema sororcula</i>		1						
24. <i>Euproctis similis</i>	1			1	1	1		1
25. <i>Herminia grisealis</i>	1	1		1		1		1

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Quénécan	Bois de Trémelin
26. <i>Herminia tarsicrinalis</i>	1							
27. <i>Herminia tarsipennalis</i>		1				1		
28. <i>Hypena crassalis</i>	1	1		1				1
29. <i>Hypena proboscidalis</i>		1		1				
30. <i>Lithosia quadra</i>	1	1		1	1	1		1
31. <i>Mitochrista miniata</i>		1		1	1	1		1
32. <i>Parascotia fuliginaria</i>	1							
33. <i>Spilosoma lubricipeda</i>				1				
34. <i>Spilosoma lutea</i>		1		1	1	1		1
Geometridae								
35. <i>Abraxas grossulariata</i>	1	1		1				1
36. <i>Alcis repandata</i>	1	1		1				1
37. <i>Angerona prunaria</i>		1		1	1	1		
38. <i>Biston betularia</i>	1	1		1		1		1
39. <i>Cabera exanthemata</i>		1		1	1	1		
40. <i>Campaea margaritaria</i>							1	1
41. <i>Camptogramma bilineata</i>		1						
42. <i>Chesias rufata</i>				1				
43. <i>Chloroclystis v-ata</i>		1						
44. <i>Comibaena bajularia</i>						1		
45. <i>Crocallis elinguaris</i>	1							
46. <i>Cyclophora linearia</i>		1						
47. <i>Cyclophora punctaria</i>								1
48. <i>Ectropis crepuscularia</i>	1				1			
49. <i>Electrophaes corylata</i>						1		
50. <i>Epione repandaria</i>								1
51. <i>Epirhoe alternata</i>	1	1						
52. <i>Geometra papilionaria</i>	1			1		1		
53. <i>Gymnoscelis rufifasciata</i>		1						1
54. <i>Hemithea aestivaria</i>		1				1		
55. <i>Hydrelia flammeolaria</i>		1				1		
56. <i>Hydria undulata</i>		1						
57. <i>Hydriomena furcata</i>	1	1		1				1
58. <i>Idaea aversata</i>	1	1			1	1		
59. <i>Idaea biselata</i>	1	1		1	1	1		1
60. <i>Idaea emarginata</i>		1						
61. <i>Idaea fuscovenosa</i>		1				1		
62. <i>Idaea rusticata</i>	1							
63. <i>Idaea subsericeata</i>					1	1		
64. <i>Idaea trigeminata</i>		1		1	1			
65. <i>Jodis lactearia</i>	1	1		1	1	1		1
66. <i>Lomaspiilis marginata</i>	1	1			1	1		
67. <i>Lomographa temerata</i>		1		1		1		
68. <i>Macaria alternata</i>						1		
69. <i>Macaria notata</i>						1		1
70. <i>Menophra abruptaria</i>								1
71. <i>Mesoleuca albicillata</i>						1		
72. <i>Opisthograptis luteolata</i>		1				1		
73. <i>Ourapteryx sambucaria</i>		1		1		1		
74. <i>Parectropis similaria</i>		1				1		
75. <i>Pasiphila rectangulata</i>				1		1		

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Quénécan	Bois de Trémelin
76. Peribatodes rhomboidaria	1	1		1		1		1
77. Perizoma affinitata				1				
78. Perizoma flavofasciata		1						
79. Petrophora chlorosata						1		
80. Plagodis dolabraria	1	1		1		1		
81. Pseudoterpna coronillaria		1						
82. Scopula imitaria		1						
83. Scopula nigropunctata						1		
84. Selenia dentaria	1							
85. Stegania cararia						1		
86. Xanthorhoe ferrugata	1							
Hepialidae								
87. Phymatopus hecta						1		
88. Zeuzera pyrina		1				1		
Lasiocampidae								
89. Dendrolimus pini						1		
90. Euthrix potatoria	1	1		1				
91. Lasiocampa quercus	1							1
92. Macrothylacia rubi		1				1		
93. Malacosoma neustria		1		1		1		
Limacodidae								
94. Apoda limacodes		1		1	1	1		1
95. Heterogenea asella	1							
Lymntriidae								
96. Lymantria monacha	1	1		1	1	1		1
Noctuidae								
97. Acronicta cf megacephala		1						
98. Agrotis ipsilon				1		1		
99. Apamea monoglypha		1		1				
100. Apamea ophiogramma								1
101. Apamea scolopacina	1			1	1			
102. Axylia putris		1		1		1		1
103. Brachylomia viminalis	1							
104. Callopietria juvenina								1
105. Colocasia coryli	1							
106. Cosmia trapezina	1							
107. Craniophora ligustri	1	1		1				
108. Diachrysia chrysitis		1				1		
109. Diarsia brunnea	1	1		1		1		1
110. Elaphria venustula						1		
111. Euplexia lucipara		1		1		1		1
112. Macrothylacia rubi					1			
113. Melanchra persicariae		1			1			1
114. Moma alpium	1	1		1				1
115. Mythimna ferrago	1	1						
116. Mythimna pallens		1						
117. Noctua fimbriata						1		
118. Noctua pronuba		1		1		1		
119. Ochropleura plecta	1	1		1		1		
120. Phragmatobia fuliginosa		1				1		
121. Polia nebulosa						1		

	FD de Beffou	Bois du Chap	FD du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD de Rennes	Forêt de Quénécan	Bois de Trémelin
122. <i>Polyphaenis sericata</i>					1			1
123. <i>Rivula sericealis</i>		1						
124. <i>Trachea atriplicis</i>						1		
Nolidae								
125. <i>Bena bicolorana</i>		1		1				
126. <i>Nola confusalis</i>				1				
127. <i>Nycteola revayana</i>	1							
128. <i>Pseudoips prasinana</i>		1				1		
Notodontidae								
129. <i>Clostera anachoreta</i>	1							
130. <i>Drymonia dodonaea</i>					1	1		
131. <i>Notodonta dromedarius</i>	1			1				
132. <i>Notodonta ziczac</i>	1							
133. <i>Phalera bucephala</i>		1		1	1		1	1
134. <i>Pheosia tremula</i>	1					1		
135. <i>Pterostoma palpina</i>						1		
136. <i>Ptilodon capucina</i>	1							
137. <i>Stauropus fagi</i>		1				1		
138. <i>Traumatocampa pityocampa</i>								1
Oecophoridae								
139. <i>Carcina quercana</i>	1							
140. <i>Harpella forcicella</i>					1			
141. <i>Oecophora bractella</i>	1		1					
Pyralidae								
142. <i>Elophila nymphaeata</i>						1		
143. <i>Eurrhpara hortulata</i>		1		1	1	1		1
144. <i>Ocrasa glaucinalis</i>					1			
145. <i>Ostrinia nubilalis</i>					1			
Saturniidae								
146. <i>Aglia tau</i>	1							
Sesiidae								
147. <i>Synanthedon vespiformis</i>								1
Sphingidae								
148. <i>Deilephila elpenor</i>	1							
149. <i>Sphinx ligustri</i>	1	1				1		
150. <i>Sphinx pinastri</i>								1
Tortricidae								
151. <i>Archips podana</i>						1		
152. <i>Ditula angustiorana</i>	1							
153. <i>Lozotaeniodes formosana</i>						1		
Yponomeutidae								
154. <i>Yponomeuta evonymella</i>					1	1		
Zygaenidae								
155. <i>Zygaena trifolii</i>				1				
Total	59	74	1	51	31	69	2	44

Udea prunalis (Denis & Schiffermüller, 1775)

Ce Crambidae est relativement commun en Grande-Bretagne. Il semble fréquenter les lisières et les forêts en zones fraîches, il est pour l'instant peu mentionné de Bretagne bien qu'il ne soit sans doute pas rare en Basse-Bretagne (Mael Garrin, comm. pers.). Il n'a été observé que sur la forêt de Beffou.

Tethea or (Denis & Schiffermüller, 1775)

Ce papillon Eurasiatique est répandu en France. A tendance forestière, il affectionne les bois et les vallons humides où la chenille se développe sur *Populus* sp., *Salix* sp., et *Quercus* sp. *Tethea or* semble assez localisé en Bretagne bien que mentionnée une vingtaine de fois dans la région. Il n'a été observé qu'en forêt de Rennes où il était déjà connu (Mael Garrin, comm. pers.).



Hypena crassalis (Fabricius, 1787) Philippe Motiron, (www.lepinet.fr)



Cartographie de *Hypena crassalis* (Fabricius, 1787) (www.lepinet.fr)

Hypena crassalis (Fabricius, 1787)

En France, ce papillon de zones fraîches est une espèce plutôt septentrionale. Il affectionne les forêts mixtes humides. La chenille vit principalement sur la myrtille. Il n'est sans doute pas rare en Basse-Bretagne ; le fait de l'avoir sur 4 sites est sans doute représentatif du fait que c'est une espèce caractéristique des sous-bois à myrtilles de forêts « froides » de l'ouest de la Bretagne. On le note ainsi des bois du Chap, Stangala, Trémelin et de la forêt de Beffou.

Hydrelia flammeolaria (Hufnagel, 1767)

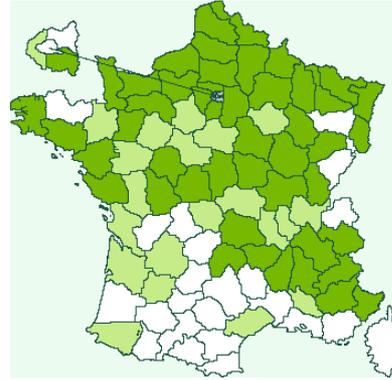
Ce petit géomètre paléarctique, est assez commun en France, il fréquente les bois clairs et humides. La chenille se développe sur les chatons de divers feuillus (*Alnus* sp., *Salix cuprea*, *Acer platanoides*). En Bretagne, ce papillon semble assez peu commun.

Idaea emarginata (Linnaeus, 1758)

Idaea emarginata est principalement présent dans la moitié nord de la France. Localisé, il semble en régression. Il fréquente les cours d'eau, les fossés humides des clairières en sous-bois. La chenille vit sur de nombreuses plantes (Gaillets, Liserons, Genêts...). Sans doute assez localisé en Bretagne, il n'y a à l'heure actuelle que peu d'observations. Il a été noté du bois du Chap.



Idaeia emarginata (Linnaeus, 1758) Philippe Mothiron
(www.lepinet.fr)



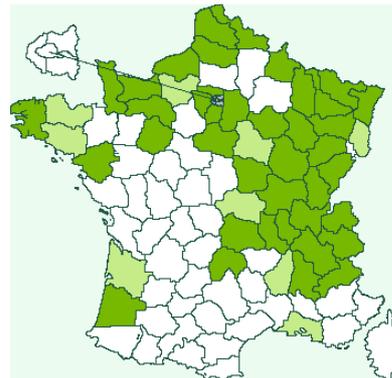
Cartographie de *Idaeia emarginata* (Linnaeus, 1758)
(www.lepinet.fr)

Phymatopus hecta (Linnaeus, 1758)

Présent en Europe moyenne et septentrionale, cet Hepialidae vit principalement en forêt de feuillus dans lesquels il fréquente les allées riches en végétation herbacée. La chenille, polyphage, se développe en un an dans les racines des fougères mais aussi dans plusieurs autres plantes basses (*Rumex* sp., *Erica* sp., *Primula* sp.). Cette espèce semble localisée en Bretagne. Dans le cadre de cette étude elle n'a fait l'objet de mention que sur la forêt de Rennes.



Phymatopus hecta (Linnaeus, 1758) Philippe Mothiron (www.lepinet.fr)



Cartographie de *Phymatopus hecta* (Linnaeus, 1758)
(www.lepinet.fr)

Heterogenea asella (Denis & Schiffermüller, 1775)

Bien que répandu en France, ce Limacodidae semble assez localisé. Il vit principalement dans les forêts de feuillus de basse altitude à dominante chênaie-charmaie. Les chenilles se développent sur diverses essences (chêne, hêtre, parfois peuplier). Ce papillon est peu mentionné en Bretagne, il a été observé en forêt de Beffou.



Heterogenea asella (Denis & Schiffermüller, 1775)
Jean-Paul Quinette (www.lepinet.fr)



Cartographie de *Heterogenea asella* (Denis & Schiffermüller, 1775) (www.lepinet.fr)

Oecophora bractella (Linnaeus, 1758)

Ce petit Oecophoridae, très coloré, n'a pas été observé lors d'inventaire de nuit mais en élevage de bois mort récoltés sur les forêts de Beffou et du Cranou. Rare au Royaume-Uni, il est cité pour la première fois de Bretagne. Il vit dans le bois en décomposition de divers arbres à feuilles caduques (chêne, bouleau, saule noisetier). La chenille pourrait se nourrir de mycélium (*Armillaria* sp.).



Oecophora bractella (Linnaeus, 1758) A. van der Heijden (www.microlepidoptera.nl)



Photographie de *Synanthedon vespiformis* (Linnaeus, 1761) Cyril Nabucet (www.lepinet.fr)

Synanthedon vespiformis (Linnaeus, 1761)

La Grande Sésie du chêne est un insecte des bois et des forêts dont la chenille vie dans les vieilles souches, les troncs et excroissances des chênes et plus rarement des frênes, des ormes. Cette espèce était connue de Bretagne d'observations contemporaines dans le Finistère et l'Ille-et-Vilaine. Cependant, elle n'était connue que d'une mention ancienne dans le Morbihan. Plusieurs individus ont été observés dans le bois de Trémelin sur des coulées de sèves de vieux chênes têtards.

Les coléoptères saproxyliques

I) Définition Brustel & Dodelin 2005 *in* (Vallauri et al., 2005)

Les organismes saproxyliques sont des espèces qui « dépendent, pendant une partie de leur cycle de vie, du bois mort ou mourant, d'arbres moribonds ou morts (debout ou à terre) ou de champignons du bois, ou de la présence d'autres organismes saproxyliques » (Speight, 1989).

Les coléoptères saproxyliques représentent un ensemble particulier où ils sont à la fois :

- un groupe taxonomique parmi d'autres, les coléoptères, qui ne sont pas les seuls organismes saproxyliques. Ils peuvent cohabiter avec, concurrencer, dépendre ou constituer eux-mêmes une ressource pour d'autres organismes (par exemple : champignons, acariens, hyménoptères, pics) ;
- une guildes exploitant la ressource bois ou dérivée du bois sur un registre essentiellement trophique, mais pas seulement (rôle d'abri par exemple) ;
- une partie d'une communauté biogéographique avec des espèces qui ont en général d'assez vastes aires de distribution (l'endémisme est rare parmi les coléoptères saproxyliques).

L'ordre des coléoptères (près de 10 000 espèces en France) représente le quart des espèces d'insectes connues en France. Les coléoptères saproxyliques pourraient compter près de 2000 espèces en France. Au sein de cet ordre, les adultes sont le plus souvent ailés, doués de capacités de déplacements plus ou moins limités et ils ne ressemblent pas à leur larves (insectes holométaboles). Suivant le stade de développement (écophase imaginaire ou larvaire), deux habitats distincts peuvent ainsi être occupés par une même espèce à l'intérieure d'une forêt. On distingue différentes spécialisations trophiques en fonction des nombreux types d'habitats fréquentés par les coléoptères saproxyliques.

II) Classification – groupe trophique d'insectes saproxyliques (Bouget et al., 2005)

Une première classification des organismes saproxyliques fait intervenir le régime trophique larvaire (ou groupe trophique) :

Ressource trophique	Groupe trophique
Bois mort frais	xylophage secondaire, lignivore secondaire
Bois mort dégradé	saproxylophage, saprolignivore
Champignons lignicoles	(xylo)fongivores
– champignons épicrotiques	– (xylo)mycétophage
– champignons subcorticoles	– (xylo)mycophage
Déchets organiques divers (dont ceux issus d'animaux)	détritophage, détritivore, psychophage xylophile, nécrophage
Invertébrés proies occupant le bois mort	zoophage xylophile
Sève suintante	opophage

Les espèces se nourrissant de matière ligneuse sur bois vivant, dépérissant ou mort frais (bois intègre) se distinguent en deux groupes :

Les xylophages primaires sur bois vivant sain (non représentés dans le tableau)

Souvent appelés « ravageurs » par les forestiers, ils sont peu nombreux mais ont la particularité de pouvoir coloniser un arbre quelle que soit sa vigueur, sain et non affaibli physiologiquement. Les xylophages primaires sont le plus souvent des défoliateurs. Les xylophages primaires exploitent les couches cambiales et le milieu sous-corticale et, parfois, s'enfoncent davantage dans l'aubier. La plupart de ces xylophages sont associés à des symbiontes dans l'exploitation alimentaire de la ressource bois, ces derniers étant capables de dégrader les complexes des lignocelluloses. Certains de ses insectes sont aussi porteurs de pathogènes comme le longicorne *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) vecteur du nématode du pin (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934).

Les xylophages secondaires sur bois vivant dépérissant

Les xylophages secondaires ne peuvent coloniser un arbre que si ce dernier présente une déficience physiologique et possède donc des capacités de réactions amoindries. Ces insectes sont le plus souvent dotés d'enzyme afin de dégrader la cellulose du bois. Ces insectes présentent généralement des cycles longs comme *Ergates faber* (Cerambycidae) dont les larves se développent durant 4 à 5 années.

Chez les xylophages primaires et secondaires les trois types de tissus peuvent être consommés : l'écorce (corticophage), la zone cambiale (cambiophage) et le xylème (xylèmophage)

Les espèces se nourrissant de matière ligneuse dégradée sur bois mort et colonisée par les Xylophages I et II (bois carié) :

Les saproxylophages

Les organismes saproxylophages ne peuvent se nourrir que de matière ligneuse morte. Incapables de coloniser des tissus vivants, ils ne se rencontrent jamais sur un arbre vivant, en dehors de zones mortes comme des branches mortes ou dans les cavités. Ces insectes occupent des bois morts qu'ils colonisent en relais des insectes précédemment évoqués, par vagues successives, en fonction de leur régime. Ils sont donc tous saprophages. L'activité de ces insectes débute à partir de la mort de l'arbre et se poursuit jusqu'à des stades de dégradation et de déstructuration très avancés des bois. Parmi ces insectes on retrouve principalement les Lucanidae, les Dynastidae ou encore de nombreux Cetoniidae. Chez ces organismes, la dégradation de la cellulose va dépendre d'endosymbiontes (le plus souvent des champignons) ou d'ecto-symbiontes (champignons, bactéries, protozoaires).

Les organismes indirectement liés au bois mort :

Les xylomycophages, xylomycétophages et opophages

Les principales ressources non ligneuses associées au bois mort sont les champignons et la sève suintante. Les xylomycophages regroupent les insectes se nourrissant de champignons subcorticales (filaments mycéliens dans le bois, moisissures) alors que les xylomycétophages correspondent à ceux se nourrissant de champignons à sporophores épécorticales (ex : Polyporales) de champignons supérieurs. La distinction entre xylomycophages et saproxylophages est parfois ambiguë du fait que de nombreuses espèces liées aux stades avancés de la décomposition du bois (saproxylation) se nourrissent de bois pourris champignonnés et pénétrés de mycelium de champignons lignicoles.

Enfin le terme « opophage » désigne les insectes se nourrissant de sève.

Les commensaux (psicho- et nécrophages)

Parmi les insectes saproxyliques détritvires (ou xylo-détritvires), nous pouvons distinguer des nécrophages associés aux matières animales mortes (cadavres) et des psychophages, au régime constitué de « miettes » (micro-déchets divers, déjections de xylophages).

Les prédateurs

Les saproxyliques zoophages (ou prédateurs, ou carnivores) recherchent leurs proies sur ou sous l'écorce, dans les galeries de saproxylophages, sur et dans les champignons lignivores ou encore dans les cavités. Certains coléoptères saproxyliques ont un régime alimentaire mixte ; on considère ainsi que les Rhizophagidae sont des prédateurs *pro parte* saprophages et/ou mycophages.

Les prédateurs saproxyliques sont plus rarement spécialisés vis-à-vis de leurs proies qu'envers le stade de décomposition du bois. Cela s'explique sans doute par leurs capacités de forage et de déplacement à l'intérieur des différents matériaux qu'exploitent leurs proies. Parmi ces prédateurs, on trouve par exemple les Histeridae du genre *Platysoma* spp. dont la forme aplatie leur permet de chasser sous les écorces.

III) Habitat – support de développement

En lien étroit avec les spécialisations trophiques, la ressource bois et ses produits dérivés (champignons lignicoles) peuvent être occupés par les coléoptères saproxyliques à tous les stades de leur développement. Un arbre mort ou blessé constitue une véritable manne d'habitats pour de nombreuses espèces (Brustel & Dodelin *in* (Vallauri et al., 2005)).

Les champignons lignicoles (Brustel, 2001)

Les champignons lignicoles sont des organismes hétérotrophes qui dépendent de la matière organique ligneuse ; ils sont divisés en trois groupes :

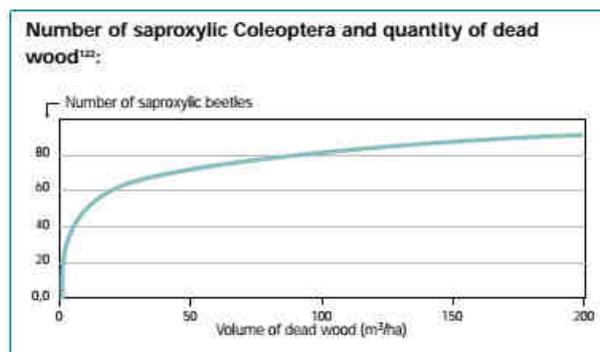
- Les champignons symbiotiques qui entretiennent un bénéfice réciproque avec les arbres en les aidant à croître.
- Les parasites, qui peuvent entraîner ou favoriser la mort de l'arbre. On distingue des pathogènes qui s'attaquent aux arbres sains de l'extérieur et des formes latentes qui se développent de l'intérieur lorsque l'arbre est stressé. Des colonisateurs secondaires peuvent ensuite s'installer et prendre le relais de la saproxylation.
- Les saprophytes, qui se développent dans les tissus végétaux morts qu'ils dégradent et fragmentent. Des phénomènes d'interaction entre espèces, fonction des facteurs de milieu, influent sur la localisation, l'ampleur du développement et la nature des communautés fongiques qui s'installent.

Seuls les deux derniers groupes sont des organismes saproxyliques qui interagissent avec les coléoptères saproxyliques ; ils rassemblent principalement des Basidiomycètes et des Ascomycètes. En plus d'être source de nourriture pour certains coléoptères, les champignons interviennent dans la genèse d'habitats particuliers par pourriture du bois que l'on appelle carie. Ils dénaturent également nombre de molécules peu acceptées par les insectes (digestion). Le bois carié constitue ainsi une ressource nutritive importante pour nombre de coléoptères saproxyliques.

Ces caries sont classées en trois groupes : les caries rouges cubiques, les caries molles et les caries blanches (les plus nombreuses). Elles peuvent être reconnues par leur couleur et leur façon de céder au toucher. Les caries blanches par exemple, concernent principalement les feuillus ; elles sont souples au toucher, le bois plie mais ne rompt pas.

Bois mort et influence sur la biodiversité saproxylique (Lassauce, 2011)

En plus des services directs rendus par le bois mort au sein de l'écosystème forestier (stockage du carbone et recyclage des nutriments, maintenant la fertilité des sols), celui-ci a un rôle d'habitat déterminant pour de multiples espèces. En effet, dans de nombreuses études, il est largement souligné l'importance du bois mort pour son rôle dans le maintien de la biodiversité. Pour une grande partie des espèces forestières, il constitue une source de micro-habitats originaux et variés mais aussi une ressource trophique, ou un site d'abri ou d'hivernage. On estime ainsi que près d'un quart des espèces forestières sont plus ou moins directement dépendantes de la présence de bois mort. Ces espèces, qui « sont impliquées dans ou dépendantes du processus de décomposition fongique du bois, ou des produits de cette décomposition, et qui sont associées à des arbres tant vivants que morts » sont qualifiées de « saproxyliques ». Dans un peuplement donné, le volume et la diversité de bois mort semblent être des caractères garants d'une importante richesse en espèces saproxyliques (figure ci-dessous). L'augmentation même limitée du volume de bois a des effets positifs sur les coléoptères saproxyliques, au-delà de 30m³/ha cela permet à de nouvelles espèces de survivre.



Nombre de coléoptères saproxyliques en fonction du volume de bois mort (Gilg, 2005)

Une multitude de facteurs conditionnent l'identité des coléoptères saproxyliques associés à un type de bois mort particulier. Ceux identifiés dans la littérature comme influençant la richesse sont : **la continuité de la forêt et/ou du substrat dans le temps et dans l'espace, la composition du paysage environnant**, mais aussi **la qualité / quantité de bois morts localement** présents dans le peuplement. La qualité du bois mort dépend de ses dimensions (diamètre et longueur des pièces de bois), sa position (chandelles sur pied, troncs au sol, branches mortes sur arbre vivant...), son essence, son degré de décomposition, son origine de mortalité (feu, ravageurs), de la saison de mortalité et des microhabitats présents. D'autres facteurs, susceptibles de différer entre les forêts, comme la fermeture de la canopée, l'exposition à la lumière et l'humidité, peuvent également avoir des conséquences importantes sur la richesse et la structure des communautés de coléoptères saproxyliques.

1) La position

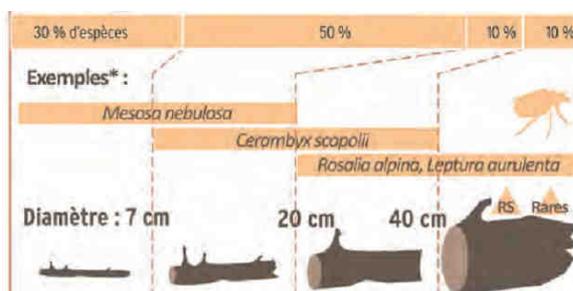
D'une manière générale, dans la littérature, même si des résultats contradictoires existent, il est indiqué que le bois mort au sol renferme davantage d'espèces saproxyliques que le bois mort debout (arbres morts sur pied, branches mortes et brindilles). Néanmoins, la complémentarité des assemblages associés à ces différents types de bois mort a été mise en évidence par plusieurs auteurs.

Lorsqu'il est debout ou suspendu, ce bois mort est généralement plus sec et se désintègre plus lentement que le bois en contact avec le sol, ce qui pourrait expliquer la diminution de l'abondance et de la diversité des insectes présents. Plusieurs études réalisées en Europe appuient cette théorie. Néanmoins, de nombreuses espèces ou assemblages d'espèces menacées sont strictement liés ou favorisés par les chandelles, indiquant que les deux sortes de bois mort, de par la complémentarité des niches qu'ils offrent, sont importantes pour la biodiversité saproxylique.

D'autre part, la quantité de bois mort debout ou dans le houppier n'est pas à négliger, elle peut représenter une grande proportion du volume de bois mort sur une parcelle.

2) le diamètre du bois mort

Le diamètre semble être également une propriété très importante des pièces de bois mort. Les pièces de bois mort de tailles différentes sont associées à des cortèges d'espèces saproxyliques distincts. Il est souvent considéré que les petits diamètres (souvent définis comme inférieurs à 10cm de diamètre) hébergent moins d'espèces que les diamètres supérieurs (avec un diamètre supérieur à 10cm), qui sont identifiés comme des habitats critiques pour certaines espèces rares. Néanmoins, quelques études tendent à montrer qu'à l'échelle d'une parcelle, la richesse spécifique semble plus forte pour les petits diamètres, notamment en raison du plus grand nombre de pièces par peuplement.



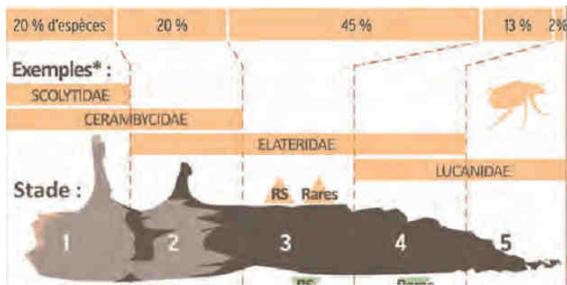
Participation de chaque classe de diamètre à la diversité des coléoptères saproxyliques sur hêtre (Emberger et al., 2013)



Chêne mort au sol d'une vingtaine de centimètre de diamètre, forêt de Quénécan, Cyril Courtial/Gretia

3) Le stade de décomposition et l'ambiance lumineuse

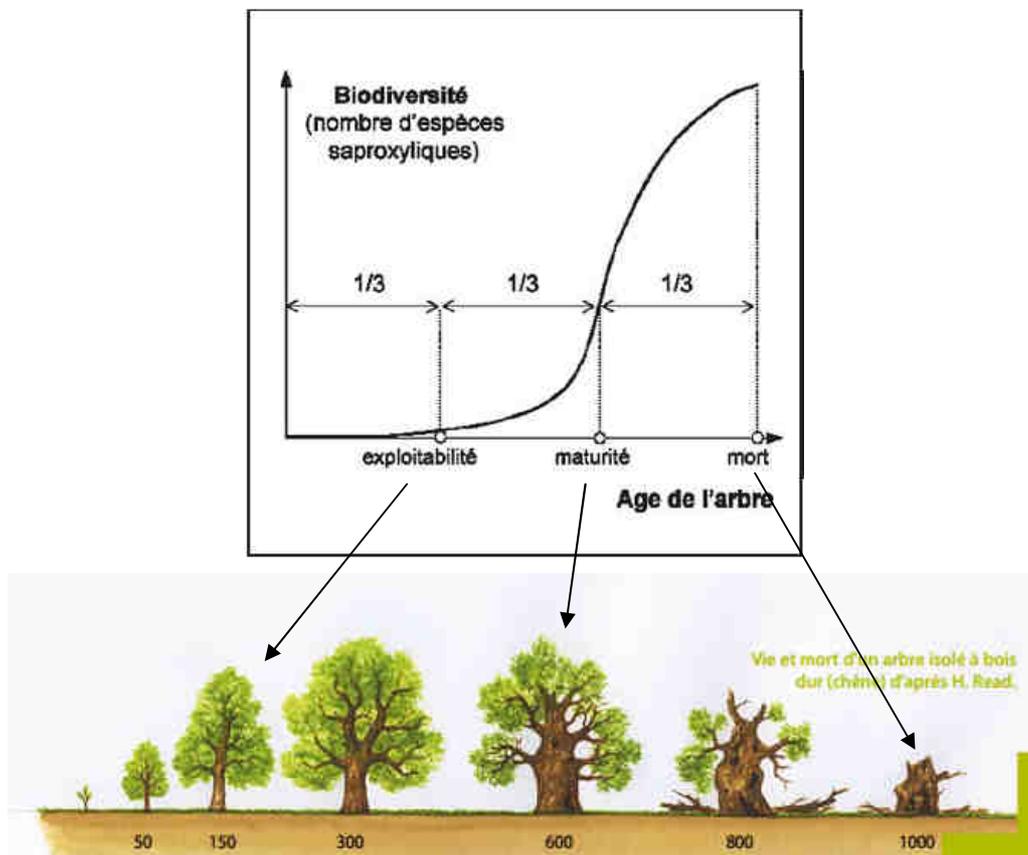
Une succession d'espèces et d'assemblages accompagne la décomposition du bois, traduisant la diversité de leurs régimes trophiques. Différents assemblages sont en général associés aux différents stades de dégradation depuis le bois mort frais jusqu'à sa transformation en humus. Les bois morts frais sont ainsi colonisés par des xylophages pionniers, pour la plupart thermophiles, tandis que les bois morts décomposés, abritent des saproxylophages, souvent sciaphiles (plus tolérants à un ombrage important). De nombreuses espèces semblent dépendantes d'une ambiance forestière particulière, davantage étant thermophiles que sciaphiles. Il a été montré que certaines espèces n'ont été observées que dans des peuplements fermés qui offrent une ambiance microclimatique plus fraîche. Par conséquent, la composition du cortège saproxylique est également fonction de l'exposition et de l'état de dégradation (« âge ») du bois mort, d'où l'importance d'abandonner durablement du bois mort en forêt afin d'avoir tous les stades représentés en même temps.



Participation de chaque stade de saproxylation à la diversité des coléoptères saproxyliques sur hêtre (Emberger et al., 2013)

Bois mort au sol dans le dernier stade de décomposition, bois de Soevres, Cyril Courtial/Gretia

4) Vieux bois et arbres habitats ou arbres « bio »



Espèces saproxyliques inféodés aux vieux arbres. Relation entre la richesse spécifique et l'âge des arbres, exemple du chêne, d'après (Branquart et al., 2005; Dodelin, 2010).

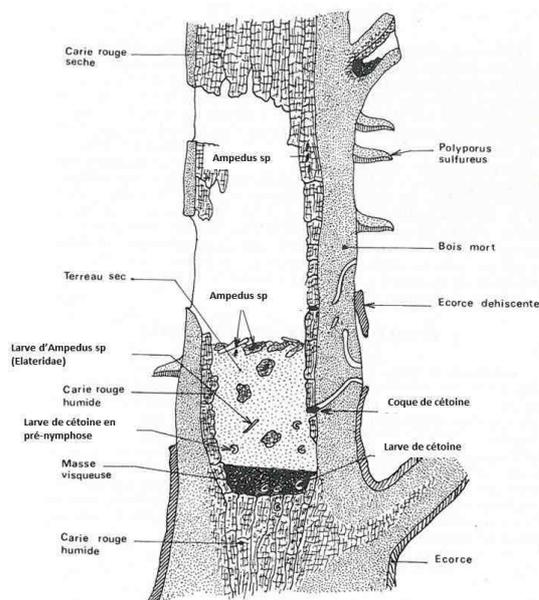
Le terme « îlots de vieux bois » regroupe deux notions : les îlots de vieillissement et les îlots de sénescence (voir définition dans l'encadré ci-après). Leur superficie moyenne est d'environ 1ha en France. Au sein de ces îlots, il y a une production de bois mort assurant une concentration spatiale et une continuité temporelle assez fortes en bois mort, favorisant ainsi la biodiversité saproxyliques. Ces stades « âgés » abritent en effet de vieux et gros arbres, renfermant une kyrielle de structures d'habitats et de sources de nourriture (nécroses, cavités et fentes, décolllements d'écorce, grosses branches mortes dans le houppier, coulées de sève, fructifications de champignons saproxyliques...),

dont la densité augmente avec l'âge. C'est la raison pour laquelle on les appelle « arbre habitat ». Divers résultats de recherche récents confirment la très haute valeur écologique des gros arbres. Il apparaît dans la littérature que de nombreuses espèces saproxyliques sont strictement liées aux arbres de gros diamètre qu'ils soient vivants ou morts. Les stades « âgés » présentent une plus forte richesse et une composition originale en coléoptères saproxyliques par rapport aux stades moins matures. Il est ainsi estimé que la diversité des espèces associées aux arbres augmente beaucoup après la maturité de l'arbre. **Elle augmente principalement lorsque l'arbre arrive au double de son âge d'exploitabilité**, mais aussi aux 2/3 de sa longévité.

Ilot de vieillissement : « Petit peuplement ayant dépassé les critères optimaux d'exploitabilité économique et qui bénéficie d'un cycle sylvicole prolongé pouvant aller jusqu'au double de ceux-ci. L'îlot de vieillissement peut faire l'objet d'interventions sylvicoles, les arbres du peuplement principal conservant leur fonction de production. Ces derniers sont récoltés à leur maturité et, en tout état de cause, avant dépréciation économique de la bille de pied ».

Ilot de sénescence : « Petit peuplement laissé de manière définitive en évolution libre, sans intervention et jusqu'à son terme (effondrement des arbres) ».

Extrait de : ONF, 2011. Bilan patrimonial des forêts domaniales (hors DOM). Editions ONF, 180p.



Exemple d'habitats liés à une cavité de feuillu d'après lablokoff (1943) modifié par Leseigneur (1972)

Cavité sur chêne, Inzinzac – Lochrist, bois de Trémelin, Cyril Courtial/Gretia

Le cas particulier des cavités (Brustel, 2001)

Sur certains arbres, des événements peuvent engager le processus de saproxylation sur des enchaînements particuliers qui intéressent une faune saproxylique remarquable, particulièrement sténoèce et sensible à l'évolution qualitative et quantitative de ces habitats : les cavités. Les arbres porteurs sont en général des feuillus, parmi les plus vieux sujets de l'essence concernée. Ces microhabitats, présents sur des arbres pouvant rester en vie de nombreuses années, évoluent et présentent des caractéristiques variées.

Quelle que soit la cavité, il s'agit toujours d'un processus de saproxylation localisé qui entraîne la carie puis la disparition locale du matériau. Les champignons lignicoles sont indissociables du processus, d'autant que le creusement total du bois de cœur pour un arbre restant vivant est

chose fréquente. Sur chêne, le Polypore soufré et la Fistuline hépatique sont souvent impliqués. Dans de nombreux cas, les cavités situées sur les troncs et dans les houppiers (dites cavités hautes) sont le produit de l'attaque du *Phellinus robustus* suivi d'un creusement par les pics. En préalable, l'âge et les stress subis par l'arbre sont des facteurs prédisposant, au même titre que différents accidents. L'altération de branches maîtresses de gros diamètre, brisées ou mortes en place, entraîne l'apparition de « baïonnettes » (bois de cœur « nettoyé et tanné » par les éléments extérieurs) qui, restant solidaires au tronc, empêchent une cicatrisation et évoluent en « gouttières » (nécroses et creusement du tronc entre le bourrelet cicatriciel et le rognon de bois dur restant en place). Le résultat sera identique en présence d'altérations profondes (blessures par chute d'un arbre voisin, foudre, gélivre...) qui sont parfois le fait des activités humaines lors des tailles de formation (vergers ou arbres d'ornement), par émondage (tronc ébranché sur toute sa hauteur), ou par taille en têtard (branches toujours exploitées à faible hauteur sur un arbre tronqué, lors de la récolte d'osier par exemple). Les cavités situées au ras du sol, dites basses, sont le résultat d'accidents équivalents, dont les causes humaines sont également nombreuses : chocs d'engins ou de grumes exploitées, écobuage, traitement en taillis...



Cavité basse en formation, Forêt du Cranou, Cyril Courtial/Gretia



Cavité basse, bois de Soevres, Cyril Courtial/Gretia

Ces cavités intéressent une faune particulière et remarquable, dite microcavernicole, comme nombre de Cetoniidae saproxylophages et aussi certains Elateridae prédateurs parmi les plus rares espèces de la faune européenne. Des espèces indirectement saproxyliques comme les *Trox* sp. nécrophages (Trogidae), des Histeridae ou Catopidae, sont des hôtes réguliers des cavités. Ils sont liés aux ressources apportées par certains oiseaux nidifiant ou séjournant dans les cavités, comme les pelotes, des réserves ou des restes alimentaires. Le rare *Limoniscus violaceus*, Elateridae phare reconnu à juste titre par la Directive Habitat, profite de telles ressources et du terreau des cavités, alors que *Rhopalocerus rondanii* (Zopheridae) y est myrmécophile.

La particularité des cavités est d'offrir à la fois des ressources alimentaires variées (allant des bois peu dégradés au terreau, en passant par différents degrés de caries, des ressources apportées par les vertébrés...) et une ambiance microclimatique humide aux variations de température atténuées. Les arbres concernés comportent des habitats évolutifs mais souvent durables. Le corollaire est que ce sont les plus vieux arbres, les plus volumineux également, qui sont concernés. Si des activités humaines d'autrefois ont pu parfois aider à la genèse et à une certaine fréquence de ces arbres à cavités dans les paysages ruraux (comme par exemple la taille en têtard, l'émondage ou le démasclage des chênes lièges), le devenir de ces milieux en forêts de production peut être jugé incertain.

5) La connectivité spatiale et la continuité temporelle

La composition des assemblages de coléoptères saproxyliques ainsi que la richesse semblent influencées par la continuité temporelle de l'habitat mais aussi par la connectivité spatiale, soit la

quantité globale de bois mort à l'échelle du paysage. Or, il s'avère que les effets de la gestion forestière sur le bois mort peuvent être complexes et très variables dans le temps et l'espace, surtout lorsqu'on considère une mosaïque des propriétés foncières dans le paysage. La continuité temporelle du bois mort est une variable critique pour la persistance à long terme des espèces. Par exemple, la continuité semble expliquer la grande diversité des coléoptères se trouvant sur les vieux arbres solitaires des prairies peu boisées, et cela malgré un volume de bois mort local très faible. L'absence de continuité temporelle de bois mort durant les phases passées de déforestation intensive en Europe ayant sûrement causé l'extinction d'espèces. Pour ce qui est de la continuité spatiale de l'habitat au niveau du paysage, elle semble moins susceptible d'être un facteur limitant dans des régions largement boisées, mais peut devenir critique dans les régions où les forêts ont été (et sont toujours) fragmentées, comme on peut le voir dans le sud de l'Europe. Or, actuellement, avec la densification de la desserte forestière en vue d'améliorer l'exploitabilité des peuplements, il pourrait y avoir une fragmentation accrue des habitats. Par fragmentation, on entend une augmentation de la distance entre deux tâches d'habitats favorables pour certaines espèces mais aussi une réduction des surfaces de milieu intérieur forestier dépourvu d'effet de lisière. *In fine*, de nombreuses espèces peuvent être absentes des forêts tempérées parce qu'elles ne sont pas présentes dans le paysage environnant, en raison d'un manque de continuité spatiale ou temporelle de l'habitat. Cette interprétation reste toutefois délicate compte tenu du manque de connaissances sur les capacités et les modalités de dispersion de la plupart des Coléoptères saproxyliques, notamment en forêts tempérées.

IV) Evaluation de la « patrimonialité » des cortèges

Liste de référence des coléoptères saproxyliques « bio-indicateur ».

Issue de Brustel (2001), cette liste compte 300 taxons et a été réalisée à partir de données issues de la bibliographie et de la consultation d'entomologistes. Le choix des espèces a été réalisé en fonction de valeurs numériques objectives sur la rareté. Cette dernière se caractérise par la biologie (sténocécie) et la chorologie des espèces (taille de l'aire de distribution et occupation de cette aire) (Brustel, 2007).

La rareté chorologique (Brustel, 2007)

Sur un territoire, quelle que soit l'échelle, une approche classique consiste à mesurer le rapport entre le nombre de mailles occupées par une espèce et le nombre total de mailles définies pour le secteur d'étude. Faut de données enregistrées suffisante pour atteindre ce résultat pour les coléoptères saproxyliques français, une approche qualitative a été avancée qui, outre les aspects chorologiques, intègre également la difficulté d'observation des espèces par les entomologistes. Certaines sont parfois « introuvables » (espèces cryptique) alors que la connaissance des traits de vie que l'on peut en avoir laisse supposer qu'elles pourraient être largement répandues. Ceci oblige à négocier à ces niveaux de rareté, biaisées par la difficulté d'observation, une appréciation liée à ce facteur. L'échelle de cotation établie ici est nommée « Ip » (Indice patrimonial) et se présente comme dans le tableau ci-dessous.

Ip = indice situant le niveau de rareté des espèces comme une appréciation de leur valeur patrimoniale.

- « / » pour les espèces probablement absentes de la zone considérée
- « 1 » pour les espèces communes et largement distribuées (faciles à observer).
- « 2 » pour les espèces peu abondantes ou localisées (difficiles à observer).
- « 3 » pour les espèces jamais abondantes ou très localisées (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques).

- « 4 » pour quelques espèces très rares, connues de moins de 5 localités actuelles ou contenues dans un seul département en France.

La rareté et le niveau d'exigence écologique (Brustel, 2007)

Des contrastes existent au niveau des traits de vie des espèces de coléoptères saproxyliques. Des niveaux d'exigences, en général larvaires, sont liés à trois éléments majeurs :

- La rareté du matériau dans les milieux boisés : le plus gros bois, plus rare que les petits diamètres, certaines essences plus rares que d'autres (naturellement ou par le fait de la gestion), etc.
- Le niveau de dégradation du matériau : les bois cariés étant souvent plus rares que les bois fraîchement morts en raison du toilettage et des exigences de propreté des chantiers après exploitation dans de nombreuses forêts.
- La position sur le réseau trophique : l'occurrence d'un xylophage dépend seulement du bois, mais l'occurrence d'un prédateur ou d'un mycétophage dépend en plus d'une espèce en interface avec la dégradation du bois (proie ou champignon hôte).

Cette appréciation de la sténoécie nommée « If » pour « indice en lien avec le fonctionnement de la saproxylation », a été synthétisée comme dans le tableau ci-dessous.

If = indice situant le niveau d'exigence biologique des Coléoptères saproxyliques (habitat larvaire).

- « 0 » pour les espèces non saproxyliques.
- « 1 » pour les espèces pionnières dans la dégradation du bois, et/ou peu exigeantes en terme d'habitat.
- « 2 » pour les espèces exigeantes en terme d'habitat: liées aux gros bois, à des essences peu abondantes, demandant une modification particulière et préalable du matériau par d'autres organismes et/ou prédatrices peu spécialisées.
- « 3 » pour les espèces très exigeantes dépendantes le plus souvent des espèces précédentes (prédateurs de proies exclusives ou d'espèces elles-mêmes exigeantes) ou d'habitats étroits et rares (champignons lignicoles, cavités, très gros bois en fin de dégradation, gros bois d'essences rares ...)

Autres attributs des espèces retenues (ONF)

Une donnée faunistique sur une espèce n'est pas seulement une valeur numérique de présence ou d'abondance, il s'agit d'une information qualitative qui intègre tous les déterminants du développement d'une population de l'espèce dans le site d'observation (hors artefact).

Outre le diagnostic patrimonial rapide des sites sur la base des indices qui précèdent (par exemple une donnée sur une espèce $I_p = 4$ signifie une forte responsabilité patrimoniale du gestionnaire du site pour cette espèce très rare), les traits de vie des espèces rencontrées permettent de faire le lien avec les ressources exigées et la gestion qui s'impose pour la conservation des cortèges inventoriés.

300 espèces de 30 familles sont retenues et leurs caractéristiques propres détaillées suivant ces critères :

- les grands types de milieux où l'espèce a déjà pu être rencontrée (2 critères) ;

- les essences d'arbres accueillant leurs habitats ;
- l'habitat, siège du développement larvaire ;
- le régime alimentaire des larves ;
- la caractérisation de la rareté biogéographique (au nord ou au sud du Pays) et de la sténocéie (soit 3 critères Ip nord, Ip sud et If) ;
- la phénologie des adultes ;
- la facilité d'identification des espèces ;
- les techniques les plus adaptées à l'observation des adultes.

Cette liste, base de notre recherche sur le diagnostic patrimonial des sites boisés en France, constitue également les espèces ciblées par nos recherches sur les techniques d'inventaire.

Présentation des principaux coléoptères saproxyliques identifiés durant ce travail

206 espèces appartenant à 37 familles de coléoptères saproxyliques ont été identifiées. Parmi elles, 43 font partie de la liste des espèces bio-indicatrices selon Brustel (2001). Chacune d'elles fait ici l'objet d'une courte monographie (écologie, distribution, rareté) associée à une iconographie. Chacune des fiches « espèce » a été gracieusement mise à disposition par le laboratoire nationale d'entomologie forestière (LNEF) de l'ONF avec des photographies de Pierre Zagatti. Les cartographies départementales sont issues de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel). **Ces dernières présentent l'état actuel des connaissances et ne reflètent pas la distribution réelle des taxons en France.** Les commentaires sur les distributions sont issus du catalogue des coléoptères de France (Tronquet M. Coord et *al.*, 2014).

Anthribidae

Cette famille de coléoptères saproxylophages est très proche d'un point de vue systématique des Curculionidae (charançons). Les larves sont partiellement mycétophages et creusent des galeries dans les bois morts colonisés par des champignons lignicoles. La tête des adultes est presque rectangulaire se prolongeant par un museau aplati en forme rostre. Leur taille varie de 2 à 15mm. On dénombre un peu moins d'une quarantaine d'espèces en France.

Platystomos albinus (Linnaeus, 1758)

La larve se développe dans les arbres morts et mourants habituellement en forêt; l'insecte est souvent associé avec le champignon *Daldinia* sp. Bien que semblant répandue en France, l'espèce n'a été observée que sur les bois de Soeuvres et la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Platyrhinus resinosus (Scopoli, 1763)

Comme l'espèce précédente, la larve de *P. resinosus* se développe dans le bois mort de feuillus colonisés par des champignons, principalement sur le hêtre. L'espèce a été observée sur la forêt de la Corbière en parcelle 47 par mise en élevage de branche morte et le bois de Pont Sal par Barber dans la station 4. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Tropideres albirostris (Schaller, 1783)

Les larves vivent dans les branches mortes de hêtre, de chêne ou encore de peuplier. Bien que répandue en France, l'espèce ne semblait pas encore avoir été observée en Bretagne. Ce coléoptère a été échantillonné sur la forêt de Rennes. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Platystomos albinus



Tropideres albirostris



Diplocoelus fagi



Biphyllidae

Cette petite famille compte environ 200 espèces dans le monde et 3 en France. Les larves et les adultes sont mycétophages.

Diplocoelus fagi Guérin-Ménéville, 1838

Exclusivement associé aux feuillus dont le hêtre (*Fagus* sp.), les adultes vivent sous l'écorce du bois mort, en particulier la couche extérieure lâche. Les adultes hivernent dans le bois mort, y compris le chêne (*Quercus* sp.). Associé avec le champignon *Tubercularia confluens* en Scandinavie. L'espèce semble répandue en France et a été observée dans le Finistère (Forêt du Cranou et bois du Stangala) et dans le Morbihan (bois de Pont Sal).

Bostrychidae

Les Bostrychidae sont des coléoptères de taille moyenne vivant dans le bois mort et sec dans lesquels larves et adultes creusent des galeries profondes. Leur corps est cylindrique, la tête, invisible dorsalement, est cachée par le pronotum. Leur taille varie de 2 à 15mm et il en existe près de 600 espèces décrites dont 25 connues de France. Cependant, nombres de ces espèces ont été importées. Une seule est actuellement connue de Bretagne.

Bostrychus capucinus (Linnaeus, 1758)

Ce coléoptère se rencontre sur les bûches et les tas de bois de chêne en été. La femelle pond sur les bois secs. Cette espèce a été observée en forêt de Quénécan et en Forêt de Rennes (Xavier Gouverneur comm. pers.).

Bothrideridae

Les Bothrideridae sont de petits insectes à forme cylindrique qui vivent dans les galeries d'autres insectes foreurs sous les écorces d'arbres essentiellement feuillus. Les larves pourraient être des ectoparasites des larves d'autres coléoptères saproxyliques. 400 espèces sont décrites dans le monde dont une vingtaine est connue en France.

Oxylaemus cylindricus (Panzer, 1796)

Il s'agit d'une espèce toujours rare, sporadique et relique que l'on rencontre sur les vieux chênes. Son régime alimentaire est encore méconnue, soit il chasserait les scolytes *Xyleborus monographus* dans les chênes (Dajoz, 1977) soit il serait commensal des galeries de scolytes dans lesquelles il se nourrirait de champignon du genre *Ambrosia* sp. (Hurka, 2005). Plusieurs individus ont été observés sur la forêt de la Corbière. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Oxylaemus cylindricus



Cerambycidae

La famille des Cerambycidae (ou Longicornes) est l'une des plus vastes parmi l'ordre des coléoptères avec plus de 35 700 espèces décrites à travers le monde (Tavakilian & Chevillotte, 2012). Les adultes sont principalement caractérisés par leurs longues antennes atteignant souvent et dépassant parfois la longueur du corps. Leur corps est lui aussi souvent allongé et leur tête est armée de robustes mandibules. Les larves et les adultes sont phytophages. La plupart des larves vivent dans les tissus végétaux ligneux ou herbacés. Leur développement peut varier d'une à plusieurs années selon la taille de l'insecte et leur type de nourriture (matière ligneuse sèche ou décomposée...). On en dénombre 246 espèces en France et 124 dans le Massif armoricain (Gouverneur & Guérard, 2011; Berger, 2012).

Anoplodera sexguttata (Fabricius, 1775)

Les adultes se rencontrent de mai à août, dans les forêts, sur les fleurs d'ombellifères, de ronces, de spirées, de composées et parfois sur les saules. La larve vit dans diverses essences feuillues comme les chênes, les charmes et les hêtres. Elle se développe dans les caries rouges en condition fermée ou semi-fermée. L'espèce est répandue en France. *A. sexguttata* a été observé sur la forêt de Renne et la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 1 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

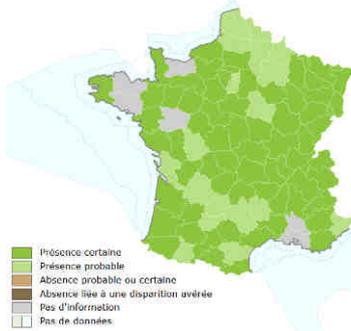
Cerambyx cerdo Linnaeus, 1758

Il s'agit d'un Cerambycidae long de 24-53mm. On rencontre les adultes de mai à août suivant les régions, sur les troncs des vieux chênes. Surtout crépusculaires et plus ou moins nocturnes, mais parfois observés en plein soleil sur les fruits mûrs. La larve, qui évoluerait en trois ou quatre ans, se développe principalement sur chêne en Bretagne et parfois d'autres essences feuillues. Ce longicorne se situe en limite septentrionale de son aire de distribution dans l'ouest de la France. *C. cerdo* est une espèce protégée (**Annexe II de la convention de Berne, Annexes IV de la Directive Habitats-Faune-Flore et protection nationale**). *C. cerdo* a été observé sur le bois de Trémelin mais est aussi mentionné de la forêt de Rennes et la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**

Rhagium sycophanta (Schrank, 1781)

De 15-26mm de longueur, les adultes nymphosent pour la plupart à l'automne mais restent en loge jusqu'au printemps. Ils se rencontrent sur les arbres morts, surtout sur les troncs renversés et les souches. On les observe parfois sur les fleurs d'aubépine ou de sureau, mais seule la femelle semble floricole. La larve se développe surtout sous l'écorce du chêne, mais aussi sous celle du châtaignier, du bouleau, de l'aulne et du hêtre. *R. sycophanta* semble répandue et assez commune dans l'ouest de la France. L'espèce a été observée sur la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine) et le bois de Trémelin (Morbihan). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 1 et un indice patrimonial de 1 au Nord de la France.**

Anoplodera sexguttata



Cerambyx cerdo



Rhagium sycophanta



Cerylonidae

Ces insectes dépassent rarement les 2,5mm, et sont souvent de couleur rougeâtre ou sombre. De forme assez aplatie, les larves et les adultes sont mycétophages et vivent sous les écorces de bois mort. Sur les quelques 650 espèces connues, une dizaine est recensée en France (Hurka, 2005; Moncoutier, 2014).

Cerylon ferrugineum Stephens, 1830 et *Cerylon histeroides* (Fabricius, 1792)

Cerylon ferrugineum



Cerylon histeroides



Les larves de ces deux espèces se développent dans le bois mort pourri de différentes essences de feuillus et se nourrissent de champignons en décomposition. Toutes deux sont répandues et communes en France. Cependant, *C. ferrugineum* n'a été observé que sur le bois du Chap.

Cleridae

Les adultes de Cleridae sont généralement de taille moyenne (> 5mm) et sont très colorés. Les larves de certaines espèces prédatent celles d'insectes xylophages, tandis que d'autres se nourrissent de larves et de pupes d'abeilles et de guêpes. Les adultes sont prédateurs ou polliniphages. Enfin, quelques espèces peuvent consommer de la matière morte, qu'elle soit d'origine végétale ou animale (Hurka, 2005). Cette famille compte 3 500 espèces décrites, dont 35 sont actuellement connues en France (Brustel, 2014a).

Opilo mollis (Linnaeus, 1758)

Les larves de ce cléride prédatent celles de coléoptères Anobiidae dans les vieux bois dur ; les larves d'*O. mollis* rampent dans les tunnels d'*Anobium* sp. à la recherche de proies. Les œufs sont pondus seulement si des adultes d'*Anobium* sp. ont été trouvés. La pupaison se déroule sous les écorces. L'espèce est nocturne. Répandue mais absent du nord de la France, ce Cleridae a été observé sur la forêt du Cranou et la bois de Trémelin. Il est aussi mentionné de la forêt de Rennes. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Thanasimus formicarius (Linnaeus, 1758)

T. formicarius est un coléoptère saproxylique commun en forêt. Les larves et les adultes se nourrissent de larves de scolytes.

Tillus elongatus (Linnaeus, 1758)

Cette espèce est prédatrice d'insectes xylophages, notamment des Anobiidae et fréquentent exclusivement les troncs de feuillus. L'insecte est connu de la forêt de Rennes (Xavier Gouverneur comm. pers.). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Opilo mollis



Thanasimus formicarius



Tillus elongatus



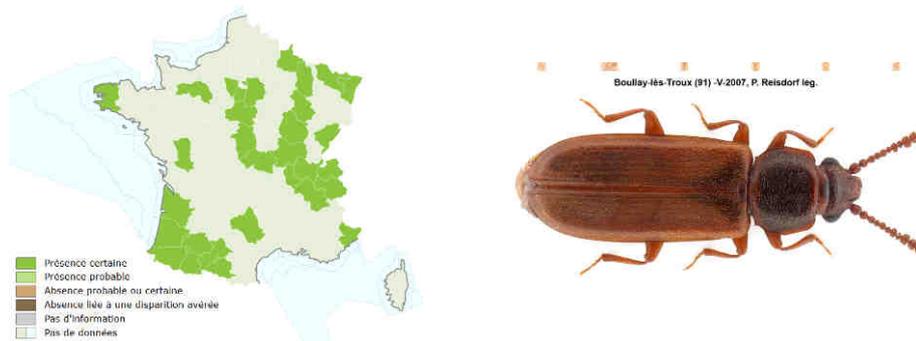
Cucujidae

Ces coléoptères présentent une forme allongée et très aplatie. Ils sont donc parfaitement adaptés pour vivre sous les écorces des arbres morts. Leurs larves vivent au dépend d'autres larves d'insectes sous corticales. On ne compte que 4 espèces en France.

Pediacus dermestoides (Fabricius, 1792)

P. dermestoides se développe sous l'écorce des feuillus morts dans les premiers stades de décomposition, en particulier dans les extrémités de branches cassées ; les larves se nourrissent d'autres larves d'insectes, tandis que les adultes sont fongivores. Cette espèce est listée comme relictive des forêts primaires en Allemagne (Müller et al., 2005).

Pediacus dermestoides



Curculionidae (Scolytinae et Platypodinae)

Autrefois considérés comme étant une famille de coléoptères à part entière, proche des Curculionidae, les scolytes en forment maintenant une sous-famille. Caractérisés par leurs formes cylindriques, présentant parfois un dimorphisme sexuel marqué et des structures particulières sur la tête et les élytres, les adultes sont parfaitement adaptés pour se déplacer dans les galeries qu'ils creusent pour pondre. Celles-ci sont souvent caractéristiques de l'espèce qui l'a produite. Les adultes communiquent par phéromones et font preuve de soins parentaux (Hurka, 2005). Tous les scolytes sont phytophages, la grande majorité étant xylophage. Quelques rares espèces se nourrissent cependant au détriment de plantes herbacées (lamiacées, fabacées, euphorbiacées) (de Laclos et al., 2003). Toutes les espèces observées lors de cette étude sont communes dans toute la France.

Anisandrus dispar (Fabricius, 1792)

A. dispar vit presque exclusivement aux dépens des essences feuillues. Il pullule particulièrement sur les arbres fruitiers auxquels il cause des dégâts considérables dans certaines régions. Très polyphage, il nidifie dans les sujets sains et en pleine sève ou dépérissants et abattus : chêne, hêtre, érable, aulne, charme, platane, châtaignier, noyer, toutes les rosacées ligneuses, accidentellement sur la vigne (Balachowsky, 1949). Les larves se nourrissent exclusivement de champignons *Ambrosia* qui se développent invariablement sur les parois des galeries de pontes (Balachowsky, 1949). Il peut occasionner des dégâts dans les vergers aux arbres de tous âges ; ceux-ci sont néanmoins réduits car les galeries restent peu profondes (Zubrik et al., 2013). Très commun dans toute la France, il a été observé sur la quasi-totalité des sites prospectés.

Elateridae

Cette grande famille compte plus de 10 000 espèces dans le monde. Aussi appelés « taupins », ces insectes allongés sont caractérisés par leur faculté à sauter lorsqu'ils sont sur le dos en produisant un léger son d'où leur nom anglais de « click-beetles ». Les larves, cylindriques, appelées aussi « vers fils de fer » du fait de leur tégument relativement épais et dur, sont phytophages ou prédatrices. Ce sont ces dernières qui correspondent aux espèces saproxyliques et que l'on retrouvera dans les bois morts. En France, on dénombre environ 200 espèces d'élatérides, Corse comprise (Leseigneur, 1972).

Ampedus balteatus (Linnaeus, 1758)

La larve se développe dans des caries rouges-pourris et des rameaux d'arbres divers (feuillus et résineux) ; la nymphe se forme à la fin de la saison puis l'adulte hiberne jusqu'à la nouvelle saison (printemps). On observe cette espèce dans les forêts et les tourbières. Sa répartition semble discontinue en France, elle est ainsi absente de plusieurs régions. En Bretagne, elle a pu être observée à plusieurs reprises dans des sites tourbeux, dans le cadre de cette étude elle a pu être

notée sur le Forêt de Rennes et dans une étude précédente en forêt de la Corbière. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Ampedus glycerus (Herbst, 1784)

La larve, probablement carnivore, se développe surtout dans les caries rouges de chêne au niveau du sol, mais aussi dans les caries de bouleau, de hêtre, de peuplier, de saule, d'aulne et même de pin ou d'épicéa. Cette espèce semble plus répandue que la précédente, en Bretagne, elle a été observée dans les forêts d'Ille-et-Vilaine (FD de Rennes et forêt de la Corbière) et dans le bois de Trémelin (Morbihan). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Ampedus nigerrimus (Lacordaire in Boisduval & Lacordaire, 1835)

Cet élatéride vie dans les caries décomposées et humides de chênes et de châtaigniers, généralement dans les souches ou les cavités basses. La larve semble se nourrir de mycélium ou de parasites de ce dernier. L'adulte hiverne dans sa logette nymphale et sort dès le début de mai. Cette espèce semble assez bien répandue en France. Elle a été observée sur la quasi-totalité des sites étudiés. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Ampedus balteatus

Ampedus glycerus

Ampedus nigerrimus



Ampedus nigrinus (Herbst, 1784)

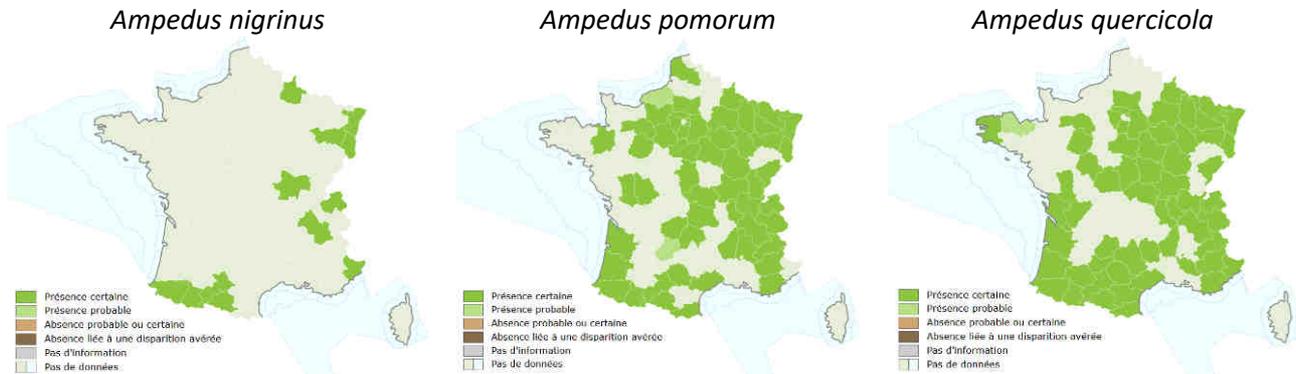
La larve de ce taupin se développe dans les caries rouges de pins (*Pinus* sp.) et de bouleaux (*Betula* sp.). Son écologie exacte reste encore à préciser. Cette espèce est rare en France et n'est connue que de la chaîne pyrénéenne et de l'est de la France. Il s'agit des premières observations dans tout le grand ouest. Cet insecte a été observé au bois du Chap (Finistère) et dans la forêt de Quénécan (Morbihan). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**

Ampedus pomorum (Herbst, 1784)

La larve de cet insecte se développe dans le bois pourri de chêne, bouleau, pin, et probablement d'autres arbres. Elle se nymphose à la fin de la saison et hiberne comme adulte. L'adulte est actif de mai à Juin. Cette espèce est relativement commune en France et a été échantillonnée sur presque la totalité des sites étudiés. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Ampedus quercicola (Buysson, 1887)

La larve se développe dans les bois cariés de bouleau, hêtre, aubépine et probablement d'autres arbres. La nymphe se forme à la fin de la saison puis l'adulte hiberne jusqu'à la nouvelle saison (printemps). Cet élatéride, commun en France, a été observé sur la quasi-totalité des sites étudiés.



Ampedus sanguinolentus (Schrank, 1776)

La larve se développe dans les souches et les troncs, à carie blanche en général, de divers feuillus : peuplier, bouleau, chêne, saule, aulne, dans les endroits frais et humides, souvent dans les marais ou en bordure des étangs et des rivières. L'adulte hiverne dans sa loge nymphale et sort dès la fin avril. L'espèce semble peu commune en France. En Bretagne, elle n'est actuellement connue que de la forêt de Rennes et du bois de Villiétin (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Anostirus purpureus (Poda, 1761)

La larve de cet élatéride semble se développer dans les bois pourris de poiriers, pommiers, les caries de saules. L'imago s'observe en loge l'hiver dans les souches de hêtres et de chênes. L'espèce semble préférer les boisements frais de plaine ou de basse montagne. Bien que considérée comme commune, sa distribution reste fragmentée, dans la chaîne pyrénéenne au sud et surtout dans le nord-est de la France. Dans le cadre de ce travail, les seuls individus observés l'ont été en forêt de Rennes et de la Corbière.

Calambus bipustulatus (Linnaeus, 1767)

La larve est prédatrice dans le bois pourri et les souches de chêne et d'autres essences feuillus. La nymphose se fait en fin de saison et hiberne à l'état adulte. Considérée comme rare en France, elle semble plus répandue, jusque-là connue uniquement de données historiques en Bretagne (Finistère), elle a été observée sur les bois du Chap et le bois du Stangala (Finistère), la forêt de Rennes (Ille-et-Vilaine) et le bois de Trémelin (Morbihan). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**

Ampedus sanguinolentus



Anostirus purpureus



Calambus bipustulatus



Hypoganus inunctus (Lacordaire, 1835)

La larve de ce taupin se développe dans les bois cariés des arbres morts ou vivants, surtout dans les vieux saules mais aussi dans le chêne, le châtaignier ou bien encore le hêtre. Il apparaît en mai en plaine, on l'observe très rarement sur les graminées ou sous les écorces. C'est en hiver, lorsqu'il est en loge que l'on a le plus de chance de l'observer. Les populations de cet insecte sont souvent très localisées mais peuvent être très nombreuses sur un seul arbre. Cet élatéride est rare et localisé en France principalement dans l'Est et la partie septentrionale du pays (Leseigneur 1972). En Bretagne, il est connue de la forêt départementale de Beffou et de la Vallée du Léguer (Côtes-d'Armor) ainsi que dans la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**

Stenagostus rhombeus (Olivier, 1790)

Les larves se développent sous l'écorce lâche de divers bois mort feuillus, le plus souvent de hêtre (*Fagus* sp.) mais aussi de chêne (*Quercus* sp.), dans la partie pourri entre l'écorce et le duramen. Prédateur de larves de longicornes (Cerambycidae), mais aussi sur des larves de Pyrochroidae (Cyril Courtial comm. pers). La larve mettrait au moins deux étés à se développer dans le sud de l'Angleterre avant de se nymphoser au printemps. Les adultes ont une durée de vie très courte, crépusculaires et nocturnes. Les adultes sont souvent attirés à la lumière lors d'inventaire de papillons de nuits. Bois du Chap, bois de Stangala, forêt du Cranou (Finistère), bois de Soevres et forêt de Rennes (Ille-et-Vilaine) et bois de Trémelin (Morbihan). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Stenagostus rhombeus



Hypoganus inunctus



Erotylidae

Ces coléoptères de forme ovale sont souvent brillants et colorés, leur taille variant de 2 à 6,5mm. La plupart des espèces (larves et adultes) sont associées aux fructifications des champignons

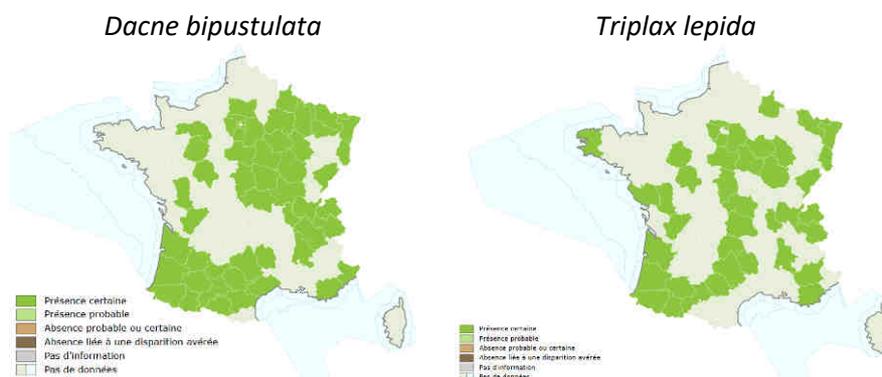
lignicoles (Agaricales et Polyporales) sur les arbres morts ou dépérissant (Hurka, 2005). On en dénombre une vingtaine d'espèces en France (Bouyon, 2014a).

Dacne bipustulata (Thunberg, 1781)

Cette espèce vit le plus souvent dans les Polypores tel que *Letiporus sulphureus*, *Piptoporus betulinus*, and *Pleurotus ostreatus* sur les troncs des arbres feuillus. Cette espèce, qui semble assez peu commune dans l'ouest de la France a été observée sur le bois de Pont Sal (Morbihan).

Triplax lepida (Faldermann, 1837)

Cette espèce européenne est présente dans la majeure partie de la France. Mycétophages, larves et adultes vivent et se développent dans des champignons lignicoles, principalement du genre *Pleurotus*.



Eucnemidae

Cette « petite » famille ressemble beaucoup aux Elateridae mais ses représentants sont généralement plus petits, de l'ordre de 3 à 10mm. Les larves vivent dans les bois morts ou dépérissant et se nourrissent de mycélium (polypores). On dénombre 1600 espèces d'Eucnemidae dans le monde mais seulement une quinzaine d'espèces en France.

Hylis cariniceps (Reitter, 1902)

La larve vie probablement dans le bois mort des vieux hêtres (*Fagus* sp.). Absente du pourtour méditerranéen et du nord de la France, elle n'était jusqu'ici pas connue de Bretagne. Elle a été échantillonnée uniquement sur le bois de Soevres (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**

Dromaeolus barnabita

Eucnemis capucina

Hylis cariniceps



Hylis olexai (Palm, 1955)

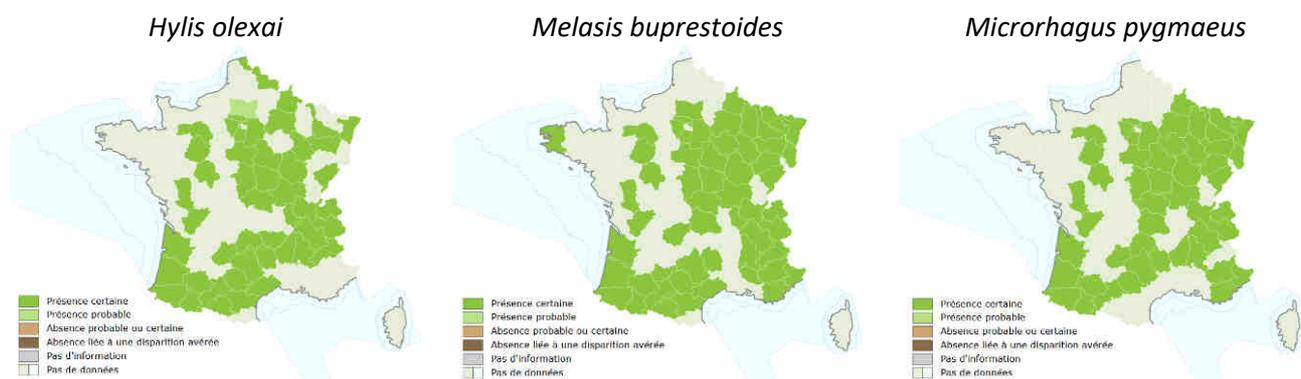
Cet eucnémide, peu commun se rencontre de juin à août, dans les vieilles forêts et les bois humides, sur les branches mortes, les troncs abattus et la sur la végétation sous les vieux arbres. Les larves se développent dans le bois décomposé des hêtres, des chênes, des peupliers, des tilleuls, des bouleaux, des saules et des épicéas. On l'observe en plaine comme en montagne. Observée uniquement en Forêt de Rennes, **cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Melasis buprestoides (Linnaeus, 1761)

L'espèce se trouve principalement sur les bois de hêtre, charme, et l'orme. La larve se développe dans le bois mort assez dur, en particulier les branches, d'une grande variété de feuillus. Elle semble assez répandue en France, elle n'a cependant été observée que sur le bois de Trémelin et la forêt de Quénécan (Morbihan).

Microrhagus pygmaeus (Fabricius, 1792)

Considéré comme peu commun, il semble toute de même plus répandu. On rencontre cette espèce dans le bois carié des feuillus (saule, charme, noisetier) mais aussi des vieux conifères comme les sapins et les épicéas. On l'observe en plaine comme en montagne. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**



Histeridae

Les Histeridae sont une « petite » famille de coléoptères représentées par plus de 4200 espèces dans le monde (Mazur, 2011), et 150 en France continentale et Corse (Secq & Gomy, 2014). Communément appelés « escarbots », ces prédateurs mesurent entre 0,7 et 15 mm sous nos contrées, et peuvent atteindre les 20 mm sous les tropiques. Ils se caractérisent notamment par un tégument fortement sclérifié généralement noir et brillant, parfois métallique, brun ou taché de rouge, des antennes coudées se terminant en massue, des élytres raccourcies laissant visibles les deux derniers segments abdominaux (le pygidium et le propygidium). Lorsqu'ils sont dérangés, ils ont un réflexe de thanatose : ils replient la tête, les antennes et les pattes et s'immobilisent, nous laissant penser qu'ils sont morts.

De formes et de mœurs variées, les histérides se développent dans toutes sortes de matières en décomposition, qu'elles soient d'origines végétales (terreau sous-cortical, compost) ou animales (cadavres, excréments), ainsi que dans des microhabitats tels que les fourmilières, les termitières, les nids d'oiseaux ou de mammifères.

Abraeus perpusillus (Marsham, 1802)

Les espèces du genre *Abraeus* sont corticoles, vivent dans les caries, les terreaux et cavités des arbres morts (chênes, peupliers, saules, hêtres) (Secq and Gomy 2014). *A. perpusillus* est une espèce commune en France observée sur presque tous les sites étudiés.

Myrmetes paykulli Kanaar, 1979

Les espèces du genre *Myrmetes* sont myrmécophiles et vivent notamment dans les fourmilières en dôme (Secq and Gomy 2014). *M. paykulli* est répandu mais peu commun en France, l'espèce n'a été observée que sur le site de la Forêt de Beffou au sein des fourmilières de *Polyctena rufa*.

Plegaderus dissectus Erichson, 1839

Il vit dans les zones collinéennes-montagneuses, sous l'écorce de feuillus abattus de préférence avec du bois pourri et parfois avec des fourmis (*Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798), *Formica cunicularia* Latreille, 1798) ; quelques fois dans les nids d'oiseaux (*Columba oenas* Linnaeus, 1758) (Vienna, 1980). Ça et là dans presque toute la France, Corse, Europe, Turquie, Iran septentrional (Secq and Gomy 2014). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Plegaderus vulneratus (Panzer, 1797)

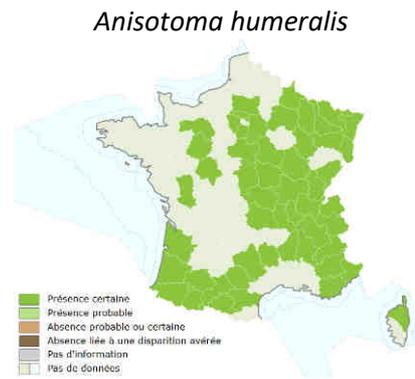
Il vit dans les régions collinéennes-montagneuses, sous l'écorce des pins (en particulier sylvestres), des épicéas, dans les galeries des scolytes tels que *Hylurgops palliatus* (Gyllenhal, 1813), *Hylurgops glabratus* (Zetterstedt, 1828), *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758), *Polygraphus* spp., *Crypturgus pusillus* (Gyllenhal, 1813), *Crypturgus cinereus* (Herbst, 1793), *Dryocoetes autographus* (Ratzeburg, 1837), *Cryphalus piceae* (Ratzeburg, 1837), *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1760), *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), *Ips duplicatus* (C.R. Sahlberg, 1836), *Ips sexdentatus* (Boerner, 1766), *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1795) (Vienna 1980). Ça et là dans presque toute la France, Corse, Europe, Sibérie (Secq and Gomy 2014). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Laemophloeidae

Cette petite famille est très proche des Cucujidae par leur forme aplatie et allongée mais sont généralement plus petites, de l'ordre de 2 à 4mm. Ces insectes vivent sous les écorces où ils sont souvent observés dans les galeries de scolytes. Cependant, leur régime alimentaire ne semble pas être connu. On en recense 9 espèces en France.

Cryptolestes duplicatus (Waltl, 1834)

Cette espèce vit dans les plaines et les montagnes. La larve se développe sous l'écorce des Fagaceae, principalement de chênes et de hêtres plus rarement. Elle n'a été observée que dans le bois de Soevres où 6 individus ont été collectés.



Leiodidae

Ces coléoptères appartiennent à une famille dont la systématique n'est pas encore clairement définie ; en effet, certains auteurs considèrent qu'elle est composée de 5 familles distinctes. Tous sont de petite taille (< 4mm) et sont pour la plupart associés aux champignons pour leur développement. On note tout de même quelques espèces liées aux terriers de mammifères comme les Leiodidae du genre *Leptinus*. On en compte plus d'une centaine d'espèces en France.

Anisotoma humeralis (Fabricius, 1792)

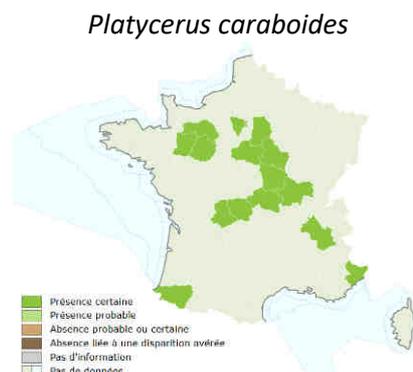
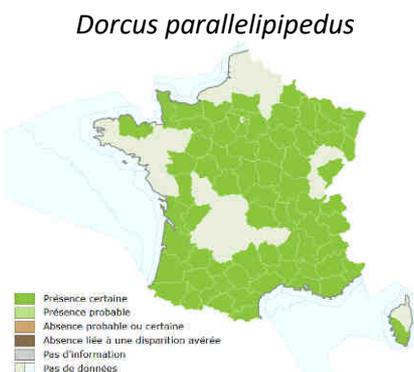
La larve se développe dans les champignons sous les écorces sur les troncs ou les branches tombées des arbres morts. Les adultes s'observent aussi dans les champignons. L'espèce est répandue et commune en France.

Lucanidae

Cette famille essentiellement tropicale est très peu diversifiée en Europe avec une douzaine d'espèces en France alors qu'elle compte plus de 1200 espèces à travers le monde. Ce sont souvent des coléoptères de taille moyenne à grande (de 5 à 75mm) avec le plus grand représentant des insectes européens, le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*). Leurs larves se développent durant plusieurs années dans les bois pourris, principalement de feuillus. Elles sont fongivores, et se nourrissent de mycélium présent dans le bois en décomposition (Tanahashi et al., 2009). Les adultes se nourrissent de la sève des écorces endommagées (Hurka, 2005).

Dorcus parallelipedus (Linnaeus, 1758)

Larves et adultes sont souvent grégaires dans les troncs et les branches plus ou moins pourris. Ils s'observent dans les forêts mixtes, mais principalement feuillues, sur de nombreuses espèces (Fagaceae, Oleaceae, Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae, etc.), parfois conifères. L'adulte est actif d'avril à novembre, presque toute l'année dans les régions méridionales (Boucher, 2014).



Lucanus cervus (Linnaeus, 1758)

Son vol est principalement crépusculaire et nocturne ; la femelle est plus discrète et plus nocturne. Les adultes sont actifs de juin à août (Boucher 2014).

Le Lucane Cerf-volant est une espèce d'intérêt communautaire. Il est effectivement inscrit sur des listes mettant en évidence son caractère particulièrement sensible. Il figure ainsi dans les documents suivants :

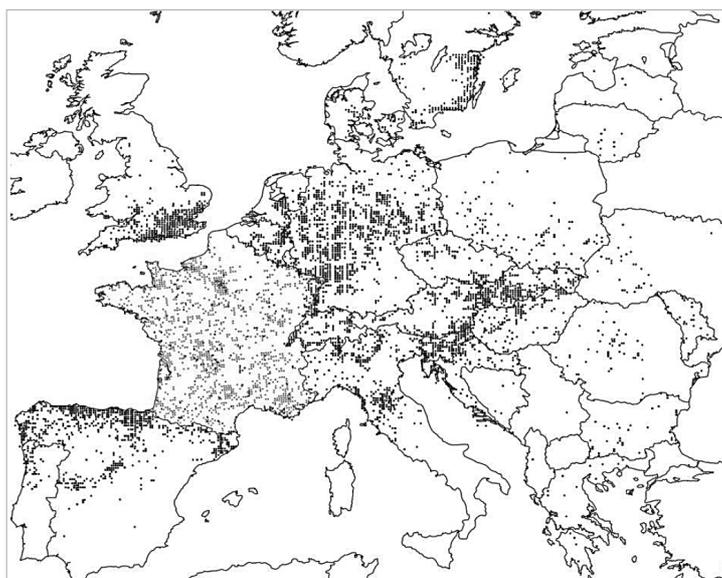
- **Annexe III de la Convention de Berne (Conseil de l'Europe 1979) ;**

L'annexe II de la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe liste les « espèces de faune protégées ».

- **Annexe II de la Directive Habitats (Conseil des Communautés européennes 1992) ;**

L'annexe II de la Directive Habitats, Faune, Flore, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, liste les « espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation ».

Comme le montre l'enquête menée par l'Office pour les Insectes et leur environnement (OPIE) en 2011 (Mériguet et al., 2012) le Lucane s'avère être une espèce commune dans notre pays. Cette enquête se poursuit, d'autres données complètent donc cette carte (carte ci-dessous).



Répartition européenne de *Lucanus cervus* en 2011 (Harvey et al., 2011) complétée par les données compilées suite à la première année de l'enquête Lucane (Mériguet et al. 2012)

Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.

Platycerus caraboides (Linnaeus, 1758)

Il s'agit d'un Lucanidae de 8-12 mm de long que l'on rencontre dans les forêts. La larve se développe dans les vieilles souches de hêtre, de châtaignier et de chêne, parfois de sapin. Les adultes se rencontrent dès le premier printemps et jusqu'en juillet. L'espèce a été observée dans la forêt de la Corbière et le bois de Trémelin. Elle est aussi mentionnée de la forêt de Rennes. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Melandryidae

Les Melandryidae sont des coléoptères très variables en taille (2 à 20mm) dont la forme de certaines espèces fait parfois penser aux Elateridae. Les adultes sont souvent cryptiques et vivent sous les écorces des vieux arbres dépérissant ou dans des champignons lignicoles. Quelques rares espèces se rencontrent sur les fleurs. La grande majorité des taxons est saproxylique ; les larves, mycétophages, se développent dans les bois morts et dans les souches. Cette famille compte 450 espèces dans le monde dont une trentaine en France (Hurka, 2005; Brustel, 2014b).

Hypulus quercinus (Quensel, 1790)

Peu commun en France dans les boisements et les forêts de feuillus, sur les branches mortes. L'espèce a été observée sur le bois de Villiéтин (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**

Melandrya caraboides (Linnaeus, 1760)

Cette espèce s'observe de mai à août sur les arbres morts, généralement sous les écorces déhiscentes des feuillus (chêne, hêtre, peuplier). On rencontre cette espèce en forêt et dans les ripisylves notamment. Les larves se nourrissent de moisissures et du réseau mycélien de champignons lignivores. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.** Présent quasi exclusivement dans la moitié est de la France, ce coléoptère est observé pour la première fois dans l'ouest sur la forêt de Beffou en plus d'une donnée récente dans la vallée du Léguer (Côtes-d'Armor).

Orchesia minor Walker, 1837

Cet insecte se développe dans les organes de fructification d'une grande variété de polypores associés au bois en décomposition et éventuellement certains ascomycètes et ce, principalement sur les branches mortes aériennes ; en particulier dans les forêts humides. Le plus souvent il est trouvé dans les bois anciens. L'espèce a été observée exclusivement sur la forêt du Cranou, seconde station connue pour l'ouest de la France. Elle est aussi connue de la RBI de Landévenec dans ce même département (ONF). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Melandrya caraboides



Orchesia minor



Hypulus quercinus



Monotomidae

Autrefois connue sous le nom de Rhizophagidae, cette famille de coléoptères est composée d'insectes de forme très fine et allongée, mesurant de 1,3 à 5,5mm (Hurka, 2005). Cette famille est divisée en deux sous-familles :

- les Rhizophaginae, représentées par le seul genre *Rhizophagus* en France (15 espèces) vivent sous les écorces de feuillus et de conifères ou dans les amas de végétaux en décomposition,

sont prédateurs ou saprophages, et sont notamment commensaux de xylophages (Hurka, 2005; Bouget, 2014) ;

- les Monotominae, représentées par le seul genre *Monotoma* en France (13 espèces) vivent dans les végétaux en décomposition (y compris dans les denrées stockées) ou peuvent être myrmécophiles (Bouget, 2014).

Parmi les cinq taxons observés, *Rhizophagus bipustulatus* (Fabricius, 1792), *Rhizophagus depressus* (Fabricius, 1792) et *Rhizophagus perforatus* Erichson, 1845 semblent communes en France, alors que *Rhizophagus nitidulus* (Fabricius, 1798) et *Rhizophagus parvulus* (Paykull, 1800), nouveaux pour la Bretagne paraissent peu communs.

Mycetophagidae

Ces insectes de forme ovale mesurent de 2,2 à 6mm et sont tous de couleur brunâtre à jaunâtre. La plupart des larves vivent au dépend de champignons et se développent dans des bois à un stade de décomposition avancé ou directement à l'intérieur des carpophores. On en dénombre une vingtaine d'espèces en France.

Mycetophagus atomarius (Fabricius, 1787)

Les larves se développent dans les fructifications noires et dures de *Hypoxylon fragiforme* (Ascomycètes de la famille des Xylariaceae) sur hêtre morts et mourants, ou sur *Daldinia concentrica* (champignon saproxylophage de la famille des Xylariaceae) sur *Fraxinus*. Les pupes ont été observées sous les écorces et dans le bois mort (Alexander, 2002). Ce coléoptère se capture sur le hêtre, et pourrait se développer sur les chênes (Irurzun & Moreno, 2007).

Mycetophagus piceus (Fabricius, 1777)

L'espèce vit dans les forêts anciennes. Larves et adultes vivent dans les troncs et les branches fraîches et humides principalement de chênes, en particulier en cas d'attaque par le champignon *Laetiporus sulphureus*. Les seules mentions de l'espèce l'ont été en forêt de Rennes. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Triphyllus bicolor (Fabricius, 1777)

Ce Mycetophagidae de 3-4mm est de répartition européenne. On le rencontre dans les pleurotes, les polypores et sous les écorces des vieux arbres. Les larves se développent dans certains champignons lignicoles. L'espèce n'a été observée que sur la forêt de la Corbière. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Mycetophagus atomarius

Mycetophagus piceus

Triphyllus bicolor



Nitidulidae

Les insectes de cette famille sont très variables en apparence. Le corps est souvent sub-ovale, parfois sphérique ou même allongé et les élytres souvent tronqués. La plupart des espèces est associée aux fleurs se nourrissant de pollen et de la matière végétale. Cependant, certains taxons se nourrissent de champignons ou sont prédatrices d'autres coléoptères notamment des corticoles. Ce sont ces dernières qui nous intéresseront ici. Elles ne sont représentées que par quelques taxons. Cependant, ces insectes sont très difficiles d'identification et seules quelques espèces très caractéristiques ont été déterminées.

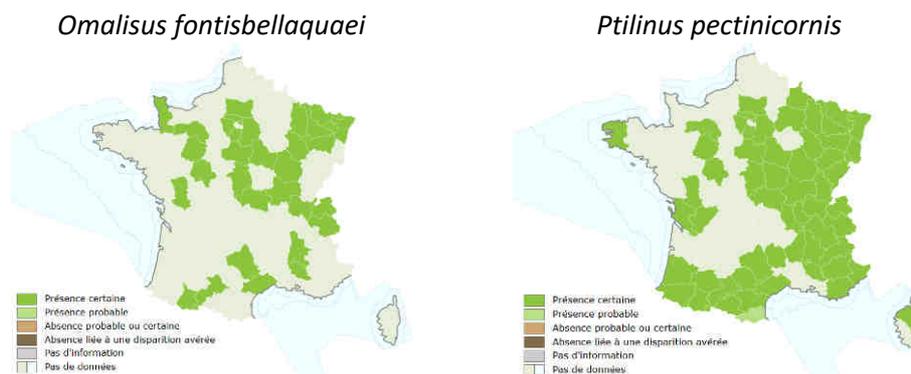
Les quatre espèces identifiées lors de cette étude *Cryptarcha strigata* (Fabricius, 1787), *Glischrochilus hortensis* (Geoffroy in Fourcroy, 1785), *Glischrochilus quadriguttatus* (Fabricius, 1777) et *Soronia grisea* (Linnaeus, 1758) sont toutes très communes.

Osmalidae

Cette petite famille n'est représentée que par une dizaine d'espèces dans le monde, dont une seule s'observe en France (Hurka, 2005).

Omalisus fontisbellaquaei Geoffroy, 1785

Les larves vivent dans la litière forestière et se nourrissent de diplopodes du genre *Glomeris* (Hurka, 2005). Les adultes mâles s'observent sur la strate herbacée des sous-bois, tandis que les femelles vivent cachées dans la litière du sol. Cette espèce est présente partout en France.



Ptinidae (=Anobiidae)

Ces coléoptères sont très variables en taille (1,5 à 9mm) et de forme allongée à cylindrique. Tous sont couverts d'une pubescence dressée et la tête est cachée sous une extension du pronotum. Larves et adultes vivent dans des galeries dans le bois mort ou bien dans des champignons. Certaines espèces sont même polyphages. Cette famille compte plus de 2500 espèces dans le monde et une certaine s'observe en France.

Ptilinus pectinicornis (Linnaeus, 1758)

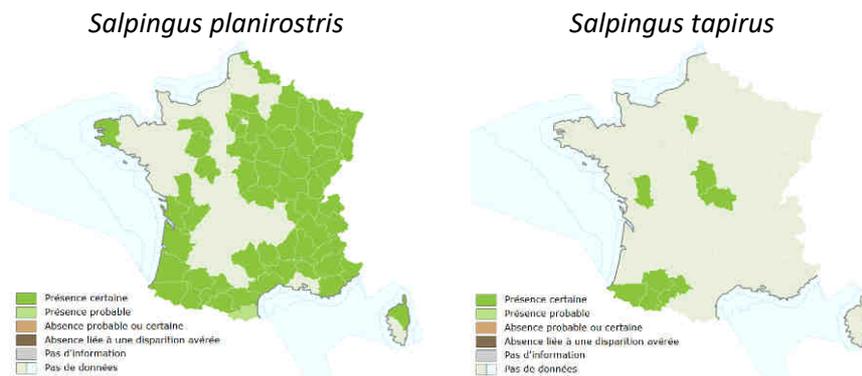
Les femelles de cette espèce forent le duramen du bois sec des vieux arbres feuillus faisant des petits trous de la taille d'une tête d'épingle; notamment sur hêtre, mais aussi sur la plupart des autres essences feuillues. La femelle attire les mâles par la libération de la phéromone, efficace sur quelques mètres. Les femelles creusent des galeries dans lesquelles elle pond ses œufs, de préférence sur des surfaces verticales. Elle peut également utiliser des trous déjà existant. Seulement quelques femelles quittent un ancien site de reproduction pour coloniser un nouveau site de ponte.

Salpingidae

Avec leur tête très allongée en forme de rostre, les représentants de la sous-famille des Salpinginae ressemblent en quelque sorte aux Anthribidae. Ils sont cependant bien plus petits et ne dépassent guère les 4,5mm. Larves et adultes vivent dans les branches mortes et sous les écorces de conifères et de feuillus, où ils prédatent d'autres insectes, tels que des scolytes ou des pucerons de conifères (Hurka, 2005). Cette famille compte moins d'une vingtaine d'espèces en France (Barnouin, 2014).

Salpingus planirostris (Fabricius, 1787), *Salpingus ruficollis* (Linnaeus, 1761) et *Salpingus tapirus* (Abeille de Perrin, 1874)

Les deux premiers taxons sont très communs, sur divers feuillus et résineux, le troisième semble plus rare.



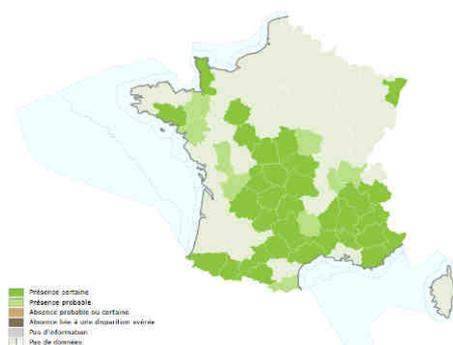
Scarabeidae - Trichniinae

Les larves de ces insectes se développent dans le terreau des cavités des vieux arbres, plus rarement dans des souches pourries. C'est à cette sous famille qu'appartient le coléoptère protégé *Osmoderma eremita* (Pique Prune).

Gnorimus variabilis (Linnaeus, 1758)

Il s'agit d'un insecte de 16 à 22mm que l'on rencontre de mai à juillet dans les cavités des arbres creux. La larve se développe dans le terreau d'arbres divers ; aulne, châtaignier, hêtre et même pin maritime mais principalement dans la carie rouge de chêne. Le cycle larvaire dure 2 à 3 ans. Ce coléoptère est répandu de l'Europe à l'Asie Mineure. On le rencontre en France principalement dans les massifs montagneux et en forêt dans l'ouest de la France. Plusieurs individus ont été observés sur de vieux chênes dans le bois de Trémelin (Morbihan). C'est une espèce toujours rare qui est localisée aux montagnes et aux forêts. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 2 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Gnorimus variabilis



Silvanidae

Larves et adultes de cette famille sont allongées et aplatis, une forme idéale pour vivre sous les écorces. Les adultes mesurent de 3 à 7mm. Les larves sont prédatrices d'autres larves d'arthropodes sous les écorces de bois morts. On dénombre une vingtaine d'espèces en France.

Silvanus bidentatus (Fabricius, 1792)

L'espèce vit dans les plaines et les montagnes, mais se retrouve également dans les zones urbaines. La larve se développe sous l'écorce des feuillus comme le chêne, le hêtre, l'orme, le peuplier et rarement dans des conifères comme le sapin et de pin. L'adulte apparaît de la fin Avril à Juillet. L'espèce est répandue en France.

Silvanus unidentatus (Olivier, 1790)

L'espèce est la plus répandue du genre. Elle vit dans les forêts, mais se retrouve également dans les arbres morts isolés. Habituellement grégaire, elle se trouve sous l'écorce de divers feuillus tels que le charme, le châtaignier, le hêtre, le peuplier, le chêne, le robinier, le saule, l'orme, et des arbres fruitiers. Il est rare de la trouver dans les conifères comme le sapin et le pin. Les larves et les adultes sont souvent trouvés avec le Silvanidae *Uleiota planata*. L'adulte vole pendant la nuit. Cette espèce semble peu commune en France.

Uleiota planata (Linnaeus, 1761)

L'espèce se trouve dans tous les types de boisement hygrophile, mésophile et les forêts thermophiles. La larve se développe sous l'écorce des feuillus morts tels que le châtaignier, le hêtre, le peuplier, le chêne, le robinier, le saule, l'orme, l'aulne, le bouleau, et des arbres fruitiers, mais se retrouve également dans les conifères. L'adulte apparaît surtout en Juillet. L'espèce est répandue et commune en France.

Silvanus bidentatus



Silvanus unidentatus



Uleiota planata



Sphindidae

Les larves de Sphindidae se nourrissent de spores de myxomycètes (protozoaires) et de basidiomycètes (Hurka, 2005). Seules quatre espèces sont présentes en France (Bouyon, 2014b).

Aspidiphorus orbiculatus (Gyllenhal, 1808)

Cette espèce est commune partout en France et en Europe. Elle a été échantillonnée sur la quasi-totalité des sites étudiés. Elle semble cependant sous échantillonnée à l'échelle de la France.

Aspidiphorus orbiculatus



Tenebrionidae

Les Tenebrionidae (à l'exclusion des Alleculinae) comptent plus de 19 000 taxons à travers le monde, et 173 taxons en France (Soldati, 2007). Les adultes sont d'apparence et de taille extrêmement variées. Les espèces sont souvent thermophiles et crépusculaires ou nocturnes. Excepté pour les taxons des steppes et des déserts, les ténébrions vivent dans le bois pourri, les champignons lignicoles, sous les écorces des conifères ou des feuillus, dans les nids de mammifères et d'oiseaux, dans les denrées alimentaires. Tant les adultes que les larves se nourrissent de matières végétales sèches et en décomposition (Hurka, 2005).

Corticeus unicolor Piller & Mitterpacher, 1783

L'insecte se développe principalement dans le bois fraîchement mort de bouleau (*Betula* sp.), hêtre (*Fagus* sp.) et chêne (*Quercus* sp.), et est probablement prédateurs sur les larves de coléoptère du genre *Hylecoetus* sp. et d'autres insectes xylophages. L'espèce paraît répandue et commune en France.

Pseudocistela ceramboides (Linnaeus, 1761)

Les larves se développent dans les parties molles du bois carié de chêne (*Quercus* sp.), de hêtre (*Fagus* sp.). On peut aussi observer l'adulte sous les nids d'oiseaux ; en général, peu d'individus sont observés, parfois sur les fleurs d'aubépines (*Crataegus* sp.). L'insecte a été observé sur le bois de Soevres et la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine). **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Corticeus unicolor



Pseudocistela ceramboides



Throscidae

Ces coléoptères, de petite taille (< à 3,5mm) et fusiformes, sont taxonomiquement proches des Elateridae et des Eucnemidae. Les larves vivent dans la litière (larves terricoles) ou dans les caries de feuillus (larves saproxylophages). Leur développement s'effectuerait sur deux ans, dans un sol riche en humus, et semble associé à des champignons ectomycorhiziens (Hurka, 2005). Cette famille

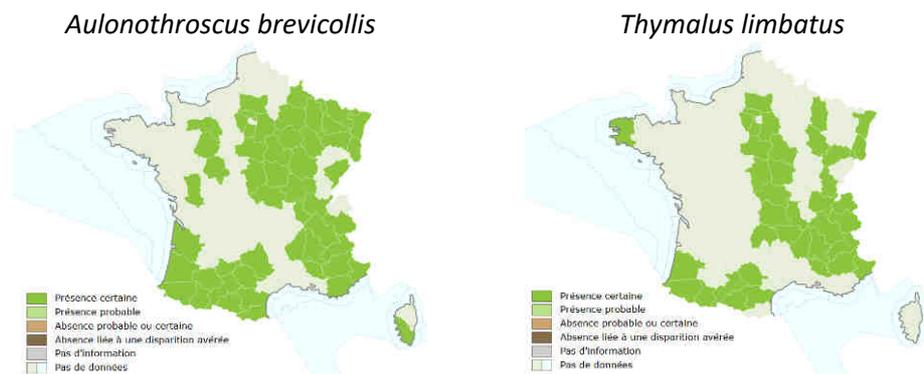
compte environ 150 espèces décrites dans le monde mais seules une quinzaine est connue en France (Leseigneur, 2014).

Aulonothroscus brevicollis (Bonvouloir, 1859)

Les larves se développent sous l'écorce des branches mortes et dans le bois pourri, principalement le chêne (*Quercus* sp.). L'espèce semble commune et répandue en France.

Trixagus carinifrons (Bonvouloir, 1859), *Trixagus dermestoides* (Linnaeus, 1766), *Trixagus leseigneuri* Muona, 2002 et *Trixagus meyhohmi* Leseigneur, 2005

Toutes ces espèces semblent répandues sur le territoire, excepté *Trixagus meyhohmi* qui paraît moins commun.



Trogossitidae

Cette famille regroupe des espèces très variables en forme et en couleur. Elles peuvent être fines et allongées ou à l'inverse larges et plates. Leur taille varie de 4 à 19mm. Larves et adultes sont soit prédatrices soit mycétophages, associés au bois mort. On dénombre une douzaine d'espèces en France.

Thymalus limbatus (Fabricius, 1787)

Il s'agit d'un petit coléoptère Trogossitidae de 4,5 à 6,5mm que l'on rencontre généralement dans les forêts sous les écorces des troncs pourrissant des feuillus et des résineux. Il s'agit d'une espèce mycétophage qui se nourrit de carpophores et de moisissures. On la rencontre toute l'année en écorçant les grumes et les troncs pourrissants. Cet insecte a été observé sur la forêt de Rennes et la forêt de Corbière (Ille-et-Vilaine). Il semble absent d'une grande façade ouest de la France, il n'y était connu que du Finistère jusqu'à présent. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 2 au Nord de la France.**

Zopheridae (= Colydiidae)

Cette famille inclut des espèces de taille très petite (1,5mm) à moyenne (7mm). Elles sont de formes variables, ovales, cylindriques ou aplaties. Les larves et les adultes de la plupart des espèces vivent sous les écorces des bois morts et dans les champignons lignicoles. Les autres vivent dans la litière ou le compost. Cette famille est assez abondante dans le monde avec plus de 1300 taxons décrits ; cependant, en France, elle compte un peu moins d'une trentaine d'espèces connues.

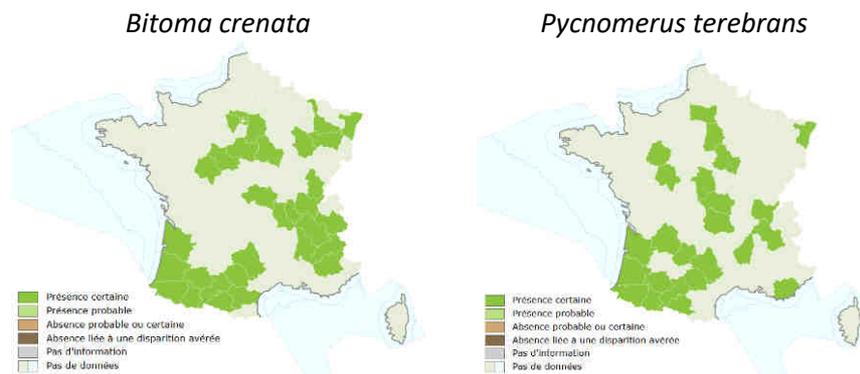
Bitoma crenata (Fabricius, 1775)

L'espèce vit dans les anciens bois pâturés. Elle vit sous l'écorce des hêtres et des chênes morts dans les premiers stades de décomposition et encore séveux. Elle peut aussi être trouvée sur le bouleau, le marronnier d'Inde, et les sycomores. Les larves et les adultes sont grégaires. L'espèce

semble manquer de certaines régions de France et n'était jusque-là pas notée de l'ouest. Plusieurs individus ont été échantillonnés sur la forêt de la Corbière.

Pycnomerus terebrans (Olivier, 1790)

Espèce relique inféodée aux vieilles forêts, rare et à répartition sporadique. Cette espèce est parfois rencontrée en compagnie de la fourmi *Lasius brunneus* (Latreille, 1798) et elle est considérée comme myrmécophile ; en réalité son inféodation aux fourmis paraît peu vraisemblable. Il s'agit tout au plus d'un myrmécophile facultatif plus ou moins toléré par les fourmis. *P. terebrans* vit en réalité dans les vieux arbres morts (chênes, hêtres, châtaigniers en particuliers), au bois décomposé. C'est sans doute un prédateur de microarthropodes (Dajoz, 1977). Un individu a été collecté en forêt de Rennes. **Cette espèce est bio-indicatrice ; il lui a été attribué un indice fonctionnel de 3 et un indice patrimonial de 3 au Nord de la France.**



Iconographie des taxons indicateurs

Présentation des vignettes iconographiques sur les coléoptères saproxyliques bio-indicateurs (Source ONF, iconographie : Pierre Zagatti).

The iconographic card for *Rosalia alpina* (Linné, 1758) contains the following elements:

- 1:** Nom de l'espèce, nom du descripteur et année de description.
- 2:** Photographie de l'habitus de l'espèce.
- 3:** Synthèse des informations connues sur la distribution, la biologie et l'habitat de l'espèce.
- 4:** Cotation de l'indice fonctionnel (lf 1) et de l'indice patrimonial (lp 2).
- 5-9:** Diverses codes et informations supplémentaires situés sur la droite de la carte.

1. Nom de l'espèce, nom du descripteur et année de description.
2. Photographie de l'habitus de l'espèce lorsque celle-ci est disponible.
3. Synthèse des informations connues sur la distribution, la biologie et l'habitat de l'espèce.
4. Cotation de l'indice fonctionnel selon Brustel (2004). Les modalités sont les suivantes :

- lf - : Espèce non évaluée (non cotée)

- **lf 1** : Espèce pionnière dans la dégradation du bois et/ou peu exigeante en terme d'habitat.
- **lf 2** : Espèce exigeante en terme d'habitat : liée aux gros bois, à des essences peu abondantes, demandant une modification particulière et préalable du matériau par d'autres organismes et/ou prédatrice peu spécialisée.
- **lf 3** : Espèce très exigeante dépendante le plus souvent des espèces précédentes ou d'habitats étroits et rares (champignons lignicoles, cavités...).

5. Cotation de l'indice patrimoniale selon Brustel (2004). Les modalités sont les suivantes :

- **lp -** : Espèce non évaluée (non cotée)
- **lp 1** : Espèce commune et largement distribuées (faciles à observer).
- **lp 2** : Espèce peu abondante ou localisée (difficiles à observer).
- **lp 3** : Espèce jamais abondante ou très localisée (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques).
- **lp 4** : Espèces très rares, connues de moins de 5 localités actuelles ou contenues dans un seul département en France.

6. Protection au niveau national selon l'arrêté du 23 avril 2007 :

- **non** : Espèce non protégée.
- **oui** : Espèce protégée.

7. Inscrite en annexe II de la Directive Habitats, Faune, Flore (Directive Européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992). Cette annexe liste les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation. Les modalités sont les suivantes :

- **non** : Espèce non inscrite en annexe II.
- **II** : Espèce non prioritaire inscrite en annexe II.
- **II*** : Espèce prioritaire inscrite en annexe II.

8. Inscrites dans la liste rouge U.I.C.N. des Coléoptères saproxyliques menacés en Europe (Nieto & Alexander, 2010). Dans cette première liste réalisée sur ce groupe fonctionnel, le niveau de menace à l'échelle européenne a été évalué sur une sélection de 436 espèces en utilisant les catégories et les critères de l'U.I.C.N. Les modalités sont les suivantes :

- **NE** : Espèce non évaluée (Not Evaluated).
- **DD** : Données insuffisantes pour l'évaluation (Data Deficient).
- **LC** : Espèce de préoccupation mineure (Least Concern).
- **NT** : Espèce quasi menacée (Near Threatened).

- VU : Espèce vulnérable à l'extinction (Vulnerable).
- EN : Espèce en danger d'extinction (Endangered).
- CR : Espèce en danger critique d'extinction (Critically Endangered).

9. Inscrites dans la liste des 115 espèces relictives de forêts primaires (Urwald relict species) recensées en Allemagne (Müller *et al.*, 2005). Une espèce relicte est une espèce exigeante dont la présence est liée à une continuité de l'état boisé. Même si cette liste n'est pas totalement applicable en France en raison d'un contexte historique et biogéographique différents, il reste un indicateur intéressant pour identifier les espèces relictives françaises. Les modalités sont les suivantes :

- 0 : Espèce non listée.
- 1 : Espèce relicte plus exigeante nécessitant des ressources rares et/ou des structures forestières complexes.
- 2 : Espèce relicte moins exigeante pouvant également se maintenir dans d'autres espaces arborés (bocages, parc urbain...).

Anthribidae

<i>Platyrhinus resinosus</i> (Scopoli, 1763)		If 2	Ip 2
 <p style="font-size: small;">Photo : P. Zagatti</p>	▪ Distribution : Toute la France en plaine et en montagne	PN	non
	▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire	DH	non
	▪ Habitat : Sur branches, souches et troncs de divers feuillus	UICN	NE
	▪ Commentaires : -	RFP	0
		RFP	
		RFP	
		RFP	

<i>Platystomos albinus</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p style="font-size: small;">Photo : P. Zagatti</p>	▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen	PN	non
	▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire	DH	non
	▪ Habitat : Sur branches mortes de divers feuillus	UICN	NE
	▪ Commentaires : -	RFP	0
		RFP	
		RFP	
		RFP	

***Tropideres abirostris* (Schaller, 1783)**



- Distribution : Toute la France en plaine
- Biologie larvaire : Xylophile secondaire
- Habitat : Sur branches mortes de divers feuillus
- Commentaires : -

If 2	Ip 2
	PN
	non
	DH
	non
	UICN
	NE
	RFP
	0

Bothrideridae

***Oxytaenus cylindricus* (Panzer, 1796)**



- Distribution : Plaine et moyenne montagne
- Biologie larvaire : Prédateur ?
- Habitat : Bois cariés de divers feuillus
- Commentaires : -

If 3	Ip 2
	PN
	non
	DH
	non
	UICN
	NE
	RFP
	0

Cerambycidae

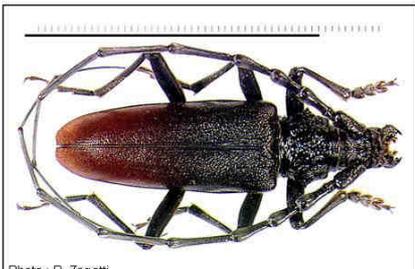
***Anoplodera sexguttata* (Fabricius, 1775)**



- Distribution : Toute le France, plus rare dans le midi
- Biologie larvaire : Xylophile secondaire
- Habitat : Bois de divers feuillus
- Commentaires : -

If 1	Ip 2
	PN
	non
	DH
	non
	UICN
	NE
	RFP
	0

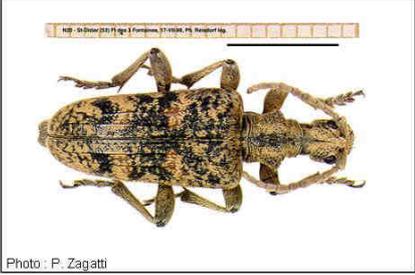
***Cerambyx cerdo* Linné, 1758**



- Distribution : En plaine, surtout dans le midi, plus rare au nord
- Biologie larvaire : Xylophile primaire
- Habitat : Gros bois de chênes (*Quercus* spp.)
- Commentaires : -

If 1	Ip 3
	PN
	oui
	DH
	II
	UICN
	NT
	RFP
	2

<i>Prionus coriarius</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen ▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire ▪ Habitat : Souches de feuillus ▪ Commentaires : - 	<input type="checkbox"/> PN <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> DH <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> UICN <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> RFP <input type="checkbox"/> 0	

<i>Rhagium sycophanta</i> (Schrank, 1781)		If 1	Ip 1
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France, plus rare dans le midi ▪ Biologie larvaire : Xylophile primaire ▪ Habitat : Gros bois de feuillus, préférentiellement sur chêne (<i>Quercus</i> spp.) ▪ Commentaires : - 	<input type="checkbox"/> PN <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> DH <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> UICN <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> RFP <input type="checkbox"/> 0	

Cleridae

<i>Opilo mollis</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : F. Soldati / ONF</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Divers bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	<input type="checkbox"/> PN <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> DH <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> UICN <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> RFP <input type="checkbox"/> 0	

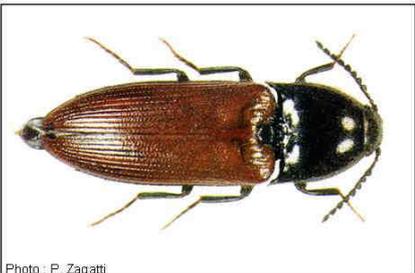
<i>Tillus elongatus</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France, peu fréquent ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Divers bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	<input type="checkbox"/> PN <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> DH <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> UICN <input type="checkbox"/> NE <input type="checkbox"/> RFP <input type="checkbox"/> 0	

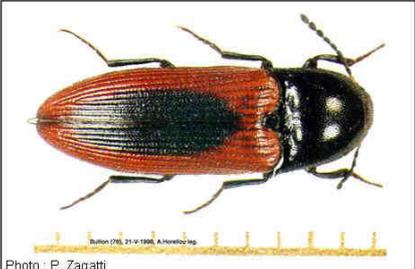
Elateridae

<i>Ampedus elongatulus</i> (Fabricius, 1787)		If 3	Ip 2
 <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France en plaine et montagne ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Divers bois cariés ▪ Commentaires : - 	PN <input type="checkbox"/> non DH <input type="checkbox"/> non UICN <input style="background-color: yellow;" type="checkbox"/> NT RFP <input type="checkbox"/> 0	

<i>Ampedus nigerrimus</i> (Lacordaire, 1835)		If 2	Ip 2
 <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France en plaine ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Carie rouge de diverses essences ▪ Commentaires : - 	PN <input type="checkbox"/> non DH <input type="checkbox"/> non UICN <input style="background-color: yellow;" type="checkbox"/> NT RFP <input type="checkbox"/> 0	

<i>Ampedus nigrinus</i> (Herbst, 1784)		If 3	Ip 3
 <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Photo : F. Soldati</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : En montagne ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Caries rouge de résineux ▪ Commentaires : - 	PN <input type="checkbox"/> non DH <input type="checkbox"/> non UICN <input type="checkbox"/> LC RFP <input type="checkbox"/> 0	

<i>Ampedus pomorum</i> (Herbst, 1784)		If 2	Ip 2
 <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France en plaine et montagne ▪ Biologie larvaire : Prédateur ? ▪ Habitat : Bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN <input type="checkbox"/> non DH <input type="checkbox"/> non UICN <input type="checkbox"/> LC RFP <input type="checkbox"/> 0	

<i>Ampedus sanguinolentus</i> (Schrank, 1776)		If 3	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France en plaine, localisé ▪ Biologie larvaire : Prédateur ? ▪ Habitat : Bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Hypogamus inunctus</i> (Panzer, 1795)		If 3	Ip 3
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : En montagne et plaine au nord ▪ Biologie larvaire : Prédateur ? ▪ Habitat : Divers bois cariés et cavités ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Stenagostus rhombeus</i> (Olivier, 1790)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France sauf méditerranée ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Divers bois cariés et cavités ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

Eucnemidae

<i>Dromaeolus barnabita</i> (Villa, 1837)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : En plaine ▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire ▪ Habitat : Bois mort de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Hylis cariniceps</i> (Reiter, 1902)		If 2	Ip 3
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Etage collinéen sauf zone méditerranéenne. Rare. ▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire ▪ Habitat : Bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

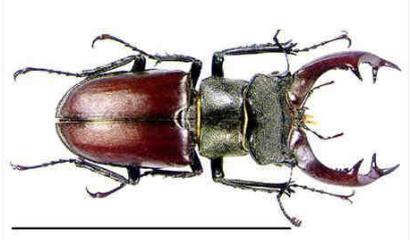
<i>Hylis olexai</i> (Palm, 1955)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France en plaine et montagne ▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire ▪ Habitat : Divers bois cariés ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

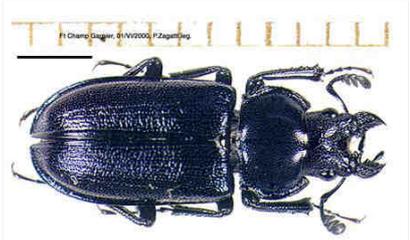
<i>Microrhagus pygmaeus</i> (Fabricius, 1792)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen ▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire ▪ Habitat : Bois morts de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

Histeridae

<i>Plegaderus dissectus</i> Erichson, 1839		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Montagne et plaine sauf zone méditerranéenne ▪ Biologie larvaire : Prédateur ▪ Habitat : Dans terreau sous écorce ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		NE	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

Lucanidae

<i>Lucanus cervus</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute le France en plaine, plus commune dans le sud ▪ Biologie larvaire : Saproxylophage ▪ Habitat : Souches de feuillus cariés ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		II	<input checked="" type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		NT	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Platycerus caraboides</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen ▪ Biologie larvaire : Saproxylophage ▪ Habitat : Gros bois de feuillus cariés ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

Melandryidae

<i>Hypulus quercinus</i> (Quensel, 1790)		If 3	Ip 3
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : En plaine et montagne, localisé ▪ Biologie larvaire : Saproxylophage ▪ Habitat : Gros bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		NE	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Melandrya caraboides</i> (Linné, 1760)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France sauf méditerranée ▪ Biologie larvaire : Xylophile secondaire ▪ Habitat : Gros bois de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		NE	<input type="checkbox"/>
RFP	<input type="checkbox"/>		
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Orchesia minor</i> Walker, 1837		If 3	Ip 2
 <p>Photo : F. Soldati</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : En montagne et plaine au nord ▪ Biologie larvaire : Mycétophage ▪ Habitat : Tiges sèches et carpophores de champignons lignicoles ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		NE	<input type="checkbox"/>
		RFP	<input type="checkbox"/>
		0	<input type="checkbox"/>

Mycetophagidae

<i>Mycetophagus piceus</i> (Fabricius, 1777)		If 3	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen ▪ Biologie larvaire : Mycétophage ▪ Habitat : Caries rouges de chênes (<i>Quercus</i> spp.) ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
		RFP	<input type="checkbox"/>
		0	<input type="checkbox"/>

<i>Triphyllus bicolor</i> (Fabricius, 1777)		If 3	Ip 2
 <p>1 mm Photo : F. Soldati</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen ▪ Biologie larvaire : Mycétophage ▪ Habitat : Carpophores de champignons lignicoles sur feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		LC	<input type="checkbox"/>
		RFP	<input type="checkbox"/>
		0	<input type="checkbox"/>

Scarabeidae - Trichiinae

<i>Gnorimus variabilis</i> (Linné, 1758)		If 2	Ip 2
 <p>Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France à l'étage collinéen ▪ Biologie larvaire : Saproxylophage ▪ Habitat : Cavités et gros bois cariés de feuillus ▪ Commentaires : - 	PN	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		DH	<input type="checkbox"/>
		non	<input type="checkbox"/>
		UICN	<input type="checkbox"/>
		NT	<input type="checkbox"/>
		RFP	<input type="checkbox"/>
		0	<input type="checkbox"/>

Tenebrionidae

<p><i>Pseudocistela ceramboides</i> (Linné, 1761)</p>  <p style="font-size: small;">Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France en plaine et montagne ▪ Biologie larvaire : Saproxylophage ▪ Habitat : Divers bois cariés ▪ Commentaires : - 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">If 3</td> <td style="width: 50%;">Ip 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>non</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>non</td> </tr> <tr> <td></td> <td>UICN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RFP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> </tr> </table>	If 3	Ip 2		PN		non		DH		non		UICN		NE		RFP		0
If 3	Ip 2																			
	PN																			
	non																			
	DH																			
	non																			
	UICN																			
	NE																			
	RFP																			
	0																			

Trogossitidae

<p><i>Thymalus limbatus</i> (Fabricius, 1787)</p>  <p style="font-size: small;">Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : Toute la France, localisé ▪ Biologie larvaire : Mycétophage ▪ Habitat : Carpophore et sous écorces de diverses essences ▪ Commentaires : - 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">If 3</td> <td style="width: 50%;">Ip 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>non</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>non</td> </tr> <tr> <td></td> <td>UICN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>LC</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RFP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> </tr> </table>	If 3	Ip 2		PN		non		DH		non		UICN		LC		RFP		0
If 3	Ip 2																			
	PN																			
	non																			
	DH																			
	non																			
	UICN																			
	LC																			
	RFP																			
	0																			

Zopheridae

<p><i>Pycnomerus tenebrans</i> (Olivier, 1790)</p>  <p style="font-size: small;">Photo : P. Zagatti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribution : En plaine, plus rare dans le nord ▪ Biologie larvaire : Saproxylophage ? ▪ Habitat : Bois cariés de feuillus avec fourmis (<i>Lasius</i> spp.) ▪ Commentaires : - 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">If 3</td> <td style="width: 50%;">Ip 3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>non</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>non</td> </tr> <tr> <td></td> <td>UICN</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RFP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> </tr> </table>	If 3	Ip 3		PN		non		DH		non		UICN		NE		RFP		0
If 3	Ip 3																			
	PN																			
	non																			
	DH																			
	non																			
	UICN																			
	NE																			
	RFP																			
	0																			

Bilan sur le cortège saproxylique

Le tableau ci-dessous présente la liste des coléoptères saproxyliques pour chaque forêt étudiée. Il inclue les données acquises dans le cadre de ce travail ainsi que les données issues de la base de données du Gretia, principalement pour les sites de la forêt domaniale de Rennes et la forêt de la Corbière.

Taxon	FD De Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD Du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD De Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt De Quénécan	Bois de Pont Sal
Anthribidae											
1. <i>Platyrhinus resinosus</i>								1			1
2. <i>Platystomos albinus</i>						1		1			
3. <i>Tropideres albirostris</i>							1				
Biphyllidae											
4. <i>Diplocoelus fagi</i>				1	1			1			1
Bostrichidae											
5. <i>Bostrichus capucinus</i>										1	
Bothrideridae											
6. <i>Oxyaemus cylindricus</i>								1			
Buprestidae											
7. <i>Agrilus biguttatus</i>	1							1			
8. <i>Agrilus olivicolor</i>						1					
9. <i>Agrilus obscuricollis</i>								1			
Cerambycidae											
10. <i>Alosterna tabacicolor</i>					1	1	1	1			
11. <i>Anoplodera sexguttata</i>						1	1	1			
12. <i>Cerambyx cerdo</i>							1		1		
13. <i>Clytus arietis</i>	1			1	1		1	1		1	
14. <i>Exocentrus adpersus</i>							1	1			
15. <i>Grammoptera ruficornis</i>	1	1		1	1	1	1	1	1	1	
16. <i>Leiopus femoratus</i>							1			1	
17. <i>Leiopus nebulosus</i>	1			1			1	1	1		
18. <i>Leptura aurulenta</i>				1			1		1		
19. <i>Leptura quadrifasciata</i>	1						1	1			
20. <i>Mesosa nebulosa</i>				1			1				
21. <i>Pachytodes cerambyciformis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
22. <i>Phymatodes testaceus</i>	1	1		1		1	1	1			
23. <i>Prionus coriarius</i>							1				
24. <i>Pyrrhidium sanguineum</i>	1			1		1	1				
25. <i>Rhagium bifasciatum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
26. <i>Rhagium sycophanta</i>	1			1			1	1	1		
27. <i>Rutpela maculata</i>	1	1		1		1	1	1		1	1
28. <i>Stenurella melanura</i>	1			1		1	1	1	1		
29. <i>Stictoleptura rubra</i>	1	1	1	1			1	1	1		
30. <i>Stictoleptura scutellata</i>						1					
31. <i>Dinoptera collaris</i>						1	1				
32. <i>Leptura aethiops</i>						1	1				
33. <i>Poecilium alni</i>						1	1				

Taxon	FD De Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD Du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD De Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt De Quénécan	Bois de Pont Sal
34. Pogonocherus hispidus						1	1	1			
35. Tetroops praeustus						1	1	1			
36. Acanthocinus aedilis							1				
37. Acanthocinus griseus							1				
38. Anaesthetis testacea							1				
39. Anaglyptus mysticus							1				
40. Anastrangalia sanguinolenta							1				
41. Arhopalus rusticus							1				
42. Asemum striatum							1	1			
43. Chlorophorus sartor							1				
44. Ergates faber							1				
45. Glaphyra umbellatarum							1				
46. Hylotrupes bajulus							1				
47. Lamia textor							1				
48. Molorchus minor							1				
49. Monochamus galloprovincialis							1				
50. Oberea linearis							1				
51. Oberea oculata							1				
52. Oberea pupillata							1				
53. Obrium brunneum							1				
54. Plagionotus arcuatus							1				
55. Plagionotus detritus							1				
56. Poecilium lividum							1				
57. Pogonocherus decoratus							1				
58. Pogonocherus ovatus							1				
59. Pseudovadonia livida							1				
60. Rhagium inquisitor							1	1			
61. Rhagium mordax							1				
62. Rusticoclytus rusticus							1				
63. Saperda carcharias							1				
64. Saperda populnea							1				
65. Saperda scalaris							1				
66. Stenopterus rufus							1				
67. Stenostola dubia							1				
68. Stenurella bifasciata							1				
69. Stenurella nigra							1				
70. Stictoleptura fontenayi							1				
71. Stictoleptura fulva							1				
72. Tetropium castaneum							1				
73. Xylotrechus antilope							1				
74. Xylotrechus arvicola								1			
75. Anastrangalia dubia				1							
Cerylonidae											
76. Cerylon ferrugineum		1			1		1	1			

Taxon	FD De Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD Du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD De Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt De Quénécan	Bois de Pont Sal
77. Cerylon histeroideus		1		1	1	1	1	1	1	1	
Cleridae											
78. Korynetes caeruleus								1			
79. Opilo mollis				1					1		
80. Thanasimus formicarius	1	1		1	1		1	1	1		
81. Clerus mutillarius							1				
82. Tarsostenus carus							1				
83. Thanasimus femoralis							1				
84. Tillus elongatus							1				
Cucujidae											
80. Pediacus dermestoides	1	1			1			1			
Curculionidae											
81. Acalles misellus											1
82. Acalles ptinoides	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
83. Anisandrus dispar	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
84. Cyclorhipidion bodoanum						1	1	1			
85. Dryocoetes autographus	1							1			
86. Dryocoetes villosus	1	1						1		1	
87. Ernoporicus fagi				1						1	
88. Gnathotrichus materiarius									1		
89. Hylastes attenuatus	1										
90. Hylastinus obscurus								1			
91. Hylesinus varius				1							
92. Hylobius abietis							1	1	1		
93. Magdalis flavicornis		1					1	1			
94. Orthotomicus erosus								1			
95. Orthotomicus laricis								1			
96. Palaeocalles roboris		1		1		1			1	1	1
97. Pityophthorus pityographus		1									
98. Platypus cylindrus						1	1	1			
99. Polygraphus poligraphus							1				
100. Scolytus intricatus		1									
101. Taphrorychus bicolor							1	1			
102. Taphrorychus villifrons							1	1			
103. Trachodes hispidus				1			1			1	
104. Trypodendron domesticum	1			1	1	1	1	1	1	1	1
105. Trypodendron signatum							1	1			
106. Xyleborinus saxesenii	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
107. Xyleborus dryographus		1			1			1			1
108. Xyleborus monographus						1		1			1
109. Xylosandrus germanus	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
Elateridae											
110. Ampedus balteatus							1	1			
111. Ampedus elongatulus							1	1	1		

Taxon	FD De Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD Du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD De Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt De Quénécan	Bois de Pont Sal
112. <i>Ampedus nigerrimus</i>		1				1	1	1	1	1	
113. <i>Ampedus nigrinus</i>		1								1	
114. <i>Ampedus pomorum</i>				1	1	1	1	1		1	
115. <i>Ampedus quercicola</i>		1		1	1	1	1	1		1	
116. <i>Ampedus sanguinolentus</i>							1				
117. <i>Anostirus purpureus</i>							1				
118. <i>Calambus bipustulatus</i>		1			1		1		1		
119. <i>Denticollis linearis</i>	1	1	1	1	1		1				
120. <i>Hemicrepidius hirtus</i>	1	1					1	1			
121. <i>Hypoganus inunctus</i>	1							1			
122. <i>Melanotus villosus</i>	1	1			1	1	1	1	1	1	1
123. <i>Stenagostus rhombeus</i>		1		1	1	1		1	1		
Endomychidae											
124. <i>Lycoperdina bovistae</i>						1					
Erotylidae											
125. <i>Dacne bipustulata</i>											1
126. <i>Triplax lepida</i>								1			
Eucnemidae											
127. <i>Hylis cariniceps</i>						1					
128. <i>Hylis olexai</i>							1				
129. <i>Melasis buprestoides</i>	1							1	1	1	
130. <i>Microrhagus pygmaeus</i>		1			1	1	1	1	1		1
Histeridae											
131. <i>Abraeus perpusillus</i>	1				1		1	1	1	1	
132. <i>Paromalus flavicornis</i>					1	1	1	1			
133. <i>Plegaderus dissectus</i>							1				
134. <i>Plegaderus vulneratus</i>		1									
Hydrophilidae											
135. <i>Sphaeridium lunatum</i>	1										
Laemophloeidae											
136. <i>Cryptolestes duplicatus</i>						1		1			
137. <i>Cryptolestes ferrugineus</i>	1										
138. <i>Placonotus testaceus</i>								1			
Leiodidae											
139. <i>Anisotoma humeralis</i>	1	1		1		1	1	1	1		
Lucanidae											
140. <i>Lucanus cervus</i>								1	1		
141. <i>Platycerus caraboides</i>							1	1	1		
142. <i>Dorcus parallelipedus</i>								1			
Malachiidae											
143. <i>Malachius bipustulatus</i>	1							1			
Melandryidae											
144. <i>Melandrya caraboides</i>	1										
145. <i>Orchesia minor</i>				1							

Taxon	FD De Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD Du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD De Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt De Quénécan	Bois de Pont Sal
146. Orchesia undulata	1	1		1	1		1	1	1	1	
147. Abdera biflexuosa								1			
Monotomidae											
148. Rhizophagus bipustulatus	1	1		1		1	1	1		1	1
149. Rhizophagus cribratus	1							1			
150. Rhizophagus depressus	1							1	1		
151. Rhizophagus fenestralis								1			
152. Rhizophagus ferrugineus	1					1		1			
153. Rhizophagus nitidulus	1										
154. Rhizophagus parallellocollis	1										
155. Rhizophagus perforatus	1							1			
Mycetophagidae											
156. Eulagius filicornis								1			
157. Litargus connexus	1					1	1	1			1
158. Mycetophagus atomarius								1		1	
159. Mycetophagus piceus	1						1	1			1
160. Mycetophagus quadripustulatus								1			
161. Triphyllus bicolor								1			
Nitidulidae											
162. Cryptarcha strigata								1			
163. Glischrochilus hortensis	1							1			
164. Glischrochilus quadriguttatus	1							1			
165. Soronia grisea	1										
Phloiophilidae											
166. Phloiophilus edwardsii										1	
Ptinidae											
167. Dryophilus anobioides	1										
168. Grynobius planus	1										
169. Hadrobregmus denticollis								1			
170. Hemicoeelus costatus						1		1			
171. Hemicoeelus fulvicornis								1			
172. Ptilinus pectinicornis	1	1							1	1	
173. Ptinomorphus imperialis								1			
174. Xestobium rufovillosum								1			
Pyrochroidae											
175. Pyrochroa coccinea					1			1			
176. Pyrochroa serraticornis	1										1
Salpingidae											
177. Rabocerus foveolatus	1					1					
178. Salpingus planirostris	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
179. Salpingus ruficollis	1			1	1	1	1	1	1	1	1
180. Salpingus tapirus						1					
181. Vincenzellus ruficollis	1										
Scarabaeidae											

Taxon	FD De Beffou	Bois du Chap	Ménez Meur	FD Du Cranou	Bois du Stangala	Bois de Soeuvres	FD De Rennes	Forêt de la Corbière	Bois de Trémelin	Forêt De Quénécan	Bois de Pont Sal
182. Cetonia aurata							1	1			
183. Gnorimus variabilis									1		
Scaptiidae											
184. Anaspis pulicaria			1								
Silvanidae											
185. Silvanoprus fagi								1			
186. Silvanus bidentatus		1						1			
187. Silvanus unidentatus	1			1				1			
188. Uleiota planatus	1	1				1	1	1		1	
Sphindidae											
189. Aspidiphorus orbiculatus	1	1		1	1	1	1	1	1		1
Staphylinidae											
190. Batrisus formicarius							1				
191. Brachygluta fossulata	1							1	1		1
192. Bryaxis curtisii	1	1		1			1			1	
193. Cephennium gallicum		1									
194. Scaphidium quadrimaculatum				1	1	1	1	1	1	1	1
Tenebrionidae											
195. Corticeus unicolor						1	1	1			
196. Diaperis boleti						1					
197. Mycetochara maura								1			
198. Nalassus laevioctostriatus	1			1			1				
199. Pseudocistela ceramboides						1		1			
Throscidae											
200. Aulonothroscus brevicollis						1	1	1			
Trogossitidae											
201. Thymalus limbatus								1			
Zopheridae											
202. Bitoma crenata	1							1			
203. Colydium elongatum								1			
204. Pycnomerus terebrans							1				
205. Synchita humeralis								1			
206. Synchita undata								1			
Total	62	40	5	42	31	54	119	112	39	33	25
Dont bio-indicateurs	4	6	0	5	4	10	26	18	11	3	3
Nb Ip 3	1	2	0	0	1	1	4	1	2	1	0
Nb Ip2	2	4	0	4	3	9	20	16	8	2	3
Pression d'échantillonnage	+++	+	+/-	++	++	++	++	+++	++	++	++

Un total de 206 coléoptères saproxyliques a été observé sur l'intégralité des sites étudiés. Parmi ces derniers, 43 font partis des coléoptères bio-indicateurs. 23 ont un indice fonctionnel (If) égal à 2. Ces espèces sont exigeantes en termes d'habitats (bois mort, stade de décomposition, essence). 12 espèces ont un indice fonctionnel de 3, ce sont les plus exigeantes, dépendantes des espèces précédentes (prédateurs) ou bien d'habitats rares (champignons, terreau de cavités, gros

bois...). Enfin 8 espèces ont un indice fonctionnel de 1, ce sont des espèces pionnières peu exigeantes en termes d'habitats.

En ce qui concerne la patrimonialité (Ip), la majorité des taxons indicateurs (34) ont un indice de 2. Ces espèces sont considérées à l'échelle nationale comme peu communes à assez rares. 7 ont un indice de 3, elles ne sont jamais abondantes et localisées. Aucun taxon avec un indice de 4 n'a été observé.

La pression d'échantillonnage n'étant pas équivalente sur chacun des sites (nombre de piège/nombre de stations), il est plus difficile de les comparer les uns aux autres. Cependant, avec une pression moyenne mais des données bibliographiques assez importantes, la forêt de Rennes abrite près de 120 espèces de coléoptères saproxyliques dont 26 sont bio-indicateurs. Sur la forêt de la Corbière, avec une pression plus forte, il a été identifié plus de 110 taxons saproxyliques dont 18 bio-indicateurs. Ces deux massifs forestiers, de grandes tailles, apparaissent ici comme les plus intéressants en termes de cortèges saproxyliques.

Les bois de Soevres et de Trémelin, avec certes moins d'espèces saproxyliques (respectivement 54 et 39) sont intéressants car $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{4}$ de leurs taxons sont bio-indicateurs.

La forêt départementale de Beffou, bien qu'abritant 62 espèces inventoriées, ne compte que 4 espèces bio-indicatrices.

Sur les bois du Chap, du Stangala, la forêt domaniale du Cranou et la forêt de Quénécan, de 30 à 40 espèces saproxyliques ont été observées dont seulement 3 à 6 sont bio-indicatrices.

Seulement 25 coléoptères saproxyliques ont été échantillonnés sur le bois de Pont Sal dont 3 sont bio-indicateurs.

Enfin, sur le domaine de Ménez Meur, le site étudié avec la plus faible pression d'échantillonnage, seules 5 espèces saproxyliques ont été inventoriées dont aucune n'est bio-indicatrice.

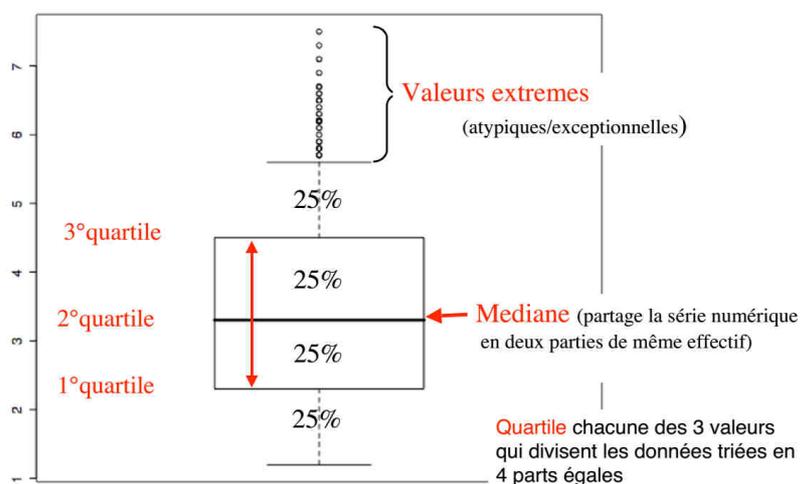
Cependant, l'intérêt d'un site ne doit pas être évalué qu'au regard de sa richesse en coléoptères saproxyliques indicateurs ou non. En effet, des taxons patrimoniaux, tel que *Ampedus nigrinus* (Ip 3), ont pu être observés sur la forêt de Quénécan ou encore le bois du Chap.

Analyse de la faune du sol forestier (Araneae/Coleoptera Carabidae) à l'aide du protocole standardisé (pots-pièges type « Barber »)

Avant-propos :

Afin de travailler sur ce que l'on nomme les traits d'histoire de vie des espèces, des bases de données renseignant les préférences d'habitats des espèces d'araignées et de carabiques ont été réalisées. Ces bases ont été complétées à l'aide des ouvrages suivants pour les araignées (Buchar & Ružicka, 2002; Harvey et al., 2002) et (Luff, 1998; Luff et al., 2007) pour les carabiques. Ainsi, pour les araignées et les carabiques, 3 grands types d'habitats ont été définis : les espèces forestières généralistes / spécialistes, les espèces généralistes, et les espèces liées aux milieux ouverts.

La plupart des graphiques suivants sont ce que l'on appelle des « boîtes à moustaches » ou « boîte de Tukey ». Ils ne représentent pas comme on a l'habitude de le faire la moyenne et ses écarts types, mais la médiane et la distribution des différentes valeurs de part et d'autre de cette médiane. La distribution des effectifs est divisée en quatre parts égales représentant 25% des effectifs. A cela peuvent s'ajouter des valeurs extrêmes, également appelées « outlayer » (figure ci-dessous).



Représentation schématique d'un graphique de type « boîte à moustaches »

L'indice de rareté (Isr, Index of summed rarity) (Leroy et al., 2012) a été mesuré uniquement pour les araignées grâce à la base de données de l'atlas des araignées armoricaines (Courtial & Pétilion, comm. pers.). Celui-ci n'a pu être mesuré pour les carabiques par absence d'une base suffisamment renseignée. La mesure de l'indice par parcelle n'a été réalisée que sur le cortège global ; en effet, si la richesse spécifique est inférieure à 10, le calcul de l'indice est moins précis (Boris Leroy comm. pers.). La base de données « forêt » a pu être incrémentée par les observations en provenance de la thèse de Loïs Morel permettant ainsi de rajouter 5 massifs forestiers à l'analyse. De plus, l'Espace Naturel Sensible de la Vallée du Léguer (CD22), site forestier échantillonné de façon standardisée en 2015, a pu lui aussi être ajouté.

Enfin, des **espèces d'araignées et de carabiques « caractéristiques » par essences** ont été définies par la méthode de « l'Indicator Value » développée par (Dufrêne & Legendre, 1997) et complétée par (De Cáceres et al., 2010).

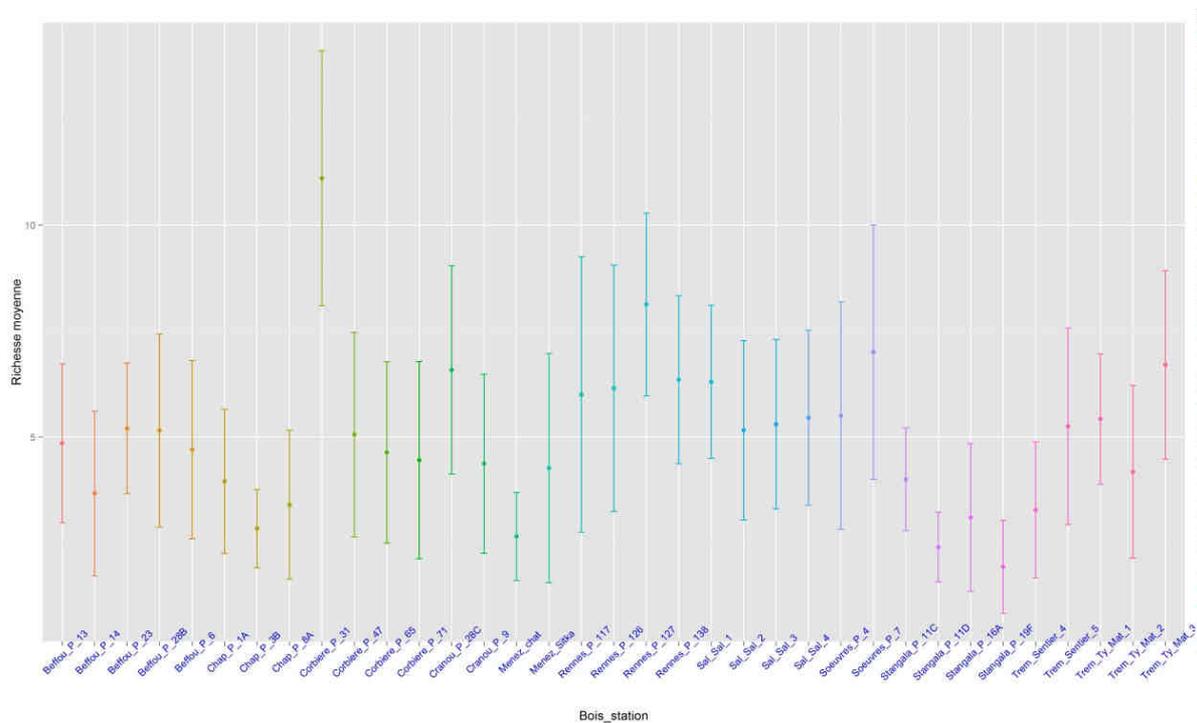
Toutes les analyses ont été conduites sous le logiciel R à l'aide des packages *Rarity* et *Indicspecies*. Les graphiques ont été réalisés à l'aide du package *ggplot2*.

Les analyses se basent exclusivement sur l'échantillonnage par pot-pièges. Les pièges non fonctionnels (bouchés ou retournés par des animaux) ont été supprimés de l'analyse. Seuls les relevés du printemps ont été conservés afin de soustraire les biais dû à l'activité saisonnière des espèces. Pour les analyses concernant les araignées, les deux stations de la forêt de Quénécan ont été supprimées : les pièges ayant été très souvent remplis de géotrupes, les araignées ont pu s'extraire de ces derniers grâce à leur fil de sécurité. Ce ne fut pas le cas pour les carabiques qui ont tout de même pu être échantillonnés de façon convenable sur ces deux stations.

Au total, 152 pièges répartis sur 38 stations ont permis d'échantillonner 7525 araignées (hors stades immatures) et 3726 carabiques appartenant respectivement à 124 et 63 espèces.

Richesses et abondances par station

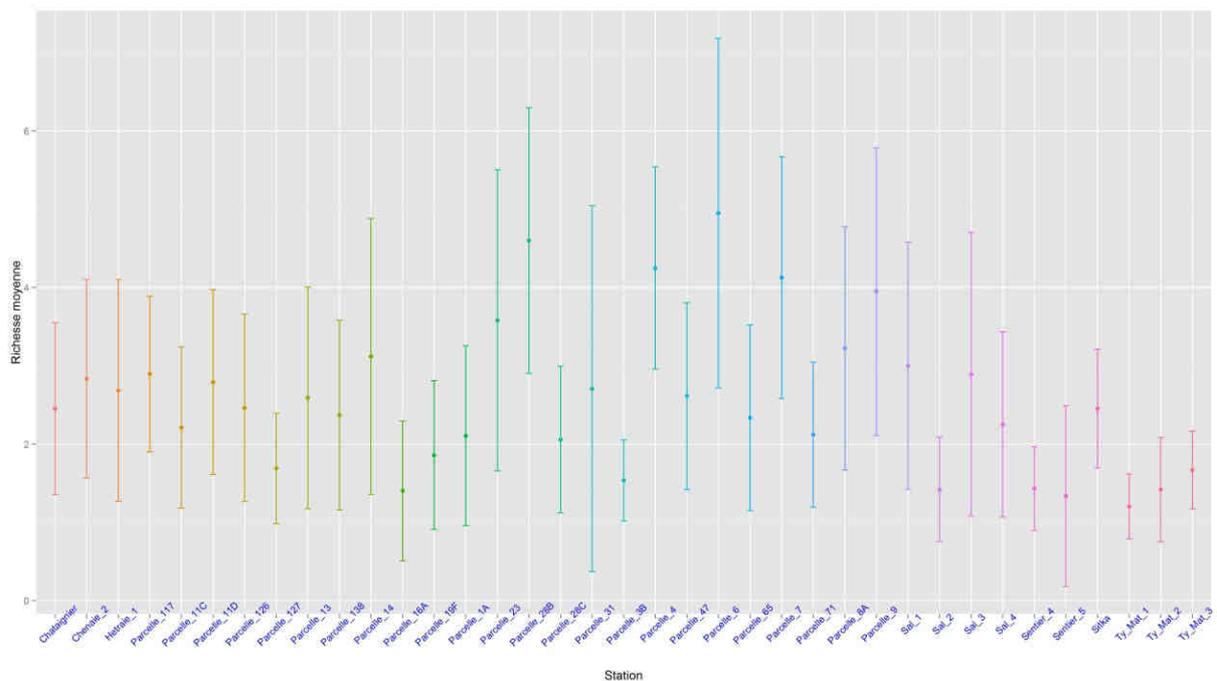
Araignées



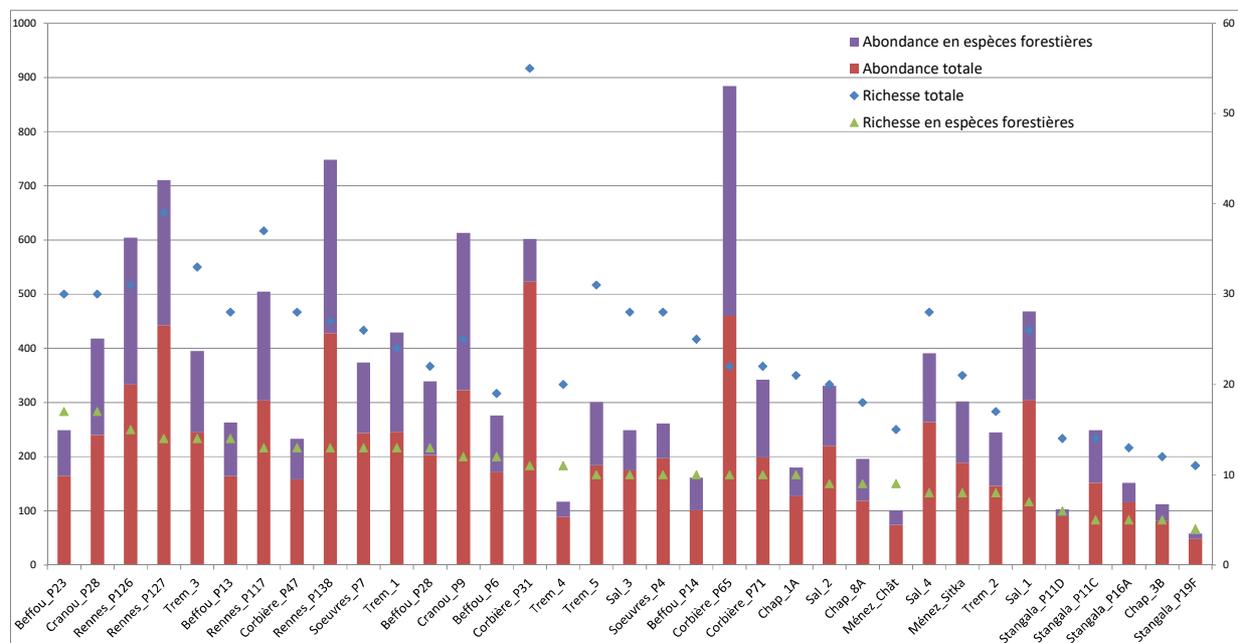
Richesse moyenne en araignées observée par station par la méthode des pots-pièges

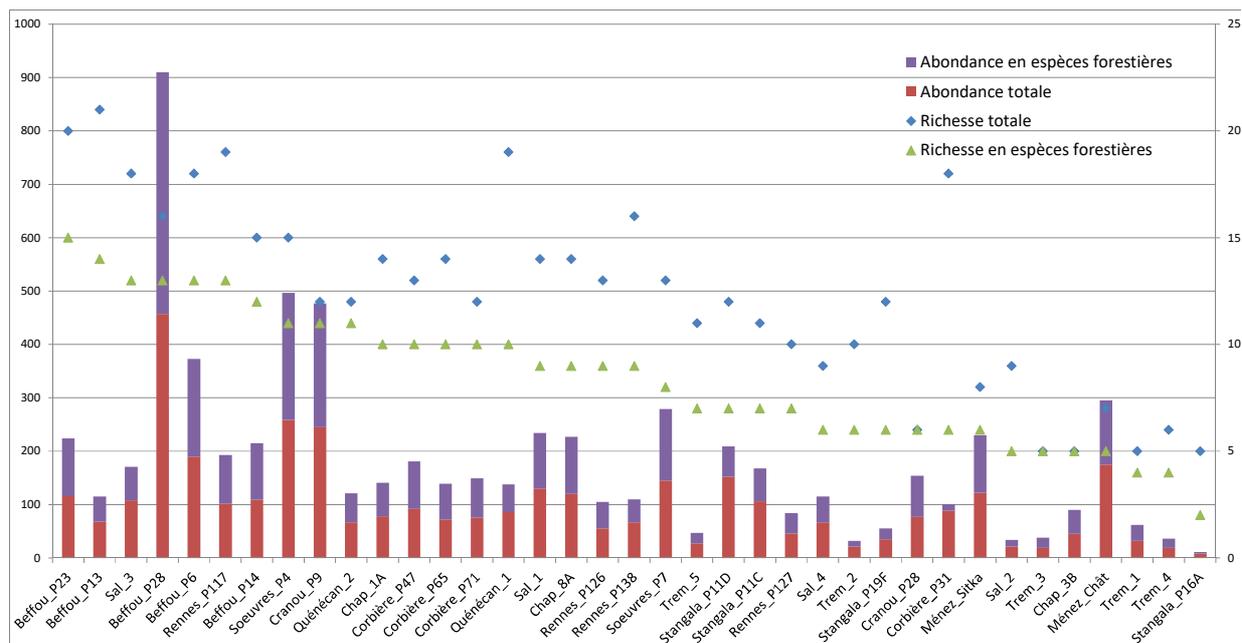
Les richesses moyennes les plus basses sont observées sur les parcelles 11C et 16A (bois du Stangala), 3B (bois du Chap) et la parcelle de châtaignier à Ménez Meur. Les richesses moyennes les plus élevées sont observées sur les parcelles 31 (forêt de la Corbière) et la parcelle 127 (FD de Rennes).

Carabiques



Les richesses moyennes les plus basses sont observées sur les parcelles du bois de Trémelin, la station 2 du bois de Pont Sal, la parcelle 16 A (bois du Stangala) et la parcelle 3B (bois du Chap). Les richesses moyennes les plus élevées sont observées sur les parcelles 65 (forêt de la Corbière), la parcelle 28 (FD de Beffou), les parcelles 4 et 7 (bois de Soeuvres) et la parcelle 9 (FD du Cranou).





Représentation graphique de l'abondance totale et en espèces forestières, et de la richesse spécifique totale et en espèces forestières. Cas des Carabidés.

A pression d'échantillonnage égale, les deux graphiques précédents mettent en évidence un groupe de stations avec une richesse globale et une richesse en taxons forestiers importante. Ces stations sont les suivantes :

Forêt de Beffou : parcelle 13 et 23 (araignées et carabiques), 6, 28 (carabiques) ;

Forêt domaniale du Cranou : parcelle 28 (araignées) ;

Forêt domaniale de Rennes : parcelle 126, 127 (araignées), 117 (carabiques) ;

Bois de Trémelin : station 3 (araignées) ;

Bois de Pont Sal : station 3 (carabiques).

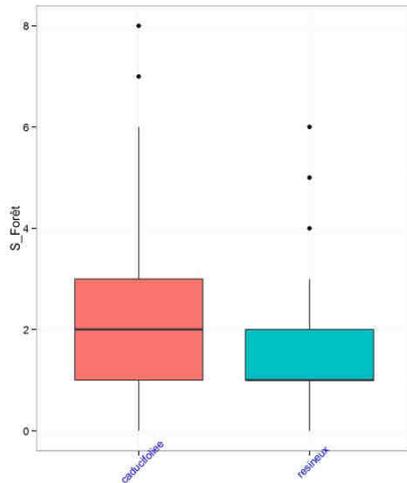
En termes de richesse et d'abondance, les stations étudiées sur les forêts de Rennes (Ille-et-Vilaine) et de Beffou (Côtes d'Armor) apparaissent comme les plus intéressantes.

Effets des variables forestières

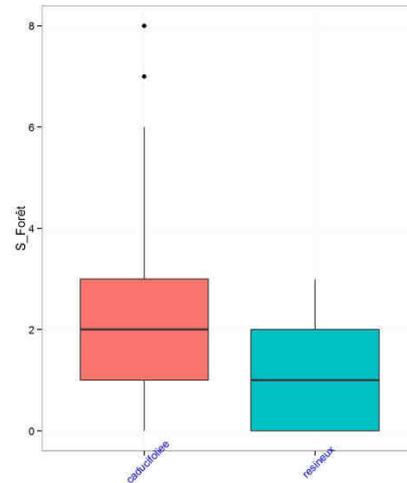
Influence du groupement feuillu / résineux

Araignées et carabiques

Les deux graphiques suivants présentent la variable « richesse » en araignées et carabiques forestiers en parcelles feuillues et résineuses. On y observe clairement une richesse supérieure sur les parcelles feuillues (chêne, hêtre et châtaignier) par rapport aux zones en résineux (épicéas de Sitka, cyprès et pins).



Boite à moustache de la richesse en araignées forestières entre résineux et feuillus

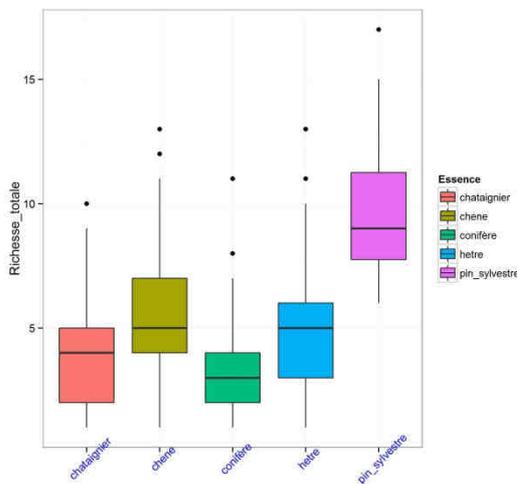


Boite à moustache de la richesse en carabiques forestiers entre résineux et feuillus

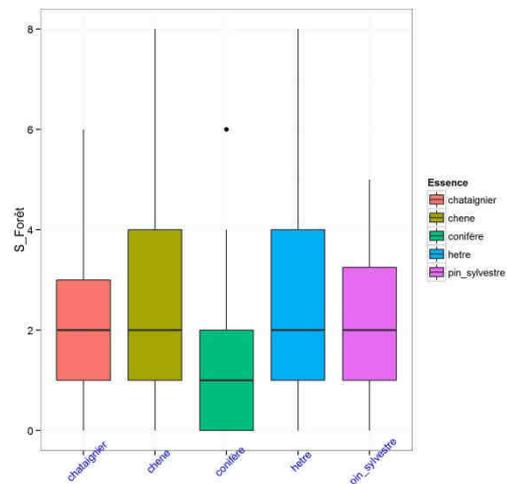
Influence des essences

Araignées

Si l'on choisit d'observer la richesse globale ou celle des espèces forestières selon l'essence, la lecture des résultats est bien différente. Selon la richesse globale, les parcelles plantées en pins paraissent nettement plus riches que les parcelles de feuillus ou les autres parcelles enrésinées. Si l'on ne tient compte que des espèces forestières, les parcelles feuillues (chêne et hêtre) sont légèrement plus riches que les autres. De façon générale, les parcelles plantées en épicéas ou cyprès (regroupées en « conifère ») sont toujours pauvres en araignées.

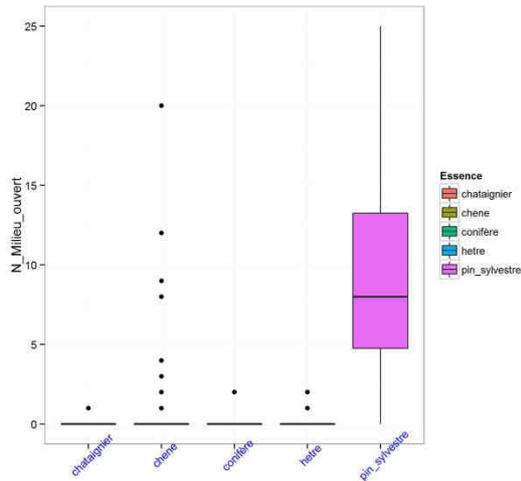


Boite à moustache de la richesse totale en araignées selon les essences



Boite à moustache de la richesse en araignées forestières selon les essences

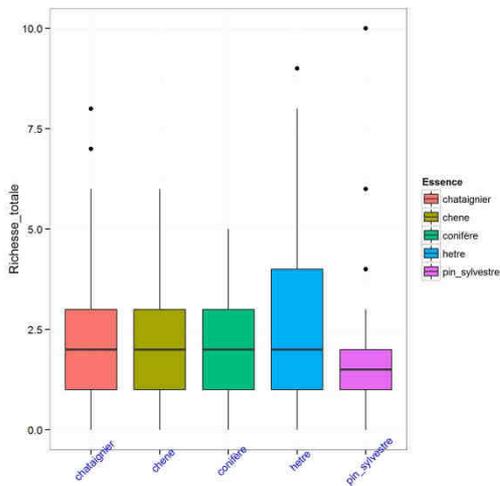
Si l'on tient compte des espèces de milieux ouverts (figure ci-dessous), on observe que ces espèces sont quasi exclusives de parcelles de pins et ne sont qu'accidentellement observées ailleurs.



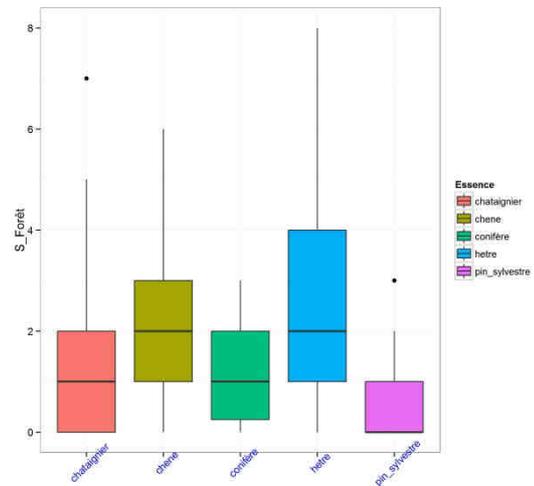
Boite à moustache de la richesse en araignées de milieux ouverts selon les essences

Carabiques

Des différences au sein de la richesse globale en carabiques sont plus difficiles à cerner (figure ci-dessous). Cependant, en observant exclusivement la richesse en carabiques forestiers, les parcelles de feuillus (chêne et hêtre) paraissent nettement plus riches que les autres parcelles (pins, autres conifères et châtaigniers).



Boite à moustache de la richesse totale en Carabiques selon les essences



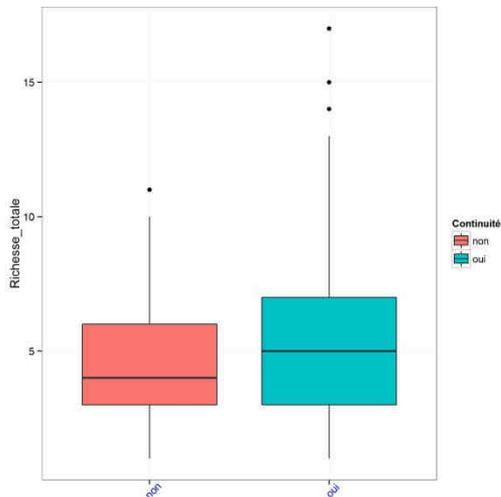
Boite à moustache de la richesse en Carabiques forestiers selon les essences

Influence de la continuité temporelle de l'état boisée

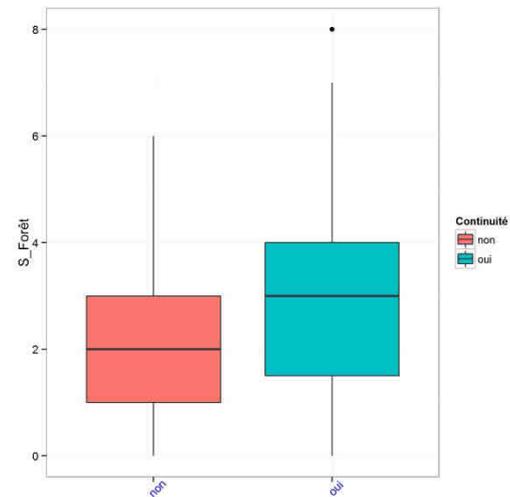
Pour rappel, on parle de « continuité temporelle de l'état boisé » pour des parcelles n'ayant jamais été défrichées (forêt ancienne), ce qui correspond généralement à des peuplements qui n'ont pas subi de discontinuité depuis au moins 200 ans, ce qui peut être évalué à partir des cartes d'Etat-major et de Cassini.

Araignées

Que ce soit au regard de la richesse globale ou celles des araignées forestières, la richesse observée est supérieure sur des parcelles où la continuité temporelle de l'état boisé ne semble pas avoir été rompue. Elle est même plus marquée au regard des espèces forestières strictes.



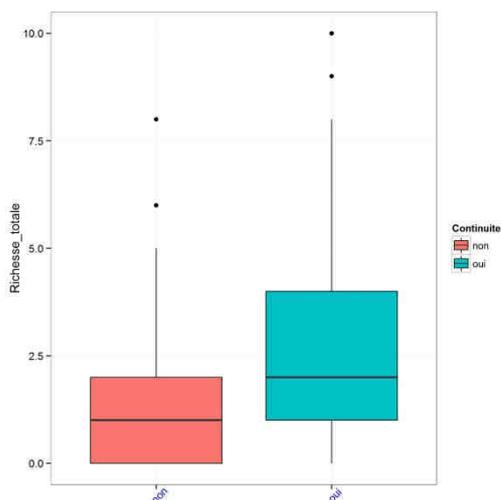
Boite à moustache de la richesse totale en araignées selon la modalité « continuité temporelle de l'état boisé »



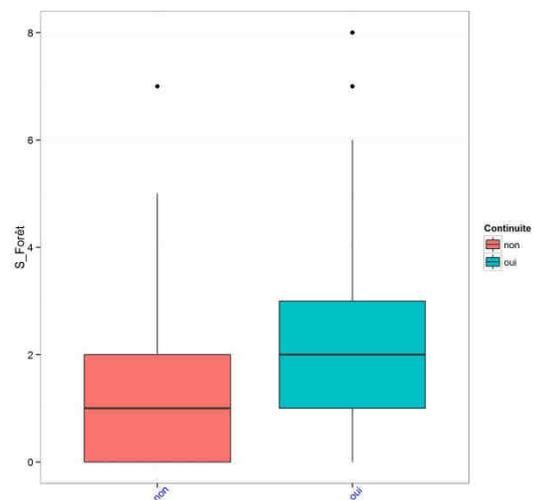
Boite à moustache de la richesse en araignées forestières selon la modalité « continuité temporelle de l'état boisé »

Carabiques

Les résultats sont très proches de ceux que l'on observe avec les araignées, la richesse globale et celle des carabiques forestiers sont supérieures sur des parcelles où la continuité temporelle de l'état boisé ne semble pas avoir été rompue.



Boite à moustache de la richesse totale en carabiques selon la modalité « continuité temporelle de l'état boisé »



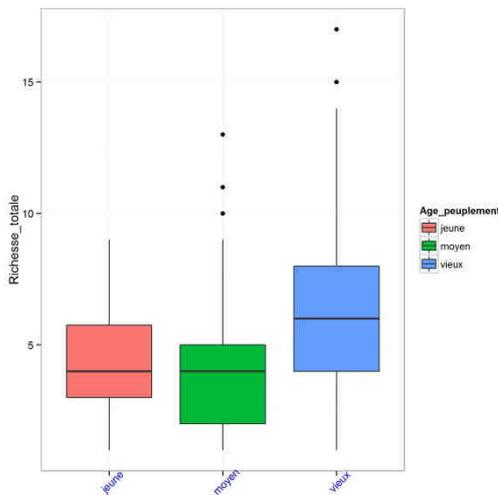
Boite à moustache de la richesse en carabiques forestiers selon la modalité « continuité temporelle de l'état boisé »

Influence de l'âge du peuplement

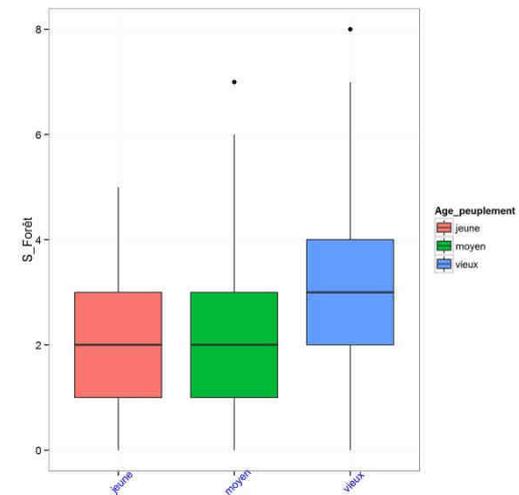
Araignées

Les graphiques suivant mettent en évidence une relation entre l'âge du peuplement et la richesse en araignées aussi bien globale que celles des espèces forestières strictes. Ainsi, on observe

une richesse plus importante sur des peuplements âgés (> 90 ans) que sur des peuplements d'âge intermédiaire (60 < 90 ans) ou des peuplements jeunes (< 60 ans).



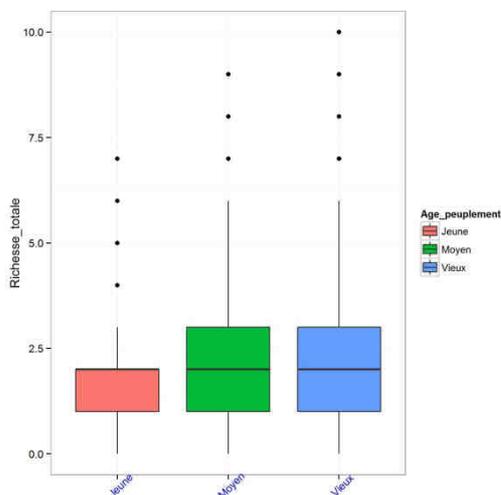
Boite à moustache de la richesse totale en araignées selon l'âge du peuplement



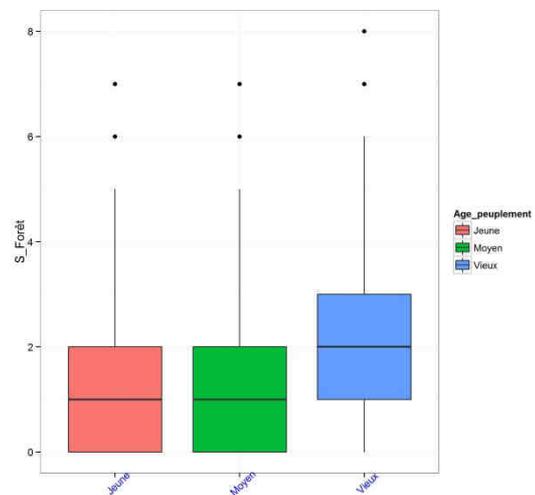
Boite à moustache de la richesse en araignées forestières selon l'âge du peuplement

Carabiques

En ce qui concerne les carabiques, cette relation est moins nette si l'on tient compte de la richesse globale où seules des différences s'observent entre les peuplements « moyens » et « vieux » avec le peuplement « jeune ». Cependant, au regard des espèces strictement forestières, les peuplements les plus âgés sont les plus riches.



Boite à moustache de la richesse totale en carabiques selon l'âge du peuplement



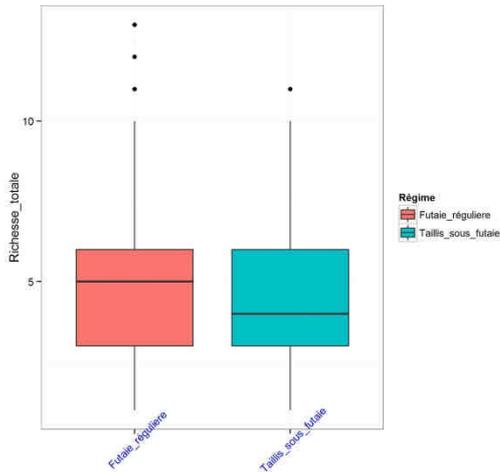
Boite à moustache de la richesse en carabiques forestiers selon l'âge du peuplement

Influence du régime forestier

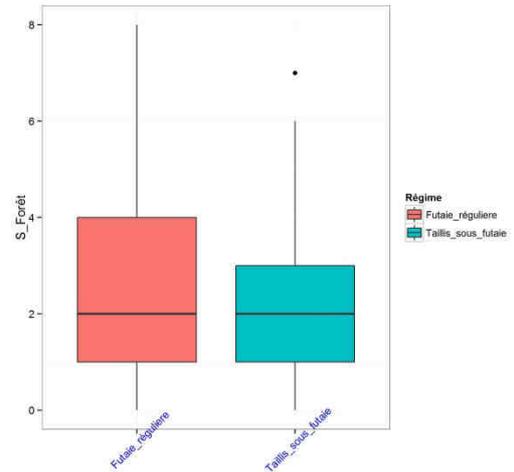
Remarque : les résultats suivants n'ont été obtenus qu'en étudiant les parcelles de feuillus.

Araignées

Les différences de richesse en araignées (forestières ou non) entre régimes forestiers sont peu marquées même si l'on note une richesse très légèrement supérieure en futaie régulière.



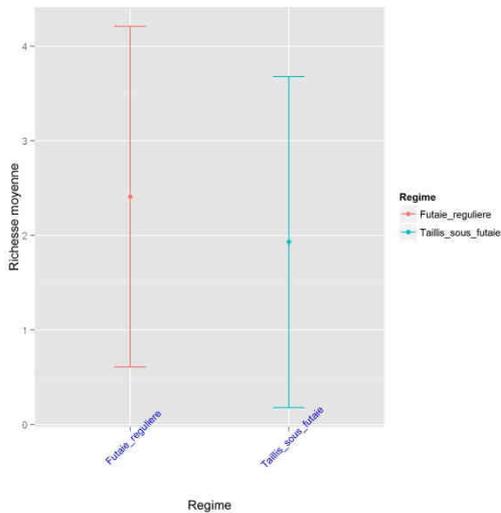
Boite à moustache de la richesse totale en araignées selon le régime forestier



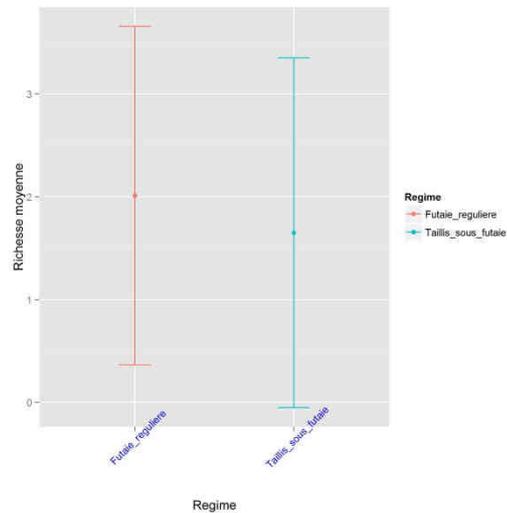
Boite à moustache de la richesse en araignées forestières selon le régime forestier

Carabiques

Les résultats sont similaires à ceux observés chez les araignées. Les faibles différences notées ne sont pas significatives, bien que là encore les richesses soient très légèrement supérieures en futaie.



Richesse moyenne totale en carabiques selon le régime forestier



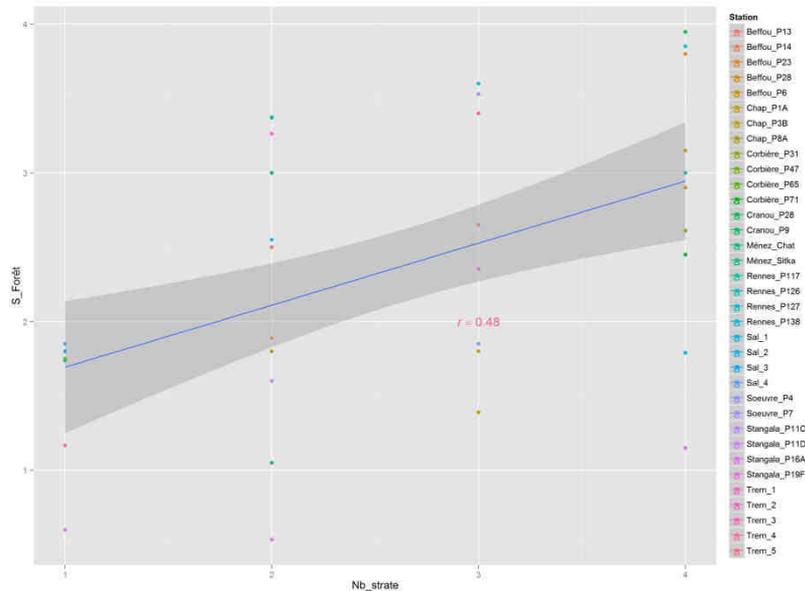
Richesse moyenne en carabiques forestiers selon le régime forestier

Influence du nombre de strate

Les résultats précédents n'ayant pas été probants en ce qui concerne le régime forestier appliqué aux parcelles échantillonnées, nous avons décidé de vérifier si le nombre de strates présentes au sein des parcelles pouvait avoir un impact sur la richesse en taxons forestiers. En effet, aussi bien en taillis sous futaie que sur futaie régulière, l'entretien des parcelles peut amener à supprimer les strates les plus basses pour faciliter l'accès lors de la récolte ou permettre un meilleur accroissement des arbres sélectionnés.

Araignées

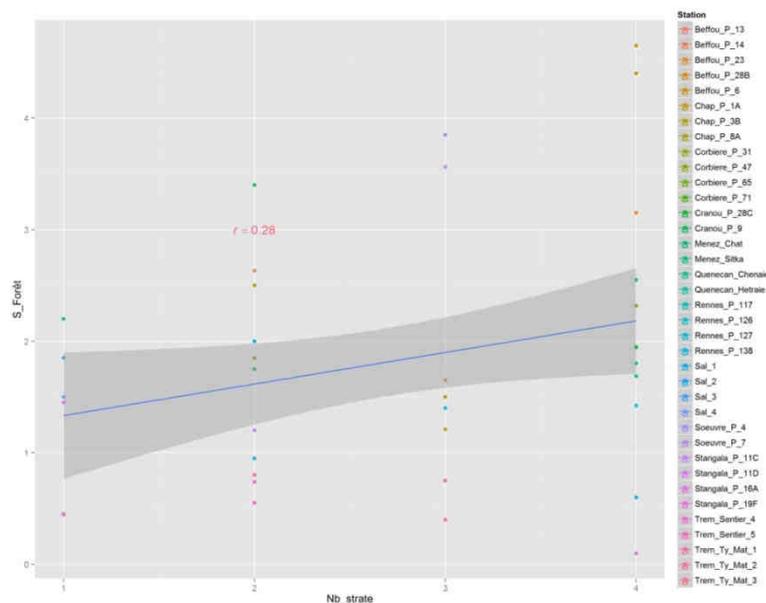
La figure ci-dessous présente la richesse en araignées forestières en fonction du nombre de strates (1 à 4) sur les parcelles. On observe nettement une relation entre ces deux facteurs, en effet, plus le nombre de strate augmente, plus la richesse moyenne en araignées forestières augmente, cette corrélation est même significative ($R^2= 0.48$, $p < 0,05$).



Richesse moyenne en araignées forestières en fonction du nombre de strates sur les parcelles de feuillus, coefficient de corrélation de Pearson : $R= 0.4754589$, $t = 3.1047$, $df = 33$, $p\text{-value} = 0.003895$

Carabiques

On observe la même tendance pour les carabiques forestiers, à savoir une richesse moyenne plus importante sur des parcelles avec un maximum de strates. Cependant, cette corrélation n'est pas significative ($R^2= 0.28$, $p= 0,09$).

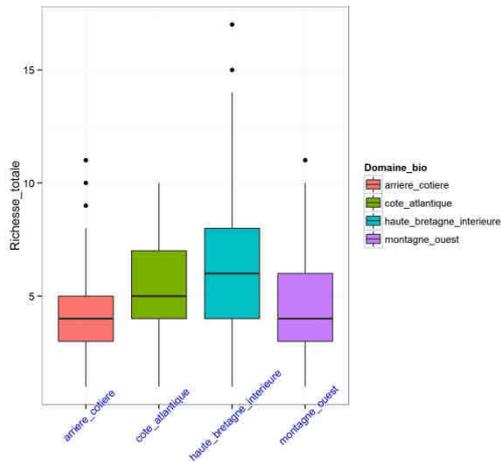


Richesse moyenne en carabiques forestiers en fonction du nombre de strates sur les parcelles de feuillus, coefficient de corrélation de Pearson : $R= 0.27695$, $t = 1.7052$, $df = 35$, $p\text{-value} = 0.09703$

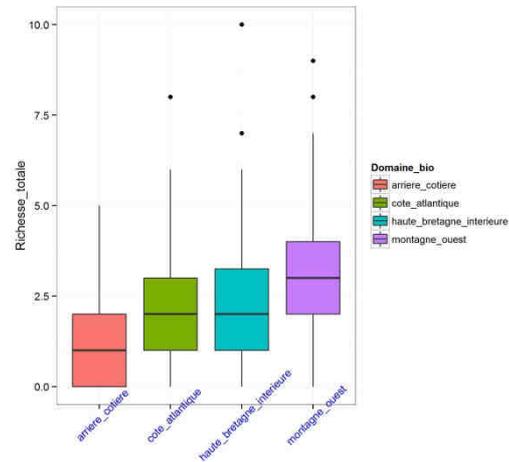
Influence du domaine bio-climatique

Araignées et carabiques

Les graphiques ci-dessous présentent pour les araignées et les carabiques la richesse globale selon le domaine bio-climatique. On observe ainsi une richesse globale différente entre domaines bio-climatiques. Pour les araignées, le domaine bio-climatique « haute Bretagne intérieure » est le plus riche suivi du domaine « côte atlantique », « montagne ouest » et « arrière côtier ». Pour les carabiques, le domaine « montagne ouest » est le plus riche, puis le domaine « haute Bretagne intérieure » et « côte atlantique », le moins riche étant le domaine « arrière côtier ».

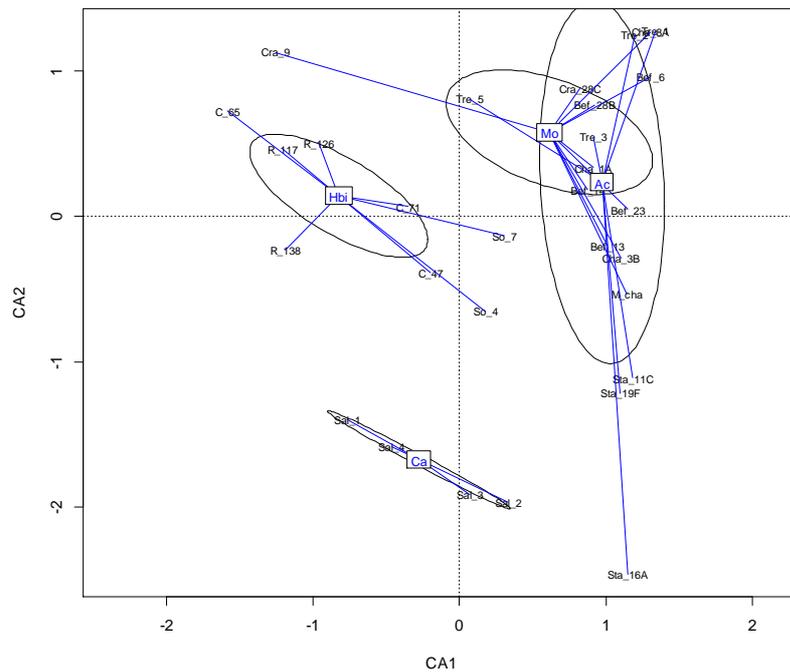


Boîte à moustache de la richesse totale en araignées selon le domaine bio-climatique



Boîte à moustache de la richesse totale en carabiques selon le domaine bio-climatique

Afin de vérifier si ces différences de richesse observées s'appliquaient aussi aux cortèges (composition et abondances d'espèces) nous avons réalisé une ordination sous contrainte incluant les différents facteurs forestiers relevés. Le résultat est présenté dans la figure ci-dessous. L'assemblage des différentes parcelles dans le plan factoriel est significativement agencé en fonction de l'appartenance à un domaine bio-climatique ($R^2 = 0,55$; $p < 0,001$).

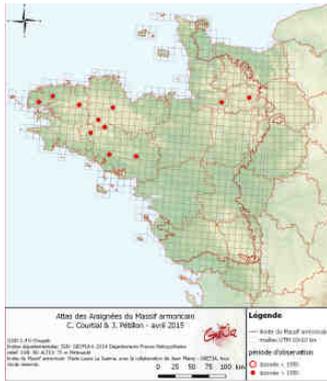


Ordination sous contrainte (CA) selon les différents paramètres stationnels, araignées

Afin d'illustrer l'importance du domaine bio-climatique sur les arthropodes, voici l'exemple de deux araignées observées lors de l'étude. La première, *Xysticus luctator* (Thomisidae) est une araignée forestière dont la présence n'est avérée que dans l'est du Massif armoricain et ne pénètre pas dans la péninsule bretonne. A l'inverse, *Agyneta ramosa* (Linyphiidae), une petite araignée elle aussi strictement forestière reste confinée à la péninsule bretonne ainsi qu'aux secteurs les plus « frais » de Basse-Normandie.



Distribution de type « continentale » de *Xysticus luctator* (Thomisidae), photo J. Lissner



Distribution de type « collinéenne » de *Agyneta ramosa* (Linyphiidae), photo J. Lissner

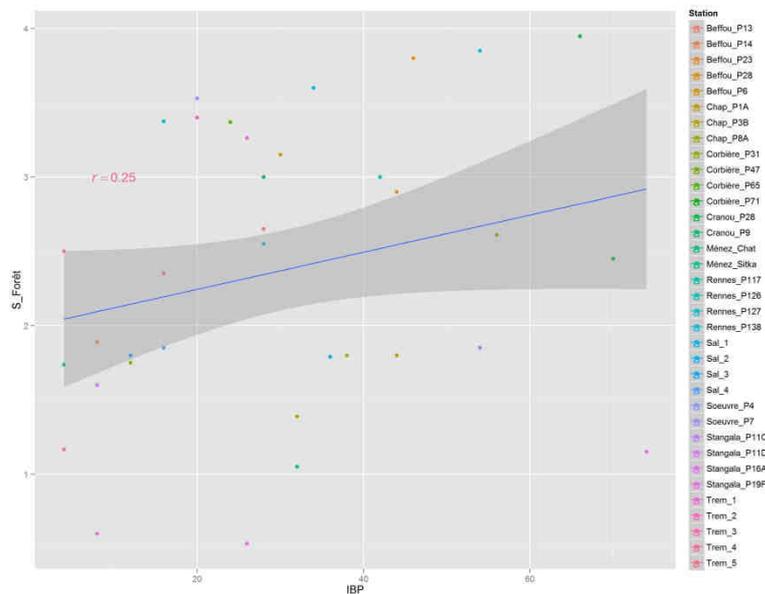
Effet des variables environnementales

Influence du volume de bois mort

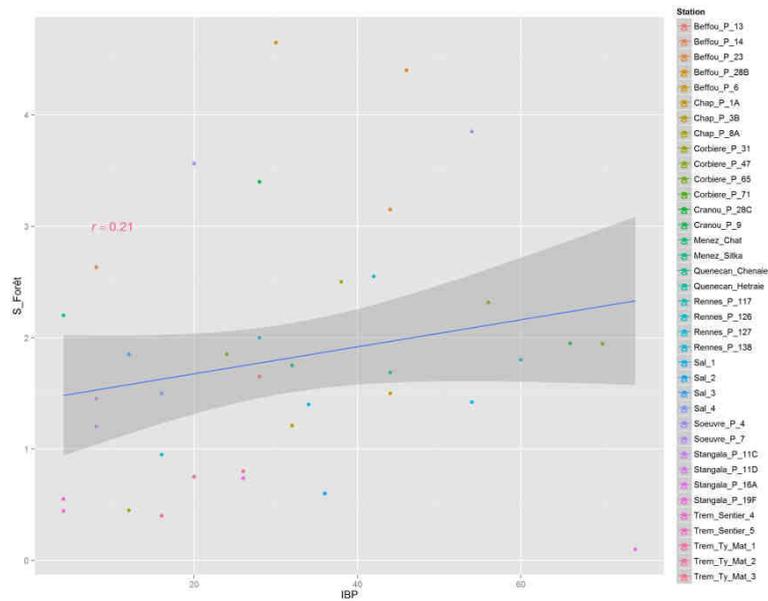
Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre la richesse globale et/ou en espèces forestières et les volumes de bois mort mesurés sur chaque transect d'échantillonnage.

Relation entre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) et les espèces forestières Araignées et carabiques

Les deux graphiques ci-dessous présentent la richesse moyenne en araignées et carabiques forestiers en fonction de la valeur d'IBP. Bien que non significative, on observe une augmentation de la richesse en araignées forestières avec l'augmentation de la valeur de l'IBP. Cette tendance s'observe aussi avec les carabiques forestiers, bien que moins importante.



Richesse moyenne en araignées forestières en fonction de la valeur d'IBP, coefficient de corrélation de Pearson : $R=0.2520384$, $t = 1.4962$, $df = 33$, $p\text{-value} = 0.1441$



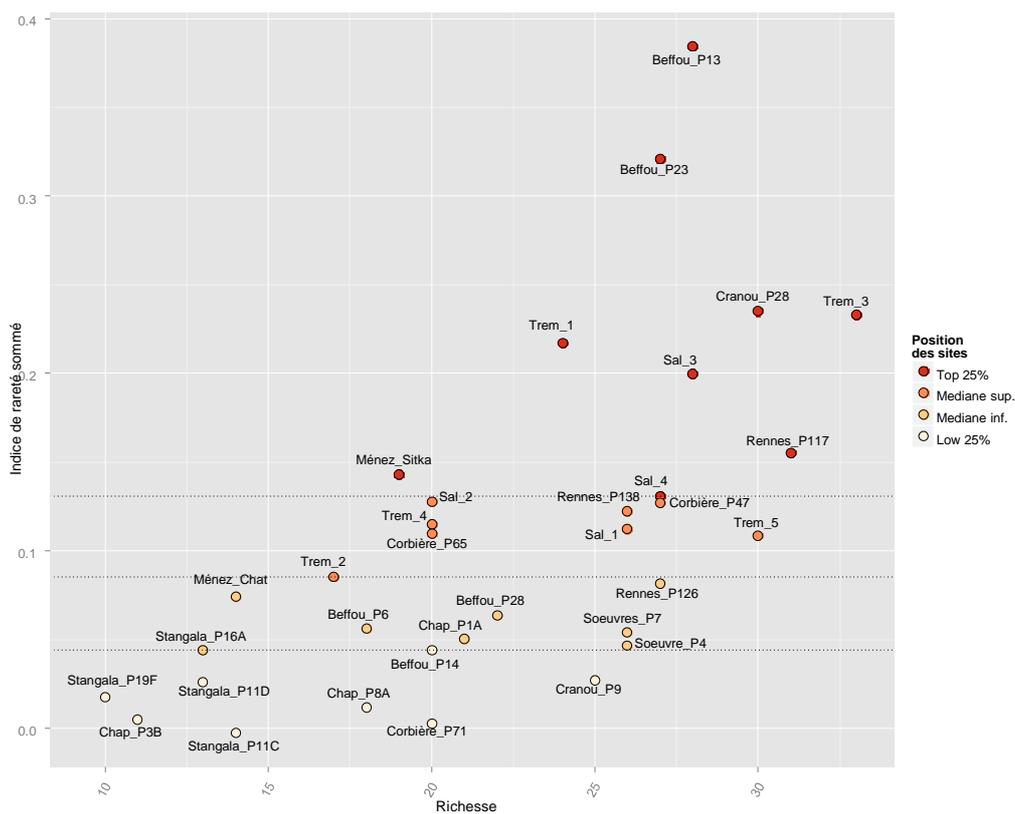
Richesse moyenne en carabiques forestiers en fonction de la valeur d'IBP, coefficient de corrélation de Pearson : $R=0.2092762$, $t = 1.2661$, $df = 35$, $p\text{-value} = 0.2138$

Indices de rareté (Isr)

Araignées

Indice de rareté par stations

Remarque : les parcelles en pins de la forêt de Rennes (P127) et de la Corbière (P31), du fait de leurs cortèges atypiques (non forestiers) ont été supprimées de l'analyse.



Indice de rareté sommé en fonction de la richesse spécifique globale par stations par la technique des pots-pièges (Barber)

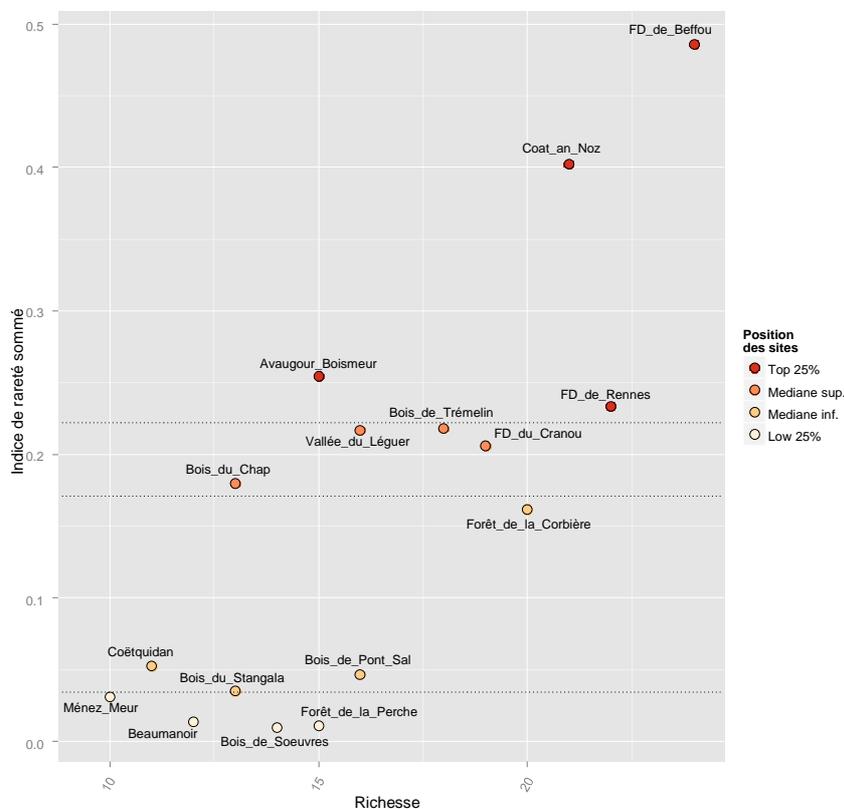
Famille	Taxons	Habitat	W	Station
Linyphiidae	Saloca_diceros	Forestière spécialiste	2	Beffou_P13, Beffou_P23
Linyphiidae	Centromerus_albidus	Forestière spécialiste	1,764	Beffou_P13, Beffou_P23, Trem_1, Trem_3
Linyphiidae	Saaristoia_firma	Forestière spécialiste	1,567	Cranou_P28
Dysderidae	Dysdera_fuscipes	Généraliste	1,049	Sal_1, Sal_2, Sal_3, Sal_4, Trem_1, Trem_2, Trem_3, Trem_4, Trem_5
Thomisidae	Xysticus_luctator	Forestière spécialiste	1,049	Rennes_P138, Corbière_P65
Hahniidae	Hahnia_ononidum	Forestière spécialiste	0,946	Rennes_P117, Corbière_P47
Thomisidae	Cozyptila_blackwalli	Milieu ouvert	0,892	Sal_1, Sal_3
Linyphiidae	Walckenaeria_mitrata	Forestière spécialiste	0,891	Rennes_P126, Corbière_P47, Corbière_P65, Sal_1, Sal_3, Sal_4
Linyphiidae	Jacksonella_falconeri	Milieu ouvert	0,852	Rennes_P117, Ménez_Sitka
Linyphiidae	Gongyliidiellum_latebricola	Forestière spécialiste	0,602	Ménez_Chat, Ménez_Sitka, Beffou_P13, Stangala_P16A, Beffou_P28, Cranou_P28
Linyphiidae	Minyriolus_pusillus	Forestière spécialiste	0,536	Cranou_P28
Linyphiidae	Diplocephalus_latifrons	Forestière spécialiste	0,513	Ménez_Chat, Ménez_Sitka, Rennes_P117, Rennes_P138, Stangala_P11D, Beffou_P13, Beffou_P14, Beffou_P23, Beffou_P6
Linyphiidae	Tenuiphantes_cristatus	Généraliste	0,459	Soeuvre_P4, Soeuvres_P7
Linyphiidae	Poeciloneta_variegata	Milieu ouvert	0,336	Beffou_P13, Beffou_P23
Theridiidae	Theonoe_minutissima	Généraliste	0,245	Stangala_P19F, Chap_P1A
Liocranidae	Apostenus_fuscus	Forestière spécialiste	0,24	Beffou_P6, Beffou_P13, Beffou_P14, Beffou_P23, Beffou_P28, Cranou_P28, Cranou_P9, Chap_P3B, Chap_P1A, Chap_P8A, Sal_3, Trem_1, Trem_2, Trem_3, Trem_4, Trem_5
Linyphiidae	Walckenaeria_dysderoides	Généraliste	0,231	Cranou_P28, Trem_4, Trem_5, Ménez_Sitka
Linyphiidae	Agyneta_ramosa	Forestière généraliste	0,212	Stangala_P11C, Stangala_P11D, Stangala_P16A, Beffou_P13, Beffou_P23, Cranou_P28, Soeuvre_P4, Soeuvres_P7, Sal_3, Trem_1, Trem_3
Linyphiidae	Sintula_corniger	Généraliste	0,21	Beffou_P13, Chap_8A
Linyphiidae	Centromerus_serratus	Forestière généraliste	0,209	Rennes_P117, Rennes_P126, Rennes_P138, Stangala_P19F, Chap_P1A, Chap_P3B, Soeuvre_P4, Soeuvres_P7, Corbière_P47, Sal_2, Sal_4, Trem_1, Trem_2, Trem_3, Trem_4

Tableau des 20 espèces avec les poids de rareté (W) les plus élevés et les stations sur lesquelles elles ont été observées

Deux parcelles ressortent particulièrement de cette analyse, les parcelles P13 et P23 de la forêt départementale de Beffou. On y note à la fois une richesse et un indice de rareté élevé grâce notamment à la présence de deux taxons particulièrement rares, *Saloca diceros* et *Centromerus albidus*, deux Linyphiidae préférentiellement associées aux boisements de hêtre. La troisième station avec l'indice de rareté le plus élevé correspond à la parcelle 28 (chênaie) de la forêt domaniale du Cranou sur laquelle a été échantillonnée *Saaristoa firma*, une araignée centro-européenne très rare en France. Trois parcelles morbihannaises révèlent aussi un fort intérêt, les stations Trem_1 et Trem_3 du bois de Trémelin, grâce en partie à la présence de *Centromerus albidus*, mais aussi de *Dysdera fuscipes*, une araignée sub-endémique qui est observée pour la première fois en forêt dans l'ouest de la France, et ce de façon abondante. Il en est de même pour la station 3 du bois de Pont Sal dont l'indice élevé l'est en partie grâce à cette araignée. Parmi les stations avec les indices les plus élevés on note aussi les parcelles 117 de la forêt de Rennes, la parcelle 4 du bois de Pont Sal et la parcelle en Sitka de Ménez Meur. Afin de mieux comprendre l'apparent intérêt de cette parcelle il paraît important de rappeler que cette analyse prend en compte tous les taxons observés sur les stations et pas uniquement les espèces forestières. On note ainsi la présence de *Jacksonela falconeri* une rare araignée des milieux landicoles. Cependant, certains taxons forestiers spécialistes ont été observés sur cette parcelle. C'est le cas de *Diplocephalus latifrons*, dont les analyses suivantes mettront en évidence sa préférence pour les plantations de conifères, ou encore *Gongylidiellum latebricola* pour laquelle la bibliographie mentionne sa présence aussi bien en feuillus qu'en résineux.

Indice de rareté par forêt

Grâce à une richesse spécifique supérieure à 10 pour chaque forêt, cette mesure a pu se faire sur les araignées strictement forestières.



Indice de rareté sommé en fonction de la richesse spécifique en araignées forestières par forêt par la technique des pots-pièges (Barber)

On observe clairement la formation de trois groupes de classes d'indices différents. Le premier constitué de la forêt départementale de Beffou et de la forêt domaniale de Coat an Noz. Ces deux forêts abritent des espèces rares, associées au hêtre, de distribution centro-européenne ou collinéenne (voir tableau ci-dessous). Le deuxième groupe est constitué de la forêt domaniale de Rennes et de la forêt de la Corbière (Ille-et-Vilaine), du bois d'Avaugour-Bois Meur et de l'ENS de la Vallée du Léguer (Côtes d'Armor) du bois du Chap et de la Forêt domaniale du Cranou (Finistère) et du bois de Trémelin (Morbihan). Enfin, les forêts avec les indices et les richesses les plus faibles sont constitués par les bois de Soevres (Ille-et-Vilaine), la forêt de la Perche et Beaumanoir (Côtes d'Armor), le bois de Pont Sal et la forêt de Coëtquidan (Morbihan) et le bois de Stangala et Ménez Meur (Finistère).

Famille	Taxon	W	Forêts
Linyphiidae	<i>Saloca diceros</i>	2	Avaugour-Bois Meur, Coat-an-Noz, FD de Beffou
Linyphiidae	<i>Centromerus albidus</i>	1,641	Bois de Trémelin, FD de Beffou, Vallée du Léguer
Linyphiidae	<i>Saariostoa firma</i>	1,381	Bois du Chap, Forêt du Cranou
Linyphiidae	<i>Tapinocyba insecta</i>	1,051	Coat-an-Noz
Thomisidae	<i>Xysticus luctator</i>	0,547	FD de Rennes, forêt de la Corbière
Tetragnathidae	<i>Pachygnatha listeri</i>	0,462	FD de Rennes
Hahniidae	<i>Hahnia ononidum</i>	0,375	FD de Rennes, forêt de la Corbière
Linyphiidae	<i>Walckenaeria mitrata</i>	0,293	Bois de Pont Sal, forêt de Coëtquidan, FD de Rennes, forêt de la Corbière
Linyphiidae	<i>Gongylidiellum latebricola</i>	0,094	Bois du Stangala, Coat-an-Noz, FD de Beffou, FD du Cranou, Ménez Meur
Linyphiidae	<i>Diplocephalus latifrons</i>	0,085	Bois du Stangala, Forêt de Coëtquidan, FD de Beffou, Ménez Meur
Linyphiidae	<i>Minyriolus pusillus</i>	0,065	FD du Cranou, FD de Rennes, forêt de la Corbière
Linyphiidae	<i>Agyneta ramosa</i>	0,051	Beaumanoir, bois de Pont Sal, bois de Soevres, bois de Trémelin, bois du Stangala, Coat-an-Noz, Coëtquidan, FD de Beffou, FD du Cranou, vallée du Léguer
Linyphiidae	<i>Micrargus apertus</i>	0,051	Avaugour-Bois Meur, Beaumanoir, bois de Trémelin, bois du Chap, bois du Stangala, Coat-an-Noz, FD de Beffou, FD de Rennes, FD de Cranou, forêt de la Corbière, Forêt de la Perche, Ménez Meur, Vallée du Léguer
Linyphiidae	<i>Tapinocyba mitis</i>	0,022	Avaugour-Bois Meur, bois de Pont Sal, bois de Soevres, bois de Trémelin, Coat-an-Noz, FD de Beffou, FD de Rennes, forêt de la Corbière, Ménez Meur
Linyphiidae	<i>Walckenaeria corniculans</i>	0,022	Bois du Chap, FD du Cranou, forêt de la Corbière, forêt de la Perche, vallée du Léguer
Liocranidae	<i>Apostenus fuscus</i>	0,01	Bois de Pont Sal, bois de Trémelin, bois du Chap, Coat-an-Noz, FD de Beffou, FD du Cranou, forêt de la Perche
Linyphiidae	<i>Centromerus serratus</i>	0,004	Bois de Pont Sal, bois de Soevres, bois de Trémelin, bois du Chap, bois du Stangala, FD de Rennes, forêt de la Corbière
Linyphiidae	<i>Gonatium rubellum</i>	0,003	Beaumanoir, FD de Beffou
Linyphiidae	<i>Parapelecopsis nemoralis</i>	0,003	Coat-an-Noz, FD de Beffou, FD du Cranou
Linyphiidae	<i>Walckenaeria obtusa</i>	0,003	Avaugour-Bois Meur, Beaumanoir, bois du Stangala, Coat-an-Noz, FD de Beffou, FD de Cranou, forêt de la Corbière, Forêt de la Perche, Ménez Meur, Vallée du Léguer
Linyphiidae	<i>Centromerus brevivulvatus</i>	0,001	Avaugour-Bois Meur, Beaumanoir, bois de Soevres, bois de Trémelin, Coat-an-Noz, forêt de Coëtquidan, FD de Rennes, FD de Beffou, FD de Rennes, forêt de la Corbière, Forêt de la Perche, Vallée du Léguer
Liocranidae	<i>Agroeca brunnea</i>	0	
Linyphiidae	<i>Centromerus dilutus</i>	0	
Clubionidae	<i>Clubiona compta</i>	0	
Agelenidae	<i>Coelotes terrestris</i>	0	
Linyphiidae	<i>Diplocephalus picinus</i>	0	
Hahniidae	<i>Hahnia helveola</i>	0	
Hahniidae	<i>Hahnia montana</i>	0	
Gnaphosidae	<i>Haplodrassus silvestris</i>	0	
Dysderidae	<i>Harpactea hombergi</i>	0	
Linyphiidae	<i>Macrargus rufus</i>	0	
Linyphiidae	<i>Microneta viaria</i>	0	
Lycosidae	<i>Pardosa saltans</i>	0	
Lycosidae	<i>Pirata hygrophilus</i>	0	
Agelenidae	<i>Tegenaria silvestris</i>	0	
Linyphiidae	<i>Walckenaeria cucullata</i>	0	

Tableau des araignées forestières et leur poids de rareté (W) ainsi que les forêts sur lesquelles elles ont été observées (W>0)

Mise en évidence de taxons rares forestiers

La distribution des poids de rareté des araignées forestières (tableau et figure ci-dessous) nous permet de mettre en évidence plusieurs classes de taxons à différents niveaux de rareté pour la Bretagne (très rares, rares et peu communes). Les espèces « très rares » sont les Linyphiidae *Saloca diceros*, *Centromerus albidus*, *Saarioa firma*, *Tapinocyba insecta* et la Thomisidae *Xysticus luctator*. Les espèces « rares » sont représentées par la Tetragnathidae *Pachygnatha listeri*, la Hahniidae *Hahnia ononidum* et la Linyphiidae *Walckenaeria mitrata*. Les espèces peu communes sont représentées par les Linyphiidae *Gongylidiellum latebricola*, *Diplocephalus cristatus*, *Minyriolus pusillus*, *Agyneta ramosa*, *Micrargus apertus*, *Tapinocyba mitis*, *Walckenaeria corniculans*, *Centromerus serratus*, *Parapelecopsis nemoralis*, *Walckenaeria obtusa* et *Centromerus brevivulvatus* ainsi que la Liocranidae *Apostenus fuscus*.

La définition de ces différentes classes a été réalisée à l'aide de la représentation graphique des poids de rareté par espèces forestières. La mise en évidence visuelle de différents points de rupture dans la courbe de distribution a permis cette classification.

Taxon	Poids de rareté (W)	Taxon	Poids de rareté (W)	Taxon	Poids de rareté (W)
<i>Saloca diceros</i>	2	<i>Gongylidiellum latebricola</i>	0,094	<i>Agroeca brunnea</i>	0
<i>Centromerus albidus</i>	1,641	<i>Diplocephalus latifrons</i>	0,085	<i>Centromerus dilutus</i>	0
<i>Saarioa firma</i>	1,381	<i>Minyriolus pusillus</i>	0,065	<i>Clubiona comta</i>	0
<i>Tapinocyba insecta</i>	1,051	<i>Agyneta ramosa</i>	0,051	<i>Coelotes terrestris</i>	0
<i>Xysticus luctator</i>	0,547	<i>Micrargus apertus</i>	0,051	<i>Diplocephalus picinus</i>	0
<i>Pachygnatha listeri</i>	0,462	<i>Tapinocyba mitis</i>	0,022	<i>Hahnia helveola</i>	0
<i>Hahnia ononidum</i>	0,375	<i>Walckenaeria corniculans</i>	0,022	<i>Hahnia montana</i>	0
<i>Walckenaeria mitrata</i>	0,293	<i>Apostenus fuscus</i>	0,01	<i>Haplodrassus silvestris</i>	0
		<i>Centromerus serratus</i>	0,004	<i>Harpactea hombergi</i>	0
		<i>Gonatium rubellum</i>	0,003	<i>Macrargus rufus</i>	0
		<i>Parapelecopsis nemoralis</i>	0,003	<i>Microneta viaria</i>	0
		<i>Walckenaeria obtusa</i>	0,003	<i>Pardosa saltans</i>	0
		<i>Centromerus brevivulvatus</i>	0,001	<i>Pirata hygrophilus</i>	0
				<i>Tegenaria silvestris</i>	0
				<i>Walckenaeria cucullata</i>	0

Tableau de toutes les araignées forestières associées à leurs poids de rareté

Espèces indicatrices

Araignées

Le tableau ci-dessous présente les listes d'espèces indicatrices significatives par essence ou groupes d'essences classées par feuillus « spécialistes » ou « indifférents », « résineux » ou « mixtes ». Sur les quelques 120 taxons identifiés par piégeage au sol, 18 se sont révélés indicateurs. Certaines espèces dont le statut de rareté a été défini dans le paragraphe précédent font aussi parti de cette liste. On note ainsi que *Saloca diceros*, une Linyphiidae très rare, est caractéristique des forêts de hêtre. *Hahnia ononidum*, définie comme rare, est préférentiellement associée aux zones enrésinées de pins. Des espèces peu communes, comme *Apostenus fuscus* ou *Agyneta ramosa* sont préférentiellement associées aux zones caducifoliées. *Diplocephalus latifrons* autre Linyphiidae peu commune, a été observée préférentiellement dans les zones de conifères « autres » (Cyprès, Sitka). Enfin, *Centromerus brevivulvatus* (Linyphiidae), est la seule araignée avec un statut de rareté (le plus faible) observée en zone mixte.

Groupe	Essence	Famille	Taxon	IndVal	p value
Feuillus "spécialiste"	Ce	Linyphiidae	Diplocephalus picinus (Blackwall, 1841)	0.438	0,001***
	He	Linyphiidae	Walckenaeria obtusa Blackwall, 1836	0.296	0,001***
		Linyphiidae	Pelecopsis nemoralis Hauge, 1972	0.230	0,001***
		Linyphiidae	Saloca diceros (O. P.-Cambridge, 1871)	0.182	0,001**
		Agelenidae	Coelotes terrestris (Wider, 1834)	0.166	0,027*
Feuillus "indifférente"	Ce+He	Linyphiidae	Agyneta ramosa Jackson, 1912	0.301	0,001***
	Ca+Ce+He	Linyphiidae	Microneta viaria (Blackwall, 1841)	0.693	0,001***
		Liocranidae	Apostenus fuscus Westring, 1851	0.525	0,001***
Résineux	Co	Linyphiidae	Diplocephalus latifrons (O. P.-Cambridge, 1863)	0.477	0,001***
	Pi	Hahniidae	Hahnia ononidum Simon, 1875	0.359	0,001***
		Tetragnathidae	Pachygnatha listeri Sundevall, 1829	0.338	0,001***
		Linyphiidae	Minyriolus pusillus (Wider, 1834)	0.169	0,016*
Mixte	Ca+Ce+Pi	Lycosidae	Pardosa saltans Töpfer-Hofmann, 2000	0.599	0,001***
		Gnaphosidae	Haplodrassus silvestris (Blackwall, 1833)	0.313	0,001***
	Ce+He+Pi	Linyphiidae	Centromerus brevivulvatus Dahl, 1912	0.454	0,001***
	Ca+Ce+Co+He	Linyphiidae	Macrargus rufus (Wider, 1834)	0.368	0,013*
	Ca+Ce+He+Pi	Linyphiidae	Walckenaeria cucullata (C.L. Koch, 1836)	0.483	0,001***
	Ce+Co+He+Pi	Linyphiidae	Centromerus dilutus (O. P.-Cambridge, 1875)	0.248	0,011*

Araignées forestières indicatrices regroupées par essences. Ce : Chêne, He : Hêtre, Ca : Châtaignier, Co : Conifère, Pi : Pin. *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001.

Carabiques

Sur les 63 espèces de coléoptères Carabidae échantillonnées en forêt, 13 taxons forestiers ont pu être définis comme espèces indicatrices de façon significative. Deux taxons ont été définis comme spécialistes de feuillus en hêtraie, *Pterostichus cristatus* et *Cychnus attenuatus*. La première est une espèce uniquement présente dans l'ouest de l'Europe et principalement en France qui constitue la plus grande part de son aire de répartition. Elle semble assez commune dans son aire de répartition. *C. attenuatus* est une espèce relictive sub-montagnarde présente dans l'est de la France et en Bretagne, elle est ainsi présente dans la région dans les secteurs les plus frais représentés par des hêtraies. Quatre taxons associés aux feuillus en générale ont pu être identifiés : *Pterostichus oblongopunctatus*, *Abax parallelus*, *Cychnus caraboides* et *Notiophilus rufipes*. Toutes ces espèces sont citées dans la bibliographie comme associées aux feuillus. *C. caraboides* et *N. rufipes* sont les espèces les moins communes. Deux espèces avec des affinités pour les parcelles enrésinées ont été identifiées : *Calathus rotundicollis* et *Asaphidion curtum*, toutes deux sont communes en France. Enfin, six espèces apparaissent comme indifférentes et se trouvent aussi bien en feuillus qu'en résineux (conifères « autres » ou pin). Parmi ces taxons il paraît surprenant d'observer le fameux *Carabus auronitens subfestivus*, sous espèce endémique de l'ouest de la France. En effet, cette espèce présente dans le centre Bretagne, a pu être échantillonnée de façon significative dans des plantations d'épicéas sur le site de Ménez Meur. Cette espèce forestière apprécie les boisements frais et humides, de plus, la présence de nombreuses souches et troncs morts au sol lui permettent de réaliser son hibernation en loge durant la saison hivernale.

Groupe	Essence	Taxon	IndVal	p value
Feuillus "spécialiste"	He	Pterostichus cristatus (L. Dufour, 1820)	0.470	0,001***
		Cychrus attenuatus (Fabricius, 1792)	0.453	0,001***
Feuillus "indifférent"	Ce+He	Pterostichus oblongopunctatus (Fabricius, 1787)	0.481	0,001***
	Ca+Ce	Abax parallelus (Duftschmid, 1812)	0.338	0,002**
		Cychrus caraboides (Linnaeus, 1758)	0.181	0,029*
	Ca+Ce+He	Notiophilus rufipes Curtis, 1829	0.32	0,001**
Résineux	Co	Calathus rotundicollis Dejean, 1828	0.290	0,001***
		Asaphidion curtum (Heyden, 1870)	0.187	0,014*
Mixte	Ca+Co+He	Carabus auronitens subfestivus Oberthür, 1885	0.469	0,001***
		Leistus rufomarginatus (Duftschmid, 1812)	0.180	0,032*
	Ce+Co+He	Pterostichus madidus (Fabricius, 1775)	0.455	0,001***
	Ce+He+Pi	Abax ovalis (Duftschmid, 1812)	0.591	0,001***
	Ca+Ce+Co+He	Abax parallelepipedus (Piller & Mitterpacher, 1783)	0.62	0,001***

Carabiques forestiers indicateurs regroupés par essences. Ce : Chêne, He : Hêtre, Ca : Châtaignier, Co : Conifère, Pi : Pin. *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001.

Synthèse - conclusion

Effet des variables stationnelles

Ces analyses ont permis de mettre en évidence plusieurs points en ce qui concerne la faune du sol (Araignées et coléoptères carabiques) :

- Une influence importante du domaine biogéographique sur les cortèges, ainsi, une forêt de feuillus du centre Bretagne abritera des cortèges différents d'une forêt de plaine, comme en Ille-et-Vilaine par exemple.
- Les forêts de feuillus sont plus riches en araignées et carabiques que les forêts de conifères
- Les parcelles de feuillus (hêtre et chêne) abritent plus d'espèces forestières que les parcelles enrésinées et, dans une moindre mesure, des parcelles en châtaigniers.
- Les parcelles matures (> 90 ans) plantées de pins, abritent des cortèges caractéristiques des milieux landicoles (humides ou secs) mais quasiment aucun taxon forestier.
- Les parcelles de feuillus incluses dans un massif forestier dont la continuité temporelle de l'état boisé semble avoir été maintenue abritent plus d'espèces forestières que ces mêmes parcelles incluses dans des massifs dont la continuité semble avoir été rompue.
- Les parcelles de feuillus les plus âgées (> 90 ans) abritent plus d'espèces forestières que les parcelles jeunes ou d'âge intermédiaire.
- Aucune influence significative du régime forestier (taillis sous futaie vs futaie régulière) n'a pu être mise en évidence, cependant, une corrélation significative entre la richesse en espèces forestières et le nombre de strates a pu être mise en évidence pour les araignées. Une corrélation (non significative) a aussi pu être observée pour les carabiques.

Effet des variables environnementales

- Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre le volume de bois mort et la richesse en espèces forestières.
- Les corrélations observées entre la valeur de l'IBP et la richesse en espèces forestières ne sont pas significatives.

Indices de rareté

- Les parcelles 13 et 23 de la forêt de Beffou et 28 de la forêt domaniale du Cranou sont les parcelles avec les plus forts indices de rareté en considérant la faune du sol.
- Les forêts de hêtre du centre Bretagne (forêt de Beffou et la forêt domaniale de Coat-an-Noz) possèdent les plus fortes valeurs d'indices de rareté en considérant exclusivement les taxons forestiers.
- Ce travail a permis de mettre en évidence plusieurs taxons (araignées et carabiques) strictement associés aux chênaies et/ou hêtraies, aux feuillus ou résineux en général ainsi qu'aux zones mixtes.
- Enfin, une liste de 21 espèces d'araignées très rares, rares ou peu communes a pu être établie.

Synthèse bibliographique sur la gestion

Introduction

Les peuplements forestiers se caractérisent par des espèces ayant des préférences pour des températures fraîches et des degrés d'humidité élevés et inversement pour les espèces de milieux ouverts (Pearce & Venier, 2006). Des variations de température et une réduction du niveau d'humidité peuvent perturber les communautés d'invertébrés. L'habitat devient alors moins propice pour certaines espèces mais plus pour d'autres.

Les forêts dites naturelles, c'est-à-dire se développant sans intervention passée ou présente de l'Homme, n'existe plus en France. Dans de tels systèmes, la diversité des espèces est entretenue par un régime de perturbations naturelles (chablis principalement), comme on peut le voir dans certaines réserves biologiques intégrales (ONF, Fontainebleau). Dans les forêts gérées, on observe une perturbation de ce régime par la sylviculture (Paillet et al., 2010) :

Par des modifications physiques (Toaboda et al., 2006) :

- Modification des propriétés du sol
- Modification du volume et de la qualité du bois mort
- Modification des taux d'accumulation de litière
- Modification de la structure de la végétation

Et par des modifications des processus écologiques (Toaboda et al., 2006) :

- Cycle des nutriments, décomposition, prédation, régénération de la végétation.

Généralités sur la faune du sol

Influence de l'essence forestière dominante

Comme nous avons pu le voir durant cette étude, l'essence forestière dominante joue un rôle important dans les types de cortèges observés.

Le remplacement de l'espèce forestière dominante (feuillue, ex. chêne ou hêtre) par une nouvelle (conifère, ex. épicéas ou pin) est l'une des causes majeures de changement d'habitat en sylviculture (Brunet et al., 2010), réduisant par la même occasion la diversité structurelle des peuplements. Au sein de ces peuplements de conifères on observe aussi un manque total de ressources pour de nombreuses espèces comme les vieux arbres, les bois de gros diamètre ou bien encore du bois mort.

Il a été démontré que les forêts d'épicéas d'Ecosse et d'Angleterre hébergeaient une faible richesse spécifique et des cortèges dominés principalement par une seule espèce (Jukes et al., 2001) alors que les chênaies et hêtraies abritaient des espèces caractéristiques (De Warnaffe & Lebrun, 2003). **Les cortèges d'araignées et de carabiques les plus riches et les espèces les plus rares ont été observées au sein de parcelles feuillues, principalement de chênes et de hêtres.**

Influence de la continuité forestière (ancienneté)

L'histoire des paysages et la connectivité sont reconnus pour affecter la distribution des espèces et des communautés (Taboada et al., 2006). En Bretagne, et comme en France d'ailleurs, l'exploitation du bois intensive entre le 18^e et le 19^e siècle (bois de marine, charbon) a considérablement fragmenté et épuisé la ressource. Comme expliqué en introduction de ce travail,

les boisements continuellement « boisés » depuis la création des premières cartes sont considérés comme des bois anciens. Cependant, cette disponibilité des cartes ne remonte qu'à environ un peu plus de deux cent ans avec les cartes de Cassini. Cateau et al. (2015) définissent comme date de référence le milieu du 19^e siècle car 1) il s'agit de la période durant laquelle la surface boisée était la minimum et 2) les cartes d'État-major étaient bien plus précises que ne l'étaient les cartes de Cassini. Le travail de synthèse des cartes d'État-major est en cours, cependant, on estime que selon Cassini, 29% des forêts du territoire français sont anciennes (Cateau et al., 2015).

La valeur conservatoire de tels boisements a largement été démontrée dans la littérature (Sroka & Finch, 2006) en abritant des taxons caractéristiques et relictuels. On entend par « taxon relictuel » une espèce à très faible capacité de dispersion avec une affinité pour des conditions microclimatiques particulières. **Dans le cadre de ce travail nous avons pu montrer une richesse plus importante en taxons forestiers au sein de massifs avec continuité temporelle de l'état boisé. De plus, nous avons pu identifier certains taxons comme *Pterostichus oblongopunctatus* ou *Cychnus attenuatus* pour les Carabidae ou *Saaristoa firma* (Linyphiidae) chez les araignées caractéristiques de ces boisements.**

Influence de l'âge du peuplement (maturité) et de la structure forestière

Les coléoptères carabiques sont des insectes sensibles à la gestion forestière (Rainio & Niemelä, 2003) tout comme les araignées (Pearce & Venier, 2006) car elle influence directement les conditions de leur présence en forêt : structure du micro-habitat, type de litière et son épaisseur. Tous ces facteurs modifient leurs capacités de prédation, leurs protections contre les prédateurs et la dessiccation (Pearce & Venier, 2006).

En modifiant les conditions micro-climatiques (augmentation de la température, baisse de l'hygrométrie), la réponse de ses communautés aux changements induits par la sylviculture est immédiate. La coupe à blanc lors de la récolte provoque une disparition des espèces forestières au profit des espèces de milieux ouverts, souvent plus importantes en terme de richesse spécifique (Niemela et al., 1993; Pearce & Venier, 2006).

La coupe par éclaircissement ne semble pas modifier les communautés de coléoptères carabiques (Martel et al., 1991) exceptée lors de l'année la plus chaude de l'échantillonnage qui a certainement provoqué une augmentation de la température au sol. La même gestion sur les communautés d'araignées tend à diminuer l'abondance des espèces forestières et à favoriser celles des milieux ouverts et aux conditions plus xérophiles (Huhta, 1971). (Oxbrough et al., 2005) ont ainsi mis en évidence une corrélation entre la présence d'araignées forestières et une couverture arborescente et arbustive denses. **Nous avons pu parvenir ici aux mêmes conclusions en ce qui concerne les araignées et les carabiques forestiers dont la présence est renforcée avec l'augmentation du nombre de strates.** Ce facteur paraît même plus important que le régime forestier.

Après récolte, la régénération de la végétation rend le milieu de plus en plus favorable aux espèces forestières. La plupart des études ont mis en évidence que les espèces forestières de la faune du sol étaient incapables de recoloniser avant un délai minimal de 30 ans (Niemela et al., 1993; Spence et al., 1996; Buddle et al., 2000) voire 50 ans (Magura et al., 2003). Ce retour des espèces forestières est aussi dépendant de la présence proche de zone « source » et de connexions entre ces zones (Paillet et al., 2009).

De Warnaffe & Lebrun (2003) ont mis en évidence l'absence de taxons indicateurs, et notamment de coléoptères carabidés, dans la totalité des forêts gérées qu'ils ont étudiées en Belgique (n=22). Certaines espèces de carabidés strictement forestiers peuvent ainsi être menacées par la sylviculture.

De plus, les délais entre deux récoltes sont souvent trop courts pour permettre aux stades les plus vieux de la forêt de se développer (Pearce & Venier, 2006). Ces derniers abritent une faune

d'araignées et de coléoptères différente des stades les plus jeunes (Niemela et al., 1988; Pajunen et al., 1995; Gandhi et al., 2001) mais aussi plus riche en espèces (Paillet et al., 2009). **Lors de cette étude, nous avons pu montrer une richesse en taxons forestiers de la faune du sol supérieure sur les secteurs les plus âgés (> 90 ans). Cependant, il faut garder à l'esprit que ces secteurs restent très jeunes à l'échelle du développement d'un arbre. En ce qui concerne les coléoptères saproxyliques, bien que nous ayons identifiés des secteurs plus riches que d'autres, cette richesse reste globalement faible et aucune espèce à forte valeur patrimoniale n'a pu être identifiée.**

Un autre facteur (en plus de la modalité de coupe) va intervenir sur la présence des araignées et des carabidés : la taille de la parcelle, son isolement et l'effet lisière. En effet, la richesse globale va augmenter avec la diminution de la taille de la parcelle car celle-ci va voire migrer les espèces de milieu ouvert, abondantes (Niemela et al., 1988; Usher et al., 1993) mais disparaître celles liées aux habitats forestiers, peu abondantes (Davies & Margules, 1998). Ce déclin des espèces forestières est probablement lié à la taille trop faible des parcelles ne permettant pas le maintien de populations viables, trop isolées pour disperser de manière efficace (Pearce & Venier, 2006) mais aussi aux mécanismes de compétition avec les espèces généralistes favorisées par ces perturbations (De Warnaffe & Lebrun, 2003).

Influence de la quantité et du type de bois mort

Durant ce travail nous n'avons pas pu mettre en évidence de corrélation entre la faune du sol (araignées et carabiques) et le volume de bois mort au sol. Des études récentes sont aussi arrivés aux mêmes conclusions voir ont même montré une corrélation négative entre la richesse en taxons forestiers et le volume de bois mort (Sroka & Finch 2006). Ces mêmes auteurs avancent l'hypothèse que le bois mort au sol réduit considérablement les probabilités de captures des arthropodes en freinant leur déplacement au sol et donc leur probabilité de capture. Le bois mort est indispensable à l'hivernations de nombreuses espèces de carabiques. Il constitue, de plus, le « gîte » et le « couvert » de nombreux autres taxons tels que les araignées ou bien encore les myriapodes.

Généralités sur les coléoptères saproxyliques

Influence de l'essence forestière dominante

En forêt de Rambouillet et dans les pinèdes des Landes (Brin et al., 2011), en comparant les cortèges de coléoptères saproxyliques sur chênes (sessile et pédonculé) et pin maritime ont montré que sur les 289 espèces identifiées, 227 ont été observées sur chêne et 87 sur le pin, 9% étaient communes aux deux essences. Une étude similaire menée en Allemagne par (Floren et al., 2014) a mis en évidence 13 espèces de coléoptères saproxyliques indicatrices du bois de hêtre et seulement 5 de l'épicéas. (Müller et al., 2013) ont démontré que l'essence *Fagus sylvatica* (hêtre) pouvait à elle seule héberger près de 70% de la faune des coléoptères saproxyliques durant tous les stades d'évolution de l'arbre.

Même si les conifères abritent des cortèges considérés comme « spécifiques » ils sont bien moins riches que ceux observés sur feuillus. En Bretagne, la plantation de conifères remonte au milieu 19^e siècle (Mahaud, 1998). On peut donc considérer que le faible nombre de taxons spécialistes observés est le résultat d'un processus de colonisation en cours.

Bois mort, continuité forestière (ancienneté) et âge du peuplement (maturité)

Le bois mort est un habitat essentiel pour la biodiversité des forêts (Sverdrup-Thygeson et al., 2014). En effet, les arbres sénescents et morts sont extrêmement importants pour la faune et la flore, les micro-habitats qu'ils renferment sont le support de plusieurs milliers d'espèces (Stockland & Siitonen, 2012). Dans les forêts gérées, la quantité de bois mort a considérablement été réduite (Stockland & Siitonen, 2012). De plus, la distribution spatiale et la rareté du bois mort limite le succès de colonisation si celui-ci n'est pas compensé par les capacités de dispersion des espèces concernées.

Le développement passé de la ressource en bois mort est d'une grande importance pour le développement actuel des espèces qui y sont associées. Ainsi, la présence actuelle des espèces de bois mort sur un site donné peut ne pas refléter la viabilité à long terme de la ressource « bois mort », mais plutôt représenter des populations résiduelles d'anciennes conditions, plus favorables. Ces populations sont donc susceptibles de diminuer ou même s'éteindre localement. D'autres parts, l'absence « historique » de la ressource « bois mort » a causé l'extinction locale d'espèces associées même si cette ressource est à nouveau disponible en quantité suffisante (Sverdrup-Thygeson et al., 2014). Les mécanismes de la continuité du bois mort peuvent être soit **1) que les micro-habitats associés ne se développent que dans les forêts matures 2) ou que le temps nécessaire à la recolonisation par les espèces spécialistes est plus longue que la période de rotation sur une forêt gérée**. Selon le type de forêt, des quantités de bois mort, allant de **20 à 50 m³/ha**, ont été identifiées comme étant le seuil minimum nécessaire au maintien de la plupart des espèces saproxyliques. Les espèces très exigeantes ont besoin de plus de 100 m³/ha.

Dodelin, au cours de sa thèse sur l'écologie et biocénoses des coléoptères saproxyliques dans quatre forêts du nord des Alpes françaises, met en évidence que ces sites montrent une forte individualité des communautés de coléoptères saproxyliques (Dodelin, 2006). Ceci sous-entend de faibles échanges entre stations et donc des difficultés de recolonisation en cas de disparition d'une station.

Il démontre également que la composition de ces communautés est influencée par trois facteurs principaux concernant le bois mort. Ils sont par ordre d'importance : 1) **la nature du bois** (feuillus ou résineux) ; 2) **la dimension et la situation** par rapport au sol du bois mort ; 3) **l'avancement de la dégradation** du bois mort en fonction de la superficie d'écorces présente sur le tronc, de l'état de décomposition du bois et du type de pourriture (Dodelin, 2006).

Il met aussi en évidence que l'historique de la présence de bois mort sur les stations influence les cortèges de coléoptères saproxyliques observés. Une continuité temporelle du bois mort est nécessaire au maintien des taxa les plus rares (Dodelin, 2006).

Ainsi, de nombreuses espèces de coléoptères saproxyliques se sont raréfiées dans les forêts gérées (Lachat et al., 2012). (Müller et al., 2008) ont démontré l'intérêt primordial de zones non gérées pour la conservation des espèces forestières et notamment pour les coléoptères saproxylophages.

Parmi les espèces saproxyliques observées lors de cette étude, citons par exemples le charançon *Acalles* sp. ou *Trachodes hispidus* (coléoptère Curculionidae), espèces aptères vivant en forêt qui, d'après (Buse, 2012), ne s'observent qu'en forêt ancienne (ici âge > 220 ans).

Sur une parcelle gérée, le retour des cortèges de coléoptères saproxyliques après arrêt de la gestion peut prendre plus de 60 ans (Spake et al., 2015).

Présence de lisière forestière

La diversité des invertébrés d'une forêt dépendra des conditions d'accueil que cette dernière offrira aux espèces, à chaque moment de leur vie. C'est le cas par exemple des Coléoptères saproxyliques dont les larves sont saproxylophages et nombreux adultes floricoles (environ 40%), rendant indispensable pour le maintien de ces espèces la présence de peuplements forestiers âgés à proximité de milieux ouverts fleuris. C'est aussi particulièrement le cas pour les diptères Syrphidae dont les adultes sont totalement dépendants de la ressource floricole (nectar et pollen) pour leur déplacement (énergie) et pour compléter leur cycle de développement (maturation des organes de reproduction) (Fayt et al., 2006).

Ces zones vont aussi être utilisées comme site de reproduction par de nombreux insectes et pas forcément forestiers. Ainsi, de nombreuses espèces de papillons sont spécialisées dans cet écotone. On peut citer par exemple le Tabac d'Espagne ou encore la Mélitée du mélampyre.

Les milieux ouverts en contexte forestier, allées forestières, layons herbeux, gagnages naturels ou semi-naturels, coupe-feu, placettes de débardage etc., offrent ainsi des conditions de vie et des micro-habitats indispensables au maintien d'une faune diversifiée.

Les différents axes de la gestion

La gestion forestière pour l'exploitation de bois (sylviculture) réduit les habitats potentiels pour les arthropodes spécialisés (entre autre) notamment en diminuant la quantité de bois mort et sénéscent. De nombreuses espèces ont d'ores et déjà disparus de forêts gérés en Europe et d'autres sont en déclin.

En France, l'ONF a été précurseur dans la mise en place de recommandations de gestion en faveur de la biodiversité en forêt en proposant notamment la préservation d'arbres sénescents ou morts (au moins 1/ha) et la conservation d'arbres creux (de 1 à 10 pour 5ha) (ONF, 1993, 1998).

Il existe depuis quelques années des organismes de certification de la durabilité de la production sylvicole comme le PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes ou Programme de Reconnaissance des Certifications Forestières). La charte concernant ce dernier propose la conservation d'au moins un arbre mort ou sénéscent par hectare et d'au moins un arbre à cavités (vieux ou très gros) par hectare. Elle préconise aussi le maintien de bois mort au sol de « toutes dimensions et de toutes essences » mais sans préciser d'objectifs en terme de volume. Il en est de même pour les îlots de sénescence préconisé lorsque «la taille de la propriété le permet ».

Pour les propriétaires de massifs inférieurs à 25ha, Le CRPF a édité un code de bonne pratique sylvicole (CBPS) dans les forêts bretonnes.

Cependant, la gestion actuelle des forêts ne prévoit pas suffisamment de mesures pour la conservation de la biodiversité. Nous proposons ici une synthèse de recommandation de gestion en faveur de la préservation et du maintien de la biodiversité en forêt.

Influence de l'essence forestière dominante et de la composition du peuplement

La composition d'un peuplement décrit le nombre d'essences forestières différentes présentes dans un milieu. Elle constitue un élément important de la diversité qui y sera associée. En règle général, plus la diversité en ligneux est élevée plus la diversité floristique et faunistique est élevée.

Favoriser les essences locales

En général, les feuillus ont un potentiel biologique plus élevé que les résineux. En effet, ils produisent une litière de meilleure qualité, ont une plus forte propension à la formation de cavités, produisent des floraisons plus attractives pour les insectes et hébergent des cortèges d'épiphytes et d'insectes phytophages plus diversifiés. Dans nos régions, des essences comme les chênes européens, les saules, le hêtre, le merisier ou le bouleau ont un fort potentiel biologique. Pour les résineux, c'est surtout le pin sylvestre qui présente un fort potentiel biologique. A l'inverse, des essences récemment introduites (chêne rouge, Douglas, Sitka, robinier...) présentent un potentiel plutôt faible.

Autant que possible la **plantation d'espèces feuillues locales** (chêne, hêtre) sera privilégiée. Il sera aussi important de **conserver de bois tendres** (aulnes, bouleau) sur les ripisylves, ces derniers abritant une faune saproxylique spécifique.

Lors des dégagements et dépressages il faudra conserver les essences minoritaires dans tous les cas où elles ne menacent pas les semis d'essence objectif. On choisira également de les favoriser ponctuellement aux dépens de l'essence principale pour favoriser des peuplements à plusieurs essences ou mélangés.

Influence de la continuité temporelle de l'état boisé (ancienneté)

Identifier les enjeux / priorités

Une attention particulière doit être mise sur les boisements « anciens » car ce sont eux qui abritent (ou potentiellement) les taxons à fortes valeurs patrimoniales. En prenant soin d'éviter au maximum la fragmentation, la réduction de l'habitat forestier (feuillus notamment) et la conversion de feuillus en résineux. Ce sont sur ces secteurs que devront être positionnés en priorité des îlots de conservation (îlots de sénescence).

Sur une forêt ancienne il faudra veiller à ne pas transformer les essences (feuillus vers résineux ou essences indigènes en exogènes). Les coupes rases sur de grandes superficies devront être proscrites au profit d'une régénération naturelle des peuplements par petites trouées (0,5 à 2ha maximum) grâce au maintien d'arbres semenciers permettant ainsi de maintenir un couvert et une densité de gros arbres favorables aux espèces forestières. Certains de ces arbres semenciers, préservés au-delà de leur âge d'exploitabilité, pourront alors devenir des arbres « habitats ».

Si des coupes de régénération sont envisagées, elles devront être réalisées aux abords de peuplements adultes assurant ainsi un refuge aux espèces forestières.

Une forêt ancienne est une forêt dont l'état boisé est continu depuis au moins deux siècles, sans passage par un défrichement pour l'agriculture. Elle peut contenir de jeunes peuplements, en régénération. Certaines espèces nécessitent cette continuité de l'état boisé pour subsister. On considère comme forêts anciennes les forêts qui figurent sur la carte de Cassini (18^e siècle) ou sur les cartes d'État-major (19^e siècle) et qui n'ont pas connu de défrichement par la suite.

Pour vérifier l'ancienneté d'un boisement, ces cartes sont consultables sur le site : <https://www.geoportail.gouv.fr>

Age du peuplement (maturité), structure des peuplements et modalités de coupe (régime sylvicole)

Maintenir une stratification diversifiée ou une diversité de traitements

En règle générale, la diversité des régimes sera favorable à la diversité des espèces (faune et flore) : même si le traitement par irrégularité présente les structures les plus complexes et les plus proches des systèmes naturels et abritant donc la plus forte biodiversité.

Le traitement par structure irrégulière est peu représenté dans notre région et reste principalement mis en place dans des zones plus difficiles d'exploitation comme les zones de montagne. Il est en effet plus coûteux à mettre en place en termes de temps et donc d'argent. Il est cependant le traitement le plus favorable à la faune forestière. Sa mise en place est aussi dépendante de l'essence, si sa mise en place est possible, il devra l'être sur des parcelles de feuillus, préférentiellement de hêtres puis de chênes. En plus de la diversité des strates, l'irrégularité a pour objectif d'augmenter la diversification des essences.

Aussi bien en peuplement régulier qu'irrégulier, il est recommandé de **maintenir un couvert végétal arbustif bas à tous les stades du cycle forestier** (Oxbrough et al., 2005). Le maintien de peuplements pluristratifiés permet aussi de pallier à la disparition immédiate des invertébrés forestiers comme observée sur une parcelle coupée à blanc. A défaut, une mosaïque de plantations d'âges différents entretiendra une hétérogénéité de l'habitat nécessaire au maintien des espèces forestières et de milieux ouverts.

Cette « pluristratification » pourra être favorisée 1) par le maintien après coupe d'arbres isolés ou en îlot, 2) la préservation d'arbres de la génération précédente ainsi que les semis naturels, 3) en réalisant des éclaircies à différents stades de développement du peuplement.

Sur des massifs de grandes superficies, maintenir une diversité des régimes / traitements.

Sur des massifs de petites superficies, privilégier la pluristratification et le traitement irrégulier.

Privilégier la régénération naturelle - Réduire autant que possible la surface des parcelles récoltées

La régénération naturelle, en plus d'être un dispositif important pour la transmission et la diversification du patrimoine génétique du peuplement est compatible avec le maintien des espèces forestières. Les régénérations progressives ou par petites trouées permettent une diversification des essences (espèces pionnières) favorables à la biodiversité. Le choix d'un nombre suffisant de semenciers (environ 30 par parcelles et si possible non apparentés) doit permettre une régénération étalée sur plusieurs années.

En plus du type de régénération, il est important de définir les modalités de coupes. Les moins impactantes étant les coupes progressives ou par petites trouées. Oxbrough et al. (2005) ont mis en évidence qu'entre des coupes de 0.2, 0.5 et 2ha, **les parcelles de 0.2ha étaient celles qui apportaient le plus dans le maintien des espèces forestières.**

La présence de peuplements adultes à proximité des coupes de régénération permettra d'assurer un refuge aux espèces forestières peu mobiles et sensibles à la lumière.

Mettre en place un réseau d'îlot de sénescence*

Les îlots de sénescence sont des peuplements laissés en libre évolution, sans exploitation et pour une durée illimitée.

Ces îlots permettent un retour des processus écologiques naturels favorables à une faune riche et variée (accumulation de litière et de bois mort au sol, chandelles, hétérogénéité de l'habitat,...). La mise en place de ces îlots implique la perte de tout revenu lié au bois. Les interventions y sont exceptionnelles et ne concernent que la mise en sécurité du public (ex : proximité de sentiers) ou des peuplements voisins.

Il a été démontré l'intérêt primordial de zones non gérées pour la conservation des espèces forestières et notamment pour les coléoptères saproxyliques.

Pour que le réseau soit efficace, la surface totale des îlots de vieux bois doit atteindre au **minimum 1% d'îlots de conservation, 3% étant un objectif à atteindre.** La taille des îlots peut varier de 0,5ha à la surface d'une parcelle (Gosselin & Paillet, 2005).

Les îlots de sénescence sont préférables aux îlots de vieillissement. En effet, ces derniers ne permettent pas le développement d'un habitat de qualité pour l'accueil des organismes saproxyliques (Parmain, 2015).

Ainsi, la conservation des espèces les plus rares sera favorisée par la mise en place d'îlots de sénescence dans lesquels strictement aucune intervention ne sera réalisée. Aucune coupe de bois mort ou vivant ne doit être réalisée sur ces îlots. L'accès au public des îlots pourra être interdit pour des raisons de sécurité. Ces îlots devront être mis en place dans des secteurs riches en essences différentes et où les classes d'âges sont mélangées. On favorisera les îlots en forme de carré ou de cercle pour conserver un cœur éloigné des lisières.

La mise en place d'îlots de sénescence ne compense pas la nécessité de conserver le maximum de bois mort dans la totalité du massif, mais pourra compenser l'absence temporaire de certaines classes de bois mort en fonction du diamètre et de l'état de dégradation des troncs.

Dans notre région il est préférable de choisir des îlots de sénescence dans des essences telles que le chêne ou le hêtre, essences locales et à forte capacité d'accueil en ce qui concerne la faune saproxylique.

* Îlot de sénescence : « Petit peuplement laissé de manière définitive en évolution libre, sans intervention et jusqu'à son terme (effondrement des arbres) ».

Tiré de : ONF, 2011. Bilan patrimonial des forêts domaniales (hors DOM). Editions ONF, 180p.

Influence de la quantité et du type de bois mort

Conserver du bois mort au sol et sur pied et des arbres sénescents

De manière générale, dans l'ensemble des boisements de feuillus gérés, il est primordiale de maintenir du bois mort au sol (largement absent actuellement) et des arbres dits « habitats » comme les chandelles. Pour rappel, ceux-ci sont sans danger pour les peuplements environnants car ils hébergent aussi les prédateurs des xylophages qu'ils abritent (Jactel et al., 2008).

Les invertébrés associés à la décomposition du bois mort possèdent une valeur patrimoniale importante. En effet, la gestion pratiquant une « hygiène forestière » a provoqué leur raréfaction. Cependant, ces invertébrés sont indispensables à la dynamique forestière. Le stade et la localisation de la décomposition du bois sur un arbre sont importants, ainsi, des espèces différentes seront trouvées dans des cavités situées au pied de l'arbre ou en hauteur mais aussi selon sa taille et son remplissage en terreau. Des études de typologie de milieux forestiers en relation avec la diversité et l'abondance des espèces saproxyliques montrent que trois facteurs sont très importants :

- La diversité des phases de décomposition du bois ;
- La présence d'un nombre élevé de vieux arbres ayant un large diamètre ;
- Le nombre élevé d'espèces de champignons polypores.

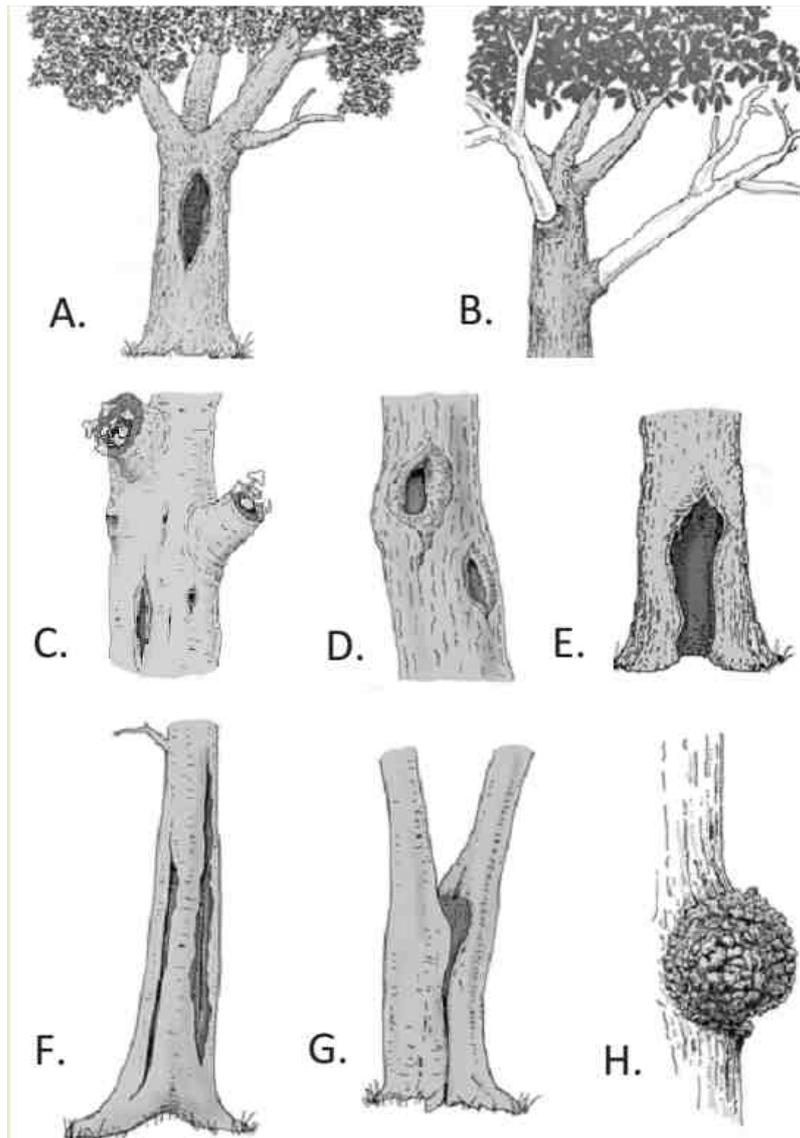
Les opérations de gestion de la forêt sont productrices d'une quantité importante de petits et gros bois fraîchement coupé. Une partie (sinon la totalité) devrait être laissée sur place, préférentiellement en bordure des milieux ouverts. Il est préconisé une série de mesures pour gérer le bois mort :

1) une présence continue de bois mort sur le site est essentielle ;

2) favoriser la présence de différents types de bois mort (bois sec sur pied à ciel ouvert et sous couvert forestier ; bois récemment tombé à terre sous couvert forestier et à ciel ouvert ; du bois parvenu à un stade avancé de décomposition et du bois de gros diamètre), l'objectif de **20 à 50 m³/ha de bois mort est un minimum** pour préserver les cortèges les plus communs de coléoptères saproxyliques en forêt de basse altitude (chêne/hêtre). Ces bois morts doivent être de tout diamètre, ainsi, il n'est pas possible de substituer une faible quantité de gros bois mort au sol par une grande quantité de petit bois mort car chaque type de bois mort a sa propre composition en espèce ;

3) laisser les arbres autant que possible atteindre leur taille maximum. Ainsi, un nombre important de niches écologiques différentes sera disponible, **le maintien de 5 à 10 arbres habitat par hectare** permet de conserver les espèces qui y sont associées ; arbre mort sur pied, chandelle (au moins 1/ha), arbres vivants à microhabitat (cavité basse) d'au moins 35 cm (au moins 2/ha), arbre sénescents (décollement d'écorce, présence de champignons) (au moins 1/ha). De même, parmi ces arbres habitats devront être également recrutés des arbres susceptibles de porter des microhabitats à l'avenir. Tous ces arbres devront être identifiés pour assurer leur protection permanente. Au sein des forêts publiques (ONF), ces arbres font l'objet d'un marquage bleu triangulaire.

Une marque apposée sur les gros arbres morts est un bon outil de gestion et de communication : cet arbre n'est pas maintenu par négligence, mais sur décision du forestier. La marque garantit le maintien de ces arbres dans le temps : c'est important pour les espèces saproxyliques les moins mobiles. Enfin, marquer les arbres morts prévient les bûcherons, pour leur sécurité.



Différents types de microhabitats. A. Cavité non due aux pics ; B. Bois mort du houpper ; C. Fructifications de champignons saproxyliques ; D. Cavités avec terreau ; E. Cavité de contreforts racinaires (cavité basse) ; F. Fissures ; G. Fourche ; H. Broussin. Source : Université technique de Berlin, Institut d'écologie, spécialité écosystème et écologie végétale, <http://naturschutz-und-denkmalpflege.projekte.tu-berlin.de> in (Bütler et al., 2013)

- 4) les arbres tombés naturellement sont préférables aux arbres sciés ;
- 5) lorsque les arbres doivent être coupés, les sites où se développe la faune saproxylique doivent rester intacts ;
- 6) ne pas couper les troncs en différentes pièces ;
- 7) la présence de fleurs dans les milieux ouverts à proximité de zones riches en bois mort favorise l'alimentation des insectes saproxyliques adultes.

Ainsi, lorsque cela est possible sans risques phytosanitaires et sans grosse contrainte à l'exploitation, il est préconisé de laisser sur place les rémanents de coupes. Les houppiers peuvent être laissés entiers ou démembrés. Le broyage et le brûlage systématique des rémanents est à proscrire.

Problématique bois énergie

La récolte des rémanents pour approvisionner la filière bois-énergie se développe énormément ses dernières années. Cette pratique à toutes les coupes, défavorable à la faune saproxylique, peut avoir un effet néfaste sur le long terme en impactant négativement la fertilité des sols forestiers.

Risques sanitaires (Branquart & Liégeois, 2010 ; Gosselin & Paillet, 2010)

Peu d'insectes forestiers peuvent être qualifiés de ravageurs

Par ravageur du bois, on entend tout insecte xylophage susceptible de causer un préjudice économique important en se nourrissant aux dépens des tissus d'arbres vivants ou dépérissant. En réalité, peu d'insectes sont capables de produire ce type de préjudice car le système de défense des arbres vivants vis-à-vis des agressions extérieures est d'une très grande efficacité. Au nombre de quelques dizaines d'espèces seulement, les insectes ravageurs du bois appartiennent surtout à l'ordre des coléoptères (buprestes, charançons, longicornes et scolytes).

Les ravageurs du bois sont inféodés aux seuls arbres vivants

Les insectes xylophages se nourrissent de tissus vivants de l'arbre. Du fait de leurs préférences alimentaires et de leur cycle de développement court, on ne les retrouve plus sur les arbres morts proprement dits. Ils laissent alors la place au complexe saproxylique spécialisé dans l'exploitation de tissus morts ; celui-ci compte des milliers d'espèces toutes incapables de coloniser des arbres vivants. De ce fait, les arbres morts depuis plus d'un an, reconnaissables à leur écorce déhiscente, ne constituent pas un substrat favorable aux ravageurs et ne présentent donc aucun danger pour la forêt.

Les ravageurs du bois sont principalement des parasites de faiblesse

La plupart des xylophages sont incapables de passer outre les défenses des arbres bien vigoureux ; ce sont des parasites de faiblesse qui s'attaquent préférentiellement aux arbres affaiblis par des lésions corticales importantes, des stress climatiques, etc. Seuls font exceptions quelques ravageurs des résineux – essentiellement des scolytes – qui peuvent devenir plus agressifs et attaquer des arbres sains lorsqu'ils rencontrent des conditions favorables à leur pullulation (chablis par exemple). Dans ce cas, des coupes sanitaires visant à éliminer rapidement les arbres infestés peuvent constituer un moyen de lutte efficace pour endiguer le développement de ces insectes.

Synthèse

Les seuls risques forts concernent essentiellement les résineux (pins, épicéas, sapins) lorsqu'ils sont menacés par les scolytes. Ces risques sont le fait de parasites secondaires présents dans le bois récemment mort ou les arbres dépérissants, surtout lorsqu'ils sont de la même essence que le peuplement avoisinant. En dehors de ces cas, il n'est pas utile d'enlever les arbres morts ou sénescents.

- un arbre mort depuis plus d'un an, à l'écorce décollée, est sans danger pour le peuplement ;
- beaucoup d'insectes parasites sont spécialistes d'une espèce d'arbre : il n'y a aucun danger à laisser un bouquet de hêtres sénescents au milieu d'un peuplement d'épicéas. Une étude récente a montré que le mélange d'essences pouvait réduire l'attaque des déprédateurs en hébergeant leurs parasites ;
- il est inutile de retirer un arbre porteur de champignons parasites car les sources de spores sont nombreuses et pas toujours visibles. La pourriture au niveau d'une cavité s'étend lentement, les champignons saproxyliques s'installent préférentiellement sur les blessures et ne contaminent pas les arbres sains. Il n'y a pas de raisons sanitaires d'éliminer les arbres à cavités ;

- les arbres dépérissant à la suite d'évènements climatiques (foudre, vent, sécheresse, gel) et sans pathogènes (s'assurer de l'absence de scolytes) sont généralement sans risque ;
- la présence d'arbres morts depuis plus d'un an ne joue pas sur la dynamique des parasites primaires, qui s'installent sur les arbres quel que soit leur état sanitaire.

Connectivité et fragmentation (Vandekerkhove et al., 2013)

Nous avons vu que la présence de bois mort est un paramètre primordial pour la conservation de la faune saproxylique. Cependant, la population d'une espèce ne parviendra à survivre que si sa reproduction et son immigration sont capables de compenser les pertes dues à la dispersion, à la mortalité et à la prédation. Les espèces saproxyliques présentent une particularité car leur habitat est éphémère, en effet, les arbres creux et morts ne sont disponibles que de manière temporaire et, en tant qu'habitat, peuvent ne convenir à certaines espèces que sur une période encore plus réduite (Stokland et al., 2012). Ainsi, la survie de la population d'une espèce dépendra de ses capacités et opportunités de colonisation d'habitats nouvellement disponibles avant même de perdre l'habitat d'origine.

On peut ainsi comparer les organismes saproxyliques à des populations vivant sur des icebergs en train de fondre. Ils doivent être capables d'atteindre le prochain iceberg approprié avant que l'iceberg d'origine n'ait disparu.

Tant que le nombre de parcelles « d'habitat » est suffisant et assez proche pour permettre une colonisation, une métapopulation viable d'une espèce peut se former ou s'y maintenir, assurant ainsi la survie de l'espèce. En revanche, si le taux d'établissement est insuffisant, la métapopulation déclinera et finira par s'éteindre. **Ce processus peut être lent et se produire après la perte de l'habitat.** Il est possible que des espèces soient encore présentes alors que les conditions nécessaires à leur habitat ne sont plus remplies. C'est ce que l'on appelle la « dette d'extinction » (Hanski, 1999). De même, **la recolonisation d'habitats adaptés récemment établis peut également être retardée du fait que l'espèce ne parvienne pas à les atteindre ou qu'elle n'ait pas encore développée de nouvelles populations : c'est ce que l'on appelle le « crédit d'immigration »** (Jackson & Sax, 2010).

La colonisation par une espèce d'un habitat adapté est le résultat conjoint d'une dispersion et d'un recrutement réussis (Jonsson et al., 2005). La dispersion est la capacité à se propager activement, qui peut s'effectuer par des graines, des spores ou d'individus adultes dispersants, de manière aléatoire ou ciblée. Le recrutement est la capacité à s'établir et à se reproduire dans une parcelle d'habitat nouvellement colonisée, et dépend fortement du fait que l'habitat en question soit adapté ou non. Certaines espèces peuvent être très sélectives, alors que d'autres le sont moins. La réussite est fortement déterminée par le potentiel de dispersion et de recrutement spécifique de chaque espèce.

Un réseau fonctionnel d'éléments caractéristiques des vieilles forêts permet aux espèces cibles de se développer et de maintenir des métapopulations viables. La continuité et la connectivité dans le temps et dans l'espace constituent des éléments essentiels.

Un tel réseau implique des parcelles plus ou moins grandes sans intervention et interconnectées par des arbres-habitat servant de « corridors » et de « tremplins » au sein de la matrice de la forêt exploitée. La fonctionnalité de la configuration dépend des besoins en termes d'habitat et de la capacité de dispersion des espèces.

Ce réseau devrait garantir une continuité dynamique dans le temps et dans l'espace des habitats adaptés aux différentes espèces saproxyliques (spécialistes et ubiquistes).

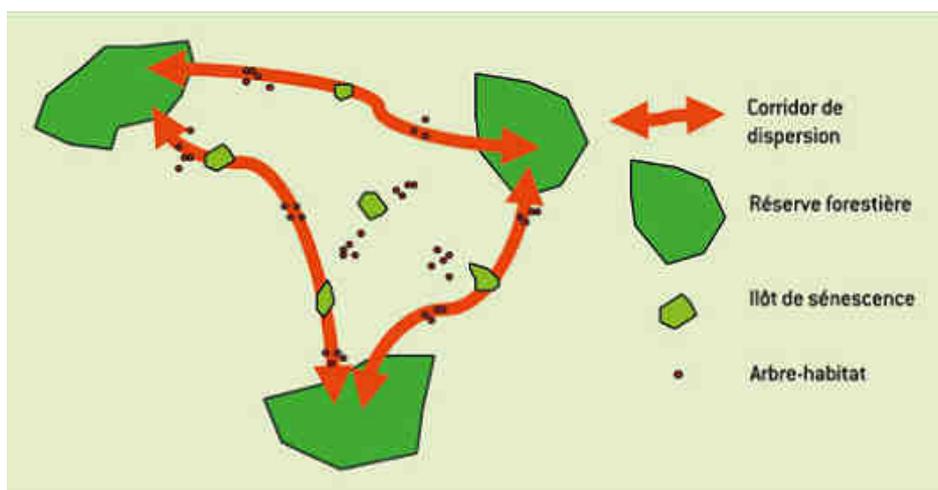
En effet, pour les coléoptères saproxyliques, la disponibilité et les besoins en termes d'habitat influencent la possibilité de recolonisation, de plus, ce processus est compliqué par le fait

que le potentiel de dispersion est extrêmement divers entre les différentes espèces (Jonsell et al., 1999).

Certaines espèces, qui sont souvent liées à des habitats très éphémères (les scolytes, par exemple) présentent une grande capacité de dispersion et ont eux-mêmes une courte espérance de vie. Les espèces dépendantes des microhabitats durables dans le bois mort (telles que les espèces vivant dans le bois décomposé) sont dotées d'un faible taux de dispersion et vivent plus longtemps (Southwood, 1977). (Brunet & Isacson, 2009) ont découvert que si les espèces non sélectives ne sont pas affectées par une isolation des vieilles forêts, on pouvait constater un effet important sur les espèces plus sélectives ou ayant une dispersion limitée (ces espèces sont donc souvent rares et inscrites sur listes rouges), dès que la distance traversée est de quelques centaines de mètres. Certaines espèces se sont avérées incapables de traverser une section de deux kilomètres d'habitat défavorable. Jonsell et al., (1999) sont parvenus à la conclusion que les espèces vivant sur les champignons qu'ils étudiaient avaient le potentiel de coloniser un substrat adéquat situé dans un rayon d'un kilomètre autour de leur point d'origine, mais ils ont également observé une colonisation déjà réduite à une distance de 150m. Pour certaines espèces, telles qu'*Osmoderma eremita*, une dispersion sur des distances supérieures à 200m est même improbable (Hedin et al., 2008).

De plus, certaines de ces espèces fixées sont extrêmement sélectives au niveau de leur habitat. Elles sont tributaires des sites offrant une grande continuité spatio-temporelle d'habitats liés aux forêts naturelles et sont donc souvent utilisées comme indicateurs de la continuité d'un habitat (Müller et al., 2005).

Dans le cas de la plupart des coléoptères saproxyliques, une approche intégrative axée sur un réseau de rétention, **dotée de bosquets d'arbres-habitat et d'îlots de sénescence à des distances accessibles** (quelques centaines de mètres), fournira un réseau fonctionnel permettant de constituer des populations viables. Dans le cas des espèces fixées vivant dans le bois décomposé, la stratégie de conservation devrait s'axer sur **la localisation de populations relictuelles**, ainsi que sur leur conservation et l'extension de leur habitat à proximité immédiate (Hedin et al., 2008; Thomaes, 2009). Aujourd'hui, **beaucoup de ces espèces se trouvent dans les arbres têtards et les vieux vergers de campagne** (Alexander, 2008) comme *Osmoderma eremita* (Cetonidae) et son prédateur *Elater ferrugineus* (Elateridae) en Bretagne, et parfois aux abords des forêts. Il faudrait donc que les réseaux de connectivité de ces espèces s'étendent également hors des limites strictes de la forêt.



Représentation schématique d'un réseau fonctionnel d'éléments clés des vieilles forêts : les réserves intégrales de grande taille (supérieur à 10ha) sont connectées entre elles par des îlots de sénescence (entre 1 et 5ha) et par des arbres « habitat », individuels ou en bouquets. Les zones présentant une plus grande densité d'arbres « habitat » peuvent former des corridors mais la plupart des espèces cibles peuvent

également traverser une matrice de bonne qualité, adapté d'après (Lachat & Bütler, 2007)

Pour beaucoup d'espèces, un réseau typique d'éléments de vieilles forêts fonctionnera si ces derniers ne sont pas trop éparpillés. Ainsi, un réseau consistant devrait combiner les éléments suivants :

- 1) un réseau d'îlots de sénescence (taille minimum des parcelles réservées supérieure à un hectare (Müller et al., 2012) ;
- 2) une distance de un à deux kilomètres entre ces zones réservées convient à la plupart des espèces, mais peut s'avérer problématique pour certaines autres (Brunet & Isacson, 2009) ;
- 3) une matrice qualitativement adaptée, permettant une bonne dispersion vers les zones réservées, mais fournissant elle-même un habitat pour de nombreuses espèces. Préserver au moins cinq à dix arbres-habitat par hectare (grands arbres morts, arbres âgés, arbres creux, etc.), autant d'arbres individuels que de groupes, et aussi bien des arbres exposés au soleil que des arbres situés à l'ombre.
- 4) en ce qui concerne le groupe spécifique d'espèces à dispersion limitée nécessitant une continuité au niveau de leur habitat, rechercher les zones « à haut potentiel » et relictuelles où il est possible de créer un réseau local dense et fonctionnel de parcelles réservées, afin de permettre à des populations ou métapopulations viables et durables de se développer. Également tenir compte des zones relictuelles pour ces espèces étant situées hors des limites strictes de la forêt ;
- 5) et enfin, rester réaliste : les espèces indicatrices spécifiques aux forêts primaires ne se contenteront pas de conditions moindres ; des zones de conservation plus vastes resteront indispensables à leur conservation. Une gestion intégrative peut y contribuer en fournissant une meilleure matrice de transit, mais ne sera pas capable d'héberger des populations viables de telles espèces.

L'emploi des pesticides

L'utilisation des pesticides en forêt en France reste très marginale (0.3% des surfaces pour les herbicides et 0.1% des surfaces pour les pesticides). L'emploi de tels produits ne reste pas sans conséquence sur les réseaux trophiques.

L'utilisation des pesticides sur des échelles assez vaste pour lutter contre les pullulations de certaines espèces dites « ravageuses » a été réalisée dans de nombreux pays. Nous avons maintenant des exemples concrets où ces utilisations ont eu l'effet inverse que celui recherché en créant un déséquilibre de l'écosystème. L'épandage d'insecticide provoque non seulement une très forte diminution des effectifs des ravageurs (pas uniquement celui qui est ciblé), mais aussi de ses prédateurs et de ses parasites qui participent au contrôle des effectifs. Après les traitements, l'espèce cible et les autres espèces potentiellement problématiques reconstituent rapidement leurs effectifs, ce qui n'est pas automatiquement le cas des prédateurs ni des parasites. L'épandage d'insecticide favorise donc une nouvelle pullulation par élimination des espèces exerçant un contrôle.

Par exemple, la multiplication de la Tordeuse verte (*Tortrix viridana*) en Espagne est rattachée à la rupture des équilibres naturels consécutive à des épandages répétés d'insecticides pour lutter contre le Bombyx disparate (*Lymantria dispar*) (Dajoz, 1998).

De même, au Canada, il a été montré un phénomène similaire lorsqu'un insecticide pour lutter contre le Papillon *Choristoneura fumiferana* a été répandu. Ceci a provoqué une baisse

importante des effectifs de la Tenthrède *Gilpinia hercyniae*. Cette baisse a été accompagnée de la quasi disparition des parasitoïdes et du virus qui contrôlaient efficacement la Tenthrède. Lorsque les applications d'insecticides cessèrent, la Tenthrède reconstitua rapidement ses effectifs et elle redevint nuisible ; mais la maladie et les parasitoïdes ne reconstituèrent pas leurs effectifs (Dajoz, 1998).

De par leur coût et leurs actions, l'utilisation des insecticides est à bannir.

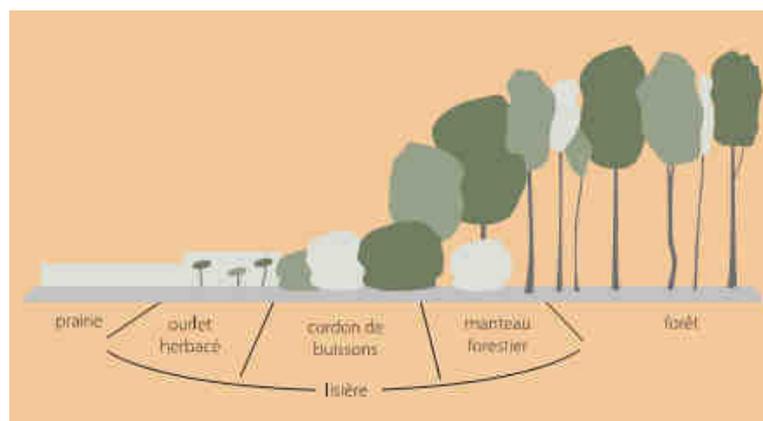
Les lisières forestières

Pour favoriser les espèces des milieux ouverts en contexte forestier, l'organisation en mosaïque d'habitats doit être privilégiée et leur gestion réalisée en cherchant à obtenir des caractéristiques similaires à celles des habitats classiques en dehors de la forêt.

Il existe des différences importantes entre les grandes clairières forestières et les petites zones ouvertes formant un réseau à l'intérieur (placettes de débardages, bermes...) et sur les marges de la forêt. Les grandes zones, souvent pâturées, manquent de refuges, leur gestion est proche de celles des prairies extérieures. Les petits milieux ouverts, non pâturés excepté par des cervidés, offrent de nombreux refuges et nécessitent une gestion appropriée, dans la limite où ces méthodes ne compromettent pas les autres usages de ces secteurs. Les techniques de pâturage mises en œuvre sur des prairies humides ou des pelouses calcicoles par exemple sont difficiles à mettre en place sur ces petits milieux, souvent linéaires, et la gestion par brûlis dirigé est proscrite dans le cas des milieux forestiers.

Il est nécessaire de bien identifier les différents types de milieux ouverts présents sur une forêt et de prioriser les intérêts de leur conservation. Ce sont les allées forestières qui seront principalement traitées.

Ces habitats sont particulièrement intéressants quand ils permettent l'expression de processus dynamiques et le développement spontané de végétation ligneuse et herbacée. Plutôt que d'avoir des transitions abruptes entre habitats, il est préférable de favoriser le développement de lisières étagées et bien structurées, aussi bien en bordure des massifs forestiers que le long des chemins, des coupe-feux et des gagnages (Branquart & Liégeois, 2010) (figure ci-dessous).



Exemple de lisière externe étagée et bien structurée (Branquart & Liégeois, 2010)

Structuration des allées en coupe transversale

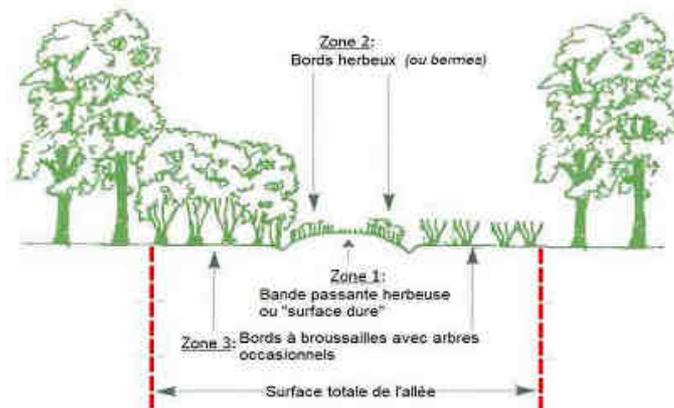
Réaliser des coupes et laisser la végétation recoloniser ces espaces est une méthode pour créer et aménager les bermes d'allées forestières. Les buissons seront ensuite recepés et les bandes herbeuses fauchées chaque année tardivement (septembre, octobre) ou en rotation sur deux ans.

Dans le cas de lisières internes, la largeur totale recommandée du chemin élargi est de 1,5 fois la hauteur maximale des arbres du peuplement limitrophe. L'intérêt pour la faune sauvage disparaît si la largeur des allées est inférieure à la hauteur des arbres adjacents.

On trouvera donc en théorie deux bandes parallèles aux chemins :

- un ourlet buissonnant, obtenu par recépage par portions discontinues. Ces derniers ne doivent toutefois pas créer d'ombrage significatif aux bandes herbeuses.

- une bande herbeuse de 2 à 5 mètres de large avec en son centre une bande passante.



Coupe transversale d'une allée forestière (Stephens, 2005)

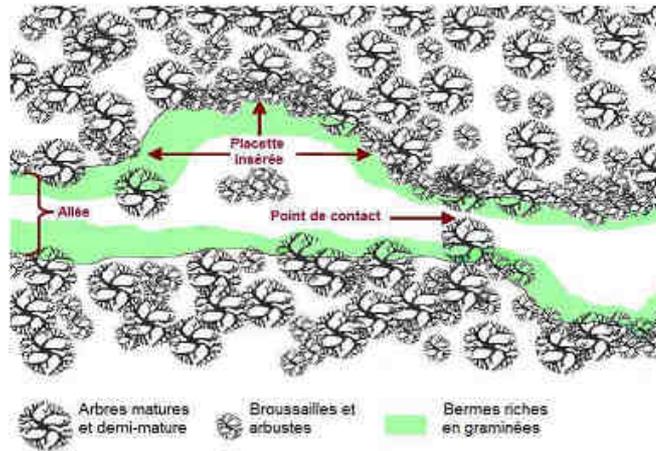
Notons que les ronciers doivent être maintenus au maximum dans les situations ensoleillées. Un grand nombre d'insectes viennent butiner les fleurs lors de leur floraison et ils offrent des repaires abrités et bien exposés aux espèces, notamment lors des premières émergences, au début du printemps.

Structuration des allées en coupe longitudinale.

Il faudra veiller à :

- rétrécir l'extrémité des allées pour éviter de créer des effets de tunnel de vent au travers du bois : arrêter donc les élargissements de chemins à 20 m de la lisière ;
- préférer la création d'enclaves à l'ouverture complète des bermes d'un chemin ;
- permettre par endroits (séparés de moins de 100 m) une jonction de la canopée, n'entravant pas les dynamiques de populations des écureuils si leur présence est avérée ;
- être vigilant au sens du vent lors des ouvertures de chemins, afin d'éviter les couloirs froids et venteux qui risquent notamment de créer des dommages sur les arbres ; dans le même sens, favoriser un effet de lisière face au vent dominant.

La figure ci-dessous synthétise ces recommandations.



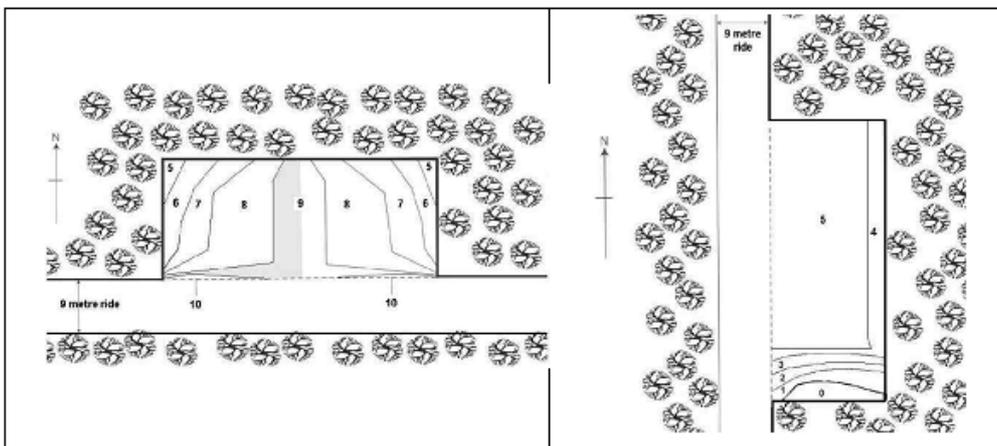
Exemple d'aménagements d'allée forestière (Stephens, 2005)

Création d'enclaves et orientation des allées

Les potentialités d'accueil des allées orientées nord-sud pourront être améliorées en créant d'un côté ou de l'autre des zones d'élargissement non boisées ponctuelles.

Quand on compare les diagrammes d'ensoleillement d'enclaves herbacées en bord de chemin, on constate que ces secteurs bénéficient d'un ensoleillement deux fois plus long pour un chemin orienté est-ouest (figure a. ci-dessous) par rapport à un chemin orienté nord-sud (figure b. ci-dessous). De plus, ils se réchauffent plus tôt dans l'année et se refroidissent plus tard.

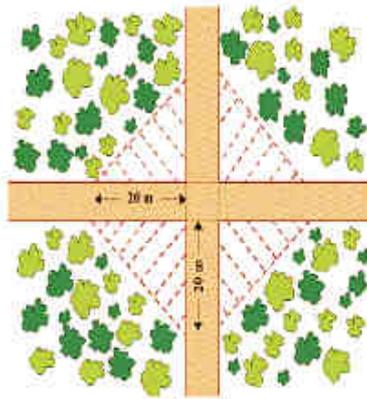
Pour les chemins orientés est-ouest, ces zones doivent être placées sur la marge nord de l'allée. Rappelons que le bénéfice de ces placettes sera perdu rapidement si leur largeur est inférieure ou égale à la hauteur des arbres environnants.



Durée d'ensoleillement moyenne journalière pour des enclaves forestières insérées sur un chemin est-ouest (a) et nord-sud (b) (Stephens, 2005)

Création d'autres milieux ouverts

Des clairières peuvent également être créées aux carrefours de chemins en recoupant les angles des peuplements forestiers. Chaque angle peut être voué à une destination différente : zone prairiale fauchée régulièrement, zone prairiale ponctuée de quelques arbres, reprise de petits arbustes et fourrés etc.



Exemple de création de clairière par rognage des angles d'un carrefour, d'après Fichelet (2006)

Notons qu'il n'est pas nécessaire de reboucher systématiquement tous les espaces laissés vacants par les chablis, ces derniers offrant des milieux ouverts intéressants ponctuels dans le temps et l'espace.

Gestion des allées forestières

Le maintien ou la restauration de milieux ouverts non engraisés, riches en plantes nourricières et nectarifères est capital.

Les auteurs préconisent de restaurer les prairies pour y favoriser les cortèges floristiques dominés par les espèces des prairies pauvres en nutriments. On peut faire le même parallèle avec les bermes. Réduire la compétitivité de certaines espèces, réaliser une fauche avec exportation, perturber le sol par grattage partiel et ressemer avec des stocks de graines de plantes indigènes *etc.*

Selon (Mériguet et al., 2006), l'utilisation du broyage est traumatisante pour l'ensemble de l'écosystème, et ne permet qu'à des espèces à reproduction rapide ou particulièrement résistantes de se développer. Le fauchage est donc préférable car il détruit moins d'animaux (pontes, larves et adultes) et laisse aux occupants de la strate herbacée le temps de quitter les plantes coupées. Ces dernières doivent toutefois être exportées afin de ne pas créer une couche dense qui gênerait la pousse des plantes.

La fauche peut être utilisée autant comme opération d'entretien que comme opération de restauration.

Certains auteurs privilégient l'entretien extensif des bermes et clairières. Lorsque le fauchage est nécessaire, il doit respecter les modalités suivantes :

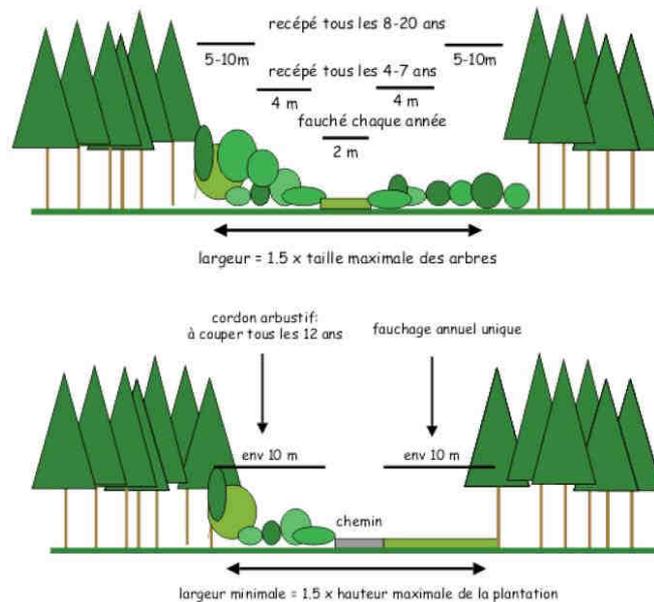
- fauchage tardif (en automne), si possible, afin de respecter les périodes de stades larvaires des invertébrés, d'assurer la floraison et la fructification des communautés floristiques, de conserver les ressources alimentaires des phytophages, granivores...
- fauchage avec une exportation différée des produits de fauche, permettant aux animaux de quitter la zone fauchée.
- échelonnement du fauchage, tous les 1 à 2 ans, par portions discontinues, un tiers de la surface à chaque passage par exemple, ou via une fauche en alternance de chaque côté de la voirie.
- utilisation d'une faucheuse à outils rotatifs ou d'une faucheuse à barre de coupe qui coupe l'herbe, contrairement à la faucheuse à fléaux qui la broie.
- fixation de la hauteur de coupe à minimum 15cm, ce qui permet d'épargner bon nombre de chenilles et d'œufs.

Notons que les dates de fauche peuvent être adaptées pour des raisons de sécurité sur les routes à circulation.

Il est possible de séparer l'allée forestière en 3 zones, en coupe transversale (figure ci-dessous) :

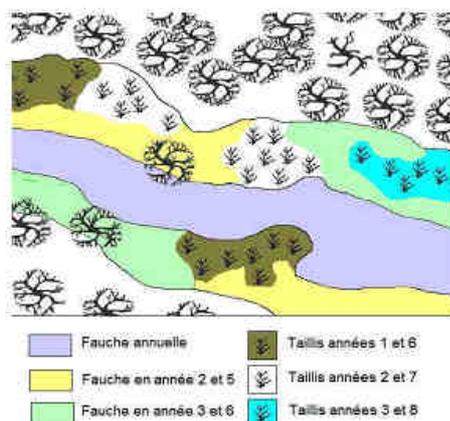
- une zone fauchée annuellement, devant être centrée sur la zone de l'allée forestière la plus ensoleillée ;
- une zone prairiale fleurie évoluant vers le fourré, devant être coupée une fois tous les 3 à 5 ans ;
- une zone de transition entre cette dernière et la futaie, pouvant être coupée tous les 8 à 20 ans.

La figure ci-dessous présente des exemples de gestion de bords de chemins forestiers qui permettent de répondre à ces objectifs d'ensoleillement et d'étagement de la lisière.



Exemples de gestion des bords de chemins forestiers permettant de maximiser l'ensoleillement, de reconstituer une lisière étagée et de favoriser les espèces héliophiles (Fichelet, 2006).

Dans le cas d'une longue allée il est préférable d'éviter de faucher tout un côté la même année. Il vaut mieux créer une mosaïque de zones fauchées et non fauchées. De façon globale, il faudra privilégier un assemblage de micro-milieus à la structure et à la gestion différente (figure ci-dessous).



Exemple d'une gestion d'un espace en mosaïque (Stephens, 2005)

Évacuer les produits de coupe le long de certaines allées peut être un facteur de biodiversité, en constituant un abri pour certains micromammifères.

A titre d'exemple, on peut se fixer comme objectif que 10 % de la superficie des milieux ouverts soient fauchés à raison d'une fois par an. On doit s'assurer qu'à chaque instant de la gestion, les milieux ouverts intra-forestiers proposent une diversité maximale d'habitats.

Il est reconnu que les lisières les plus intéressantes sont celles qui font la transition entre forêt et milieu ouvert (clairière, champ, chemin) (Gosselin, 2008). A l'inverse donc, pour favoriser la faune y vivant et permettre de meilleures connexions entre les milieux ouverts d'un site, il convient d'être attentif à la gestion des lisières les bordant et les reliant : diversité des strates (ourlet buissonnant et herbacé), diversité des essences (espèces de lumière, fruitiers)...

Vers un plan de gestion des milieux ouverts forestiers

L'organisation de la gestion des espaces ouverts mérite pour les 5 premières années d'être planifiée en détail. La production de cartes de planification des actions de gestion le long des chemins est nécessaire, afin d'aider les techniciens intervenant sur le terrain et permettre également la réalisation d'actions différenciées grâce à un document différent établi à l'avance pour chaque année. Comme il peut y avoir des interactions avec les cervidés dans le cadre de réouverture de milieux, il est important d'arrêter avant une planification d'actions de gestion avec la personne en charge de la régulation des populations de cervidés dans la forêt.

(Kirby, 1992) propose un cadre de suivi des milieux ouverts en contexte forestier en Grande-Bretagne :

- Objectif 1 : maintenir les habitats ouverts à hauteur de X % de la surface de la forêt.

Suivi : définir ce qu'on prend en compte sous l'appellation « milieux ouverts » puis, s'il n'y a pas de cartographie faite depuis plus de 5 ans, en réaliser une à partir des photographies aériennes, à confirmer par des visites de terrain. Ce type de cartographie peut être réalisé à raison de 20 % du massif chaque année.

- Objectif 2 : s'assurer qu'il y ait des états dynamiques des habitats et des structures de végétation en bon état de conservation.

Suivi : définir et localiser les structures de végétations des habitats en parcourant et photographiant le site. Chaque année 20 % de ces habitats en mauvais état de conservation peuvent être recensés.

- Objectif 3 : s'assurer de la présence des espèces caractéristiques des principaux stades de milieu ouverts sur le site.

Suivi : mettre en place un suivi botanique pour des espèces ciblées et lister les espèces attendues pour les comparer aux résultats de terrain. Des transects perpendiculaires aux allées et s'enfonçant dans le sous-bois sur un à deux mètres de large peuvent être mis en place pour des suivis botaniques ou entomologiques.

- Objectif 4 : maintenir les populations, soit de certaines espèces rares, soit de toutes les espèces. Pour le suivi, il faut veiller à bien expliciter la méthode retenue, à localiser les noyaux de populations, décrire leur taille... Un lien avec les suivis à une échelle nationale doit être établi pour relativiser les observations sur le site.

Comme dans tous les plans de gestion, une part devra être réservée à l'information des utilisateurs de la forêt. Supprimer des arbres de production pour élargir une allée, faucher tardivement ou tous les deux ans ou toute autre action différant de celles habituellement effectuées dans le cadre d'une gestion à visée économique de la forêt peut étonner voire choquer.

Notion d'indicateur et présentation de méthodes de suivi et d'évaluation de la qualité de l'habitat forestier

Les espèces indicatrices ou les groupes d'espèces indicatrices sont caractéristiques des spécificités des habitats et présentent souvent une valeur de conservation élevée. De ce fait, en vue de renforcer la qualité de la biodiversité forestière, la gestion devrait avoir pour objectif l'amélioration de la qualité de l'habitat, afin de maintenir ou d'accroître le nombre d'indicateurs plutôt que de maximiser le nombre d'espèces. Cela permettrait de favoriser toute une gamme de besoins écologiques et de types fonctionnels d'insectes, ce qui profitera probablement également aux spécialistes rares.

Evaluation de la valeur biologique des forêts par l'étude des coléoptères saproxyliques

Pour la présentation de ce protocole, ses objectifs et sa réalisation se référer au paragraphe aux rapports de la cellule entomologique de l'ONF sur les sites de la forêt de Beffou et de la Corbière.

Suivi « Syrph the Net » (StN) (Claude et al., 2013; Anonyme, 2016)

Les Syrphidae sont une famille de l'ordre des Diptères qui compte approximativement 850 espèces connues en Europe (Speight, 2012) et environ 529 espèces décrites en France métropolitaine (Claude & al., 2013). Ces petites mouches occupent des niches écologiques variées dans la chaîne alimentaire : microphages, herbivores, prédateurs, avec des exigences écologiques précises. Par ailleurs, les larves de syrphes occupent 3 groupes trophiques différents (phytophages, zoophages et saprophages). L'étude de cette seule famille permet donc de « couvrir » trois compartiments fondamentaux du réseau trophique. L'ensemble de ces caractéristiques fait de cette famille un outil pertinent de bioindication (Sarhou & Sarhou, 2010). Il existe des espèces caractéristiques de presque tous les habitats présents en France, dont les forêts.

Suffisamment d'informations sont disponibles sur les habitats, microhabitats, et traits de vie de plus de 95% des espèces françaises de syrphes. Leur codage élaboré dans une base de données européenne rend toutes ces informations disponibles et utilisables, même pour des non spécialistes.

Principes

La méthode Syrph-the-Net (StN) a été élaborée dans les années 1990 par le spécialiste irlandais Martin C.D. Speight. Globalement, elle consiste à comparer une liste d'espèces théoriquement présentes lorsque l'habitat n'est pas perturbé, à la liste des syrphes effectivement

récoltés sur le terrain. Le pourcentage d'espèces « au rendez-vous » sur les espèces prédites permet de chiffrer l'intégrité écologique de l'habitat (figure ci-dessous).

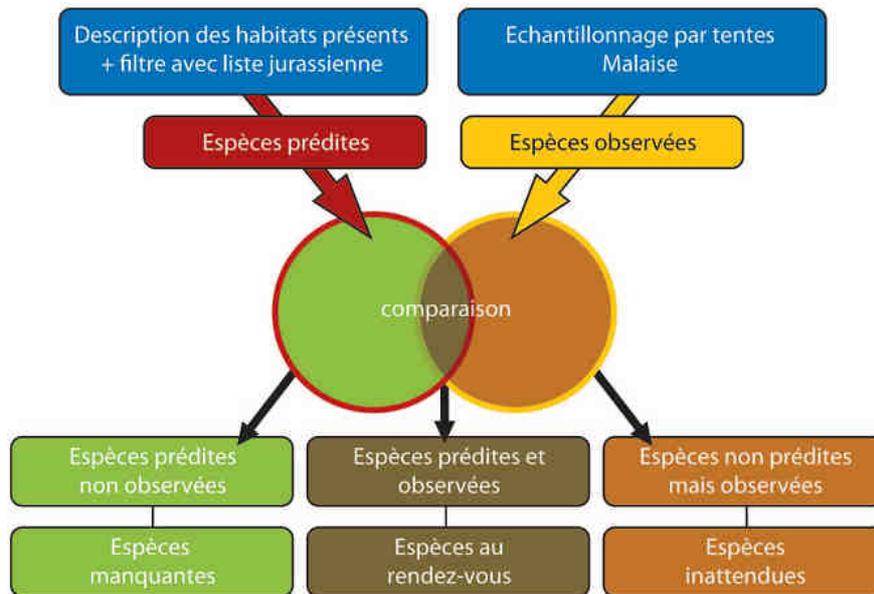


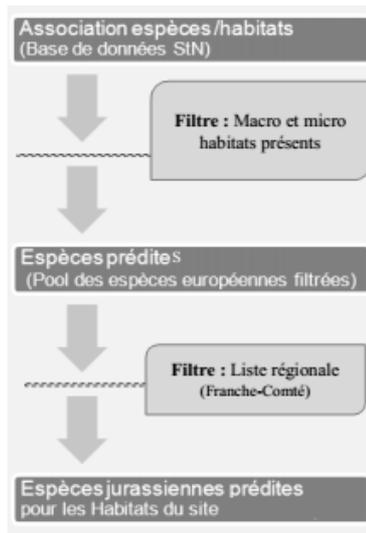
Schéma de fonctionnement de la méthode Syrph the Net, d'après Sarthou & Sarthou (2010)

Les catégories d'habitats utilisées dans cette méthode correspondent à celles du système européen CORINE et de son dérivé, le système EUNIS. Ces catégories sont nommées « macro-habitats », eux-mêmes composés de micro-habitats qui correspondent aux caractéristiques structurales identifiables des macro-habitats, auxquels les stades de développement des syrphes sont associés (Speight et al., 2007). Le macro-habitat correspond à l'espace vital utilisé par un syrphe au stade adulte alors que le micro-habitat est utilisé au stade larvaire. Une larve peut être associée à un ou plusieurs micro-habitats d'un même macro-habitat, en fonction de son degré de sténoécie.

« StN » utilise ainsi une base de données où sont encodées les associations habitats / espèces en fonction de leur typicité aux habitats larvaires :

- 0 : pas d'association ;
- 1 : association minimale (l'habitat est seulement utilisé de façon marginale par l'espèce) ;
- 2 : association moyenne (l'habitat fait partie de la gamme normale utilisée par l'espèce) ;
- 3 : association maximale (l'habitat est préférentiel pour l'espèce).

A partir de la liste des habitats présents, une liste des espèces européennes attendues dans les macro-habitats du site est constituée. Cette première liste est ensuite filtrée avec la liste des espèces de la liste régionale, ce qui permet d'obtenir une liste régionale des espèces attendues pour les habitats du site décrit (figure ci-dessous).



Principe de l'élaboration de la liste des espèces prédites d'après Claude & al., (2013)

Intervalle	Intégrité	Description
[0-20%]	Très faible	Très insuffisante
[21-40%]	Faible	Insuffisante
[41-50%]	Moyenne	Moyenne
[51-75%]	Bonne	Bonne
[76-85%]	Très bonne	Très bonne
[86-100%]	Excellente	Excellente

Seuils d'appréciation des différents critères d'après Claude & al., (2013)

En comparant la liste régionale des espèces prédites avec celle des espèces observées, trois types de listes d'espèces sont obtenus :

- Les espèces manquantes ;
- Les espèces au rendez-vous ;
- Les espèces inattendues.

Les espèces au rendez-vous, exprimées en pourcentage des espèces prédites, indiquent l'intégrité écologique de l'habitat ou de la station étudiée (capacité d'accueil) selon les seuils détaillés dans le tableau ci-dessus. Les espèces expliquées (pourcentage des espèces au rendez-vous sur les prédites) renseignent sur la qualité de la description des habitats et micro-habitats associés (notion d'intervalle de confiance).

Protocole

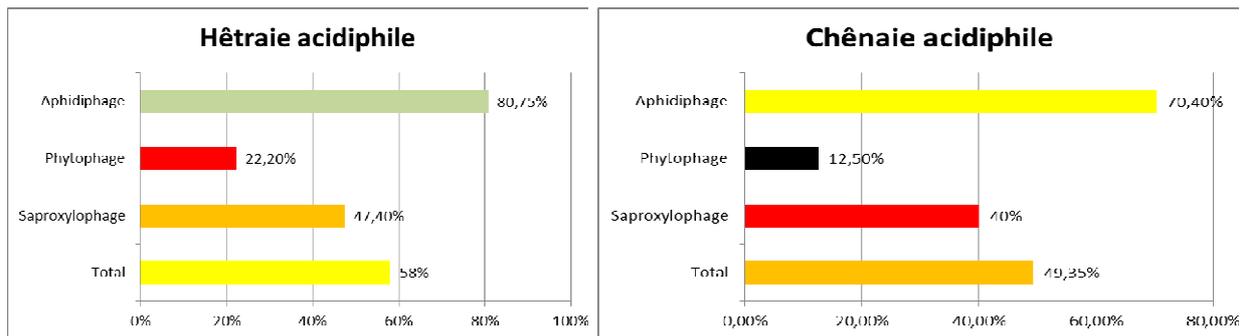
Un tandem de 2 tentes Malaise est à minima requis pour étudier un site. Les pièges sont orientés sud / sud-est et éloignés l'un de l'autre au maximum de 250m. Si le site est en mosaïque ou de grande surface, le nombre de pièges augmente. Les récoltes sont réalisées toutes les deux semaines (parfois toutes les semaines en période caniculaire) durant toute la belle saison (avril à septembre). Les espèces sont ensuite triées puis identifiées. Cette étape est le plus chronophage et nécessite l'intervention d'un spécialiste de ce groupe taxonomique.



Conclusion

La méthode « Syrph-the-Net » permet d'appréhender transversalement tous les facteurs nécessaires à l'évaluation de l'état de conservation d'un site et propose surtout un diagnostic écologique fonctionnel. Pour le gestionnaire, la méthode permet non seulement de connaître mais également d'agir pour modifier la gestion. Egalement, cette méthode d'analyse permet une approche du global au détail avec une quantification fonctionnelle, à tous niveaux, répliquable (car standardisé et donc comparable dans le temps pour un site) et comparable avec d'autres sites d'études.

Exemple en forêt de Cerisy (Calvados, Manche) (Lair, 2011)



Intégrité écologique des réseaux trophiques (aphidiphage, phytophage et saproxylophage) et de l'habitat « hêtraie acidiphile » (total) sur un îlot de sénescence en forêt de Cerisy

Intégrité écologique des réseaux trophiques (aphidiphage, phytophage et saproxylophage) et de l'habitat « chênaie acidiphile » (total) sur un îlot de sénescence en forêt de Cerisy

Ces résultats ont permis de mettre en évidence pour ces îlots, une fonction de réservoir biologique moyenne, un bilan insuffisant pour les espèces saproxylophages et un déficit important en espèce phytophages.

En termes de gestion il a ainsi pu être recommandé de développer les lisières végétalisées pour les espèces phytophages, milieux très peu représentés sur cette forêt. Enfin, en ce qui concerne les taxons saproxylophages, leur absence est principalement due à la jeunesse des îlots de sénescence ne réunissant pas encore les micro-habitats de stades forestiers plus matures.

Le Butterfly Monitoring Scheme (BMS), ou le suivi des lisières forestières par l'étude des papillons de jour (Gretia, 2012c)

La plupart des espèces de rhopalocères sont caractérisées par des exigences variées et une utilisation multiple de l'espace (habitat) et du temps (phénologie). Le lieu de ponte, sur, ou à proximité immédiate des plantes nourricières nécessite des conditions de protection vis-à-vis des prédateurs et un micro-climat favorable. Les chenilles ont besoin d'une quantité de nourriture suffisante, de lieux de refuge, de postes abrités... Enfin, les adultes ont pour la plupart besoin de plantes nectarifères en abondance, de points d'eau, de lieux d'exposition protégés du vent, de lieux ouverts pour la parade et l'accouplement, de plages d'herbes hautes, de haies, de bosquets pour passer la nuit et, pour certaines espèces, de gîtes appropriés pour passer l'hiver à l'état adulte (arbres creux, bois mort ...) (Goffart et al., 2001). De ce fait, ils sont extrêmement sensibles aux modifications de l'environnement. On peut ainsi en conclure que les moyens mis en œuvre pour leur

sauvegarde seront favorables à de nombreuses autres espèces recherchant le même habitat, les mêmes ressources ou dépendant directement d'elles (prédateurs, parasites ...) (Goffart et al., 2001).

Les papillons de jour constituent ainsi de bons indicateurs du maintien de l'ouverture des milieux mais aussi de leur conservation (Demerges & Bachelard, 2002).

Le « Butterfly Monitoring Scheme » (BMS) est une méthode de suivi des milieux ouverts par les papillons de jour (Rhopalocères et Zygaenidae).

L'objectif principal de ce protocole est de définir un cadre méthodologique permettant le suivi des peuplements de papillons de jour dans les réserves naturelles, afin de :

- mettre en évidence des tendances d'évolution des populations des espèces suivies par comparaisons interannuelles ;
- compléter la connaissance générale sur les espèces suivies (phénologie, habitat des espèces, localisation...) ;
- contribuer à évaluer l'état de conservation des milieux ouverts sur une réserve naturelle ;
- affiner la gestion des milieux ouverts ;
- contribuer à évaluer l'impact des mesures de gestion des milieux ouverts prises par le gestionnaire (Demerges & Bachelard, 2002).

Par ailleurs, de manière indirecte, les données accumulées permettront de compléter les connaissances générales sur les espèces suivies (phénologie, habitat, tendances d'évolution...), pour mieux connaître leur répartition et affiner leurs exigences écologiques (Langlois & Gilg, 2007).

Cette méthode a été initiée en Grande-Bretagne (Moore, 1975) et adaptée en France par David Demergès et Philippe Bachelard pour le réseau des Réserves Naturelles de France. En 2007, Dominique Langlois et Olivier Gilg ont revu la proposition de protocole de Demerges & Bachelard (2002), forts de six années de test dans huit réserves naturelles. Ce dernier document sert actuellement de référence méthodologique sur notre territoire (Langlois & Gilg, 2007).

Le principe de la méthode BMS est la mise en place d'un transect, découpé en sections aux conditions écologiques homogènes. Ce transect est parcouru durant la période favorable au vol des adultes (ici de mi-avril à mi-septembre inclus), idéalement une fois par semaine (Langlois & Gilg, 2007). Toutefois, un relevé hebdomadaire est très contraignant, aussi Langlois & Gilg (2007) proposent de rechercher un écart entre deux relevés inférieur à dix jours et de se donner la possibilité d'aller jusqu'à 14 jours maximum entre deux relevés. Toutes les espèces de papillons observées le long du transect, sur une distance de 2,5 mètres de part et d'autre de l'observateur, sont nommées et leurs effectifs comptabilisés.

La vitesse de cheminement le long de ce transect doit être constante à chaque passage (2km/h), afin de prendre le temps de compter correctement mais sans se faire dépasser par des individus et ainsi limiter les risques de doubles comptages. Toutefois, cela n'est pas facile à mettre en œuvre, car les terrains parcourus sont hétérogènes (Langlois & Gilg, 2007). Par ailleurs, les conditions météorologiques doivent être les meilleures possibles : nébulosité inférieure à 50%, peu ou pas de vent (vitesse inférieure à 30km/h) et des températures supérieures à 14°C lorsque le ciel est dégagé, 17°C lorsqu'il est couvert.

Dans le cadre d'un BMS réalisé sur des bermes forestières en forêt de Cerisy de 2001 à 2012 (Gretia, 2012c), il a pu être montré une forte diminution des abondances d'espèces de milieux ouverts au court du temps. En effet, durant ces années, les ligneux se sont particulièrement développés sur ces bermes. Une espèce de Rhopalocère typique des milieux ouverts forestiers, *Mellicta athalia*, n'a pas été revu lors du dernier relevé. La gestion de cet habitat est primordiale pour la préservation de ces taxons.

Bibliographie

- Alexander K.N. (2008) The special importance of traditional orchards for invertebrate conservation, with a case study of the BAP priority species the Noble Chafer *Gnorimus nobilis*. *Landsc Archaeol Ecol*, **7**, 12–17.
- Alexander K.N.A. (2002) The invertebrates of living and decaying timber in Britain & Ireland - A provisional annotated checklist. 142.
- Alexander K.N.A. (2004) *Revision of the Index of Ecological Continuity as Used for Saproxyllic Beetle*. English Nature,
- Anonyme (2016) Diagnostic écologique des habitats tourbeux par la méthode «Syrph-the-Net». .
- Arnaboldi F. & Alban N. (2006) La gestion des mares forestières de plaine (Ile de France, Nord-Ouest). *Office National des Forêts Ile de France Nord-Ouest Compiègne*, 215p.
- Arpin P. (2001) Les invertébrés dans l'écosystème forestier : expression, fonction, gestion de la diversité. *Les dossiers forestiers*, **9**, 224p.
- De Baker D., Maelfait J.P., Hendrickx F., Van Waesberghe D., De Vos B., Thys S., & De Bruyn L. (2000) A first analysis on the relationship between forest soil quality and spider (Araneae) communities of Flemish forest stands. *Ekologia-Bratislava*, **19**, 45–58.
- Balachowsky A. (1949) *Coléoptères Scolytides. Faune de France, vol. 50*. Fédération Française des Sciences Naturelles, Paris.
- Barber A.D. & Keay A.N. (1988) *Provisional atlas of the centipedes of the British Isles*.
- Barnouin T. (2014) Salpingidae Leach, 1815. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 556–557. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Berg A., Ehnstrom B., Gustafsson L., Hallingback T., Jonsell M., & Weslien J. (1994) Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests: distribution and habitat associations. *Conservation Biology*, **8**, 718–731.
- Berger P. (2012) *Coléoptères Cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse. Actualisation de l'ouvrage d'André Villiers, 1978*. Association Roussillonnaise d'Entomologie, Perpignan.
- Berland L. (1962) Atlas des névroptères de France, Belgique, Suisse. *Nouvel Atlas d'Entomologie*, **5**, 1–158.
- Bitsch J. & Leclercq J. (1993) *Hyménoptères Sphecidae d'Europe occidentale. Vol. 1. Faune de France*. Fédération Française des Sciences Naturelles, Paris.
- Bitsch J. & Leclercq J. (2009) Compléments au volume 1 des Hyménoptères Sphecidae d'Europe occidentale (Faune de France 79). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **114**, 211–244.

- Boucher S. (2014) Lucanidae Latreille, 1804, Catalogue des Coléoptères de France. *R.A.R.E., supplément au tome XXIII*, 374–376.
- Bouget C. (2014) Monotomidae Laporte de Castelnau, 1840. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 486–487. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Bouget C. & Brustel H. (2009) Les Coléoptères saproxyliques. *L'étude des insectes en forêt: méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail «Inventaires Entomologiques en Forêt»(Inv. Ent. For.)* pp. 99–110. ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF,
- Bouget C., Brustel H., Brin A., & Valladares L. (2009) Evaluation of window flight traps for effectiveness at monitoring dead wood-associated beetles: the effect of ethanol lure under contrasting environmental conditions. *Agricultural and Forest Entomology*, **11**, 143–152.
- Bouget C., Brustel H., & Nageleisen L.-M. (2005) Nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois: synthèse et mise au point sémantique. *Comptes Rendus Biologies*, **328**, 936–948.
- Bouget C., Brustel H., & Zagatti P. (2008) The French information system on saproxylic beetle ecology (FRISBEE): an ecological and taxonomical database to help with the assessment of forest conservation status. *Revue d'Ecologie (suite de La Terre et la Vie)*, p–33.
- Bouyon H. (2014a) Erotylidae Latreille, 1802. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 498–499. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Bouyon H. (2014b) Sphindidae Jacquelin du Val, 1860. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 477. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Branquart E. & Liégeois S. (2010) Normes de gestion pour favoriser la biodiversité dans les bois soumis au régime forestier. .
- Branquart E., Vandekerkhove K., Bourland N., & Lecomte H. (2005) Les arbres sur-âgés et le bois mort dans les forêts des Flandres, de Wallonie et du Grand-Duché de Luxembourg. *Bois mort et à cavités. Une clé pour des forêts vivantes* pp. 19–27. Editions Tec & Doc Lavoisier,
- Brennan K.E.C., Majer J.D., & Reygaert N. (1999) Determination of an optimal pitfall trap size for sampling spiders in a Western Australian Jarrah forest. *Journal of Insect Conservation*, **3**, 297–307.
- Brin A., Bouget C., Brustel H., & Jactel H. (2011) Diameter of downed woody debris does matter for saproxylic beetle assemblages in temperate oak and pine forests. *Journal of Insect Conservation*, **15**, 653–669.
- Brunet J., Fritz Ö., & Richnau G. (2010) Biodiversity in European beech forests—a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecological Bulletins*, **53**, 77–94.
- Brunet J. & Isacson G. (2009) Restoration of beech forest for saproxylic beetles—effects of habitat fragmentation and substrate density on species diversity and distribution. *Biodiversity and Conservation*, **18**, 2387–2404.
- Brustel H. (2001) *Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises : perspectives pour la conservation du patrimoine naturel*. Institut national polytechnique, Toulouse.

- Brustel H. (2007) Evaluation de la valeur biologique des forêts françaises au moyen des Coléoptères saproxyliques. *Les vieux arbres et la conservation de la biodiversité, du scientifique au gestionnaire* pp. 49–69. Perpignan.
- Brustel H. (2014a) Cleridae Latreille, 1802. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 465–467. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Brustel H. (2014b) Melandryidae Leach, 1815. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 522–524. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- De Bruyn L. (1999) Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **74**, 425–441.
- Buchar J. & Ružicka V. (2002) *Catalogue of spiders of the Czech Republic*. P. Merrett, Peres Publishers, Praha.
- Buddle C.M., Spence J.R., & Langor D.W. (2000) Succession of boreal forest spider assemblages following wildfire and harvesting. *Ecography*, **23**, 424–436.
- Buse J. (2012) “Ghosts of the past”: flightless saproxylic weevils (Coleoptera: Curculionidae) are relict species in ancient woodlands. *Journal of Insect Conservation*, **16**, 93–102.
- Bütler R., Lachat T., & Paillet Y. (2013) Arbres-habitats, éléments clés de la biodiversité forestière. *Les approches intégratives en tant qu'opportunités de conservation de la biodiversité forestière* pp. 86–94. Institut européen des forêts,
- Byers J.A. (1992) Attraction of bark beetles, *Tomicus piniperda*, *Hylurgops palliatus*, and *Trypodendron domesticum* and other insects to short-chain alcohols and monoterpenes. *Journal of Chemical Ecology*, **18**, 2385–2402.
- De Cáceres M., Legendre P., & Moretti M. (2010) Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*, **119**, 1674–1684.
- Cadou D. (1991) Les Diptères Syrphidés de Bretagne: première liste et remarques biogéographiques. *Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne*, **62**, 119–134.
- Callarec A. (2001) Première étude de la faune entomologique sur le site de la forêt départementale de Beffou. Rapport Gretia pour l'ONF. 13p.
- Canard A. & Chansigaud V. (1997) Catalogue provisoire des Araignées de France. *Connaissances des Invertébrés, série Arachnides*, **1-2**, 1–110.
- Cateau E., Larrieu L., Vallauri D., Savoie J.-M., Touroult J., & Brustel H. (2015) Ancienneté et maturité: deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. *Comptes rendus biologies*, **338**, 58–73.
- Ceballos G., Ehrlich P.R., Barnosky A.D., García A., Pringle R.M., & Palmer T.M. (2015) Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, **1**, e1400253.
- Du Chatenet G. (1990) Guide des coléoptères d'Europe. *Guide des coléoptères d'Europe* pp. 479.

- Chevin H., Savina H., & Garrin M. (2015) Contribution à l'inventaire des Hyménoptères Symphytres du département du Morbihan. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **120**, 473–484.
- Chinery M. (2005) *Insectes de France et d'Europe occidentale*. Flammarion,
- Claude J., Langlois D., & Tissot B. (2013) Diagnostic écologique des principaux habitats de deux réserves naturelles nationales du Doubs (25) par la méthode "Syrph the Net." *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs*, **2012**, 17–28.
- Collectif d'auteurs (2007) Dossier Biodiversité et gestion forestière. *Rendez-vous techniques, revue de l'Office national des forêts*, **16**, 22–65.
- Courtial C. & Pétilion J. (2014) Liste actualisée des actualisée des araignées du Massif armoricain (Arachnida, Araneae). *Invertébrés Armoricains, les Cahiers du GRECIA*, **11**, 1–38.
- Courtial C. & Pétilion J. (2016) Breton versus British Spiders: Are They So Different? *Arachnology*, **17**, 121–128.
- Dajoz R. (1977) *Coléoptères: colydiidae et anommatidae paléarctiques*. Masson,
- Dajoz R. (1998) Les insectes et la forêt. *Les insectes et la forêt*. (ed. by R. Dajoz), pp. 594. Technique & documentation. Europe Media Duplication, Lassay-les-chateaux (53).
- Davies K.F. & Margules C.R. (1998) Effects of habitat fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. *Journal of Animal Ecology*, **67**, 460–461.
- Delfosse E. (2003) Catalogue préliminaire des Pseudoscorpions de la France métropolitaine (Arachnida, Pseudoscorpiones). *Bulletin de Phyllie*, **17**, 24–48.
- Delfosse E. (2004) Catalogue préliminaire des Opilions de France métropolitaine (Arachnida, Opiliones). *Bulletin de Phyllie*, **20**, 34–58.
- Demange J.M. (1981) Les Mille-Pattes Myriapodes. Généralités, Morphologie, Ecologie, Ethologie, Détermination des espèces de France. *Les Mille-Pattes Myriapodes. Généralités, Morphologie, Ecologie, Ethologie, Détermination des espèces de France*. (ed. by J.M. Demange), pp. 284. Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris.
- Demerges D. & Bachelard P. (2002) Proposition de mise en place d'une méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France. *Réserves Naturelles de France et Office Pour les Insectes et leur Environnement du Languedoc-Roussillon, Quétigny, France*, 19p.
- Dodelin B. (2006) *Écologie et biocénoses des coléoptères saproxyliques dans quatre forêts du nord des Alpes françaises*. Université de Savoie,
- Dodelin B. (2010) Bois et forêt à arbres vieux ou morts. 19.
- Dufrêne M. & Legendre P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, **67**, 345–366.
- Dunger W. & Voigtländer K. (2005) Assessment of biological soil quality in wooded reclaimed mine sites. *Geoderma*, **129**, 32–44.

- Dussaix C. (2013) Syrphes de la Sarthe. *Invertébrés Armoricains, les Cahiers du GRETIA*, **9**, 1–283.
- Ellis E.C. & Ramankutty N. (2008) Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **6**, 439–447.
- Emberger C., Larrieu L., & Gonin P. (2013) Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP). Document technique. 56.
- Essl F., Dullinger S., Rabitsch W., Hulme P.E., Pyšek P., Wilson J.R., & Richardson D.M. (2015) Delayed biodiversity change: no time to waste. *Trends in ecology & evolution*, **30**, 375–378.
- Fayt P., Dufrêne M., Branquart E., Hastir P., Pontégnie C., Henin J.-M., & Versteirt V. (2006) Contrasting responses of saproxylic insects to focal habitat resources: the example of longhorn beetles and hoverflies in Belgian deciduous forests. *Journal of Insect Conservation*, **10**, 129–150.
- Fichelet V. (2006) Plein phare sur nos papillons. *Echo des Réserves*, **2**, 8–11.
- Floren A., Müller T., Dittrich M., Weiss M., & Linsenmair K.E. (2014) The influence of tree species, stratum and forest management on beetle assemblages responding to deadwood enrichment. *Forest Ecology and Management*, **323**, 57–64.
- Fründ H.C. (1991) Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 14. Die Hundertfüsser (Chilopoda). *Carolinea*, **49**, 83–94.
- Gandhi K.J.K., Spence J.R., Langor D.W., & Morgantini L.E. (2001) Fire residuals as habitat reserves for epigeic beetles (Coleoptera: Carabidae and Staphylinidae). *Biological conservation*, **102**, 131–141.
- Gibb H., Pettersson R., Hjältén J., Hilszczański J., Ball J., Johansson T., Atlegrim O., & Danell K. (2006) Conservation-oriented forestry and early successional saproxylic beetles: responses of functional groups to manipulated dead wood substrates. *Biological Conservation*, **129**, 437–450.
- Gilg O. (2005) Old-growth forests: characteristics, conservation and monitoring. 96.
- Goffart P., Baguette M., Dufrêne M., Mousson L., Neve G., Sawchik J., Weiserbs A., & Lebrun P. (2001) Gestion des milieux semi-naturels et restauration de populations menacées de papillons de jour. *Région wallonne, DGRNE, Louvain-la-Neuve*, 123p.
- Gonzalez A., Cardinale B.J., Allington G.R., Byrnes J., Arthur Endsley K., Brown D.G., Hooper D.U., Isbell F., O'Connor M.I., & Loreau M. (2016) Estimating local biodiversity change: a critique of papers claiming no net loss of local diversity. *Ecology*, 1949–1960.
- Gosselin F., Bouget C., Gosselin F., Chauvin C., & Landmann G. (2009) L'état des enjeux de biodiversité forestière en France. *Biomasse et Biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière: implications pour la biodiversité et les ressources naturelles* pp. 69.
- Gosselin M. (2008) Biodiversité et gestion forestière: la gestion des lisières. *Forêt-entreprise*, **183**, 58–62.

- Gosselin M. & Paillet Y. (2005) *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière. Guide pratique (France métropolitaine)*.
- Gosselin M. & Paillet Y. (2010) *Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière*. 156p.
- Gouverneur X. & Guérard P. (2011) Les longicornes armoricains. *Invertébrés Armoricains. Les Cahiers du Gretia*, 223.
- Gretia (2009a) Premier inventaire des invertébrés de la Forêt de la Corbière (Châteaubourg, Marpiré, La Bouexière et Saint-Jean-sur-Vilaine). 42p.
- Gretia (2009b) Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire; bilan final. *Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire*, 395.
- Gretia (2012a) Les Diptères Syrphidae de Basse-Normandie. Actualisation des listes départementales. Espèces à enjeu de conservation prioritaires. 64.
- Gretia (2012b) Inventaires et suivis entomologiques sur la Réserve Naturelle Régionale des Coteaux du Pont-Barré (Beaulieu-sur-Layon, 49) ; Année 2011. Rapport GRETIA pour la LPO Anjou. 71p.
- Gretia (2012c) 7e année de suivi des lépidoptères diurnes en Réserve naturelle nationale de la forêt domaniale de Cerisy (14, 50). Rapport pour l'Office national des forêts et la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Basse-Normandie. 42p.
- Gros E. (1994) Notes sur la biologie de quelques Priocnemis Schioedte (Hymenoptera, Pompilidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **99**, 357–364.
- Guilbon S. (2011) Etude de la biodiversité en entomofaune Carabidae en forêt de la Corbière (35). *Rapport Stage Master 2. Université d'Angers*, 43p.
- Haddad N.M., Brudvig L.A., Clobert J., Davies K.F., Gonzalez A., Holt R.D., Lovejoy T.E., Sexton J.O., Austin M.P., Collins C.D., & others (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, **1**, e1500052.
- Halpern B.S., Walbridge S., Selkoe K.A., Kappel C.V., Micheli F., D'Agrosa C., Bruno J.F., Casey K.S., Ebert C., Fox H.E., & others (2008) A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, **319**, 948–952.
- Hanski I. (1999) *Metapopulation ecology*. Oxford University Press,
- Hartley J.C. (1961) A taxonomic account of the larvae of some British Syrphidae. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **136**, 505–573.
- Harvey D.J., Gange A.C., Hawes C.J., & Rink M. (2011) Bionomics and distribution of the stag beetle, *Lucanus cervus* (L.) across Europe. *Insect Conservation and Diversity*, **4**, 23–38.
- Harvey P.R., Nellist D.R., & Telfer M.G. (2002) Provisional atlas of British spiders (Arachnida, Araneae). Volumes 1 and 2. *London Naturalist*, **81**, 406.
- Hedin J., Ranius T., Nilsson S.G., & Smith H.G. (2008) Restricted dispersal in a flying beetle assessed by telemetry. *Biodiversity and Conservation*, **17**, 675–684.

- Hervé M. (1892) Catalogue des Coléoptères du Finistère. *Catalogue des Coléoptères du Finistère*. (ed. by M. Hervé), pp. 184. Bull. Soc. Et. Scient. Finistère,
- Huhta V. (1971) Succession in spider communities of the forest floor after clear-cutting and prescribed burning. *Annales Zoologici Fennici*, **8**, 483–542.
- Hurka K. (2005) *Beetles of the Czech and Slovak Republics (Brouci České a Slovenské republiky)*. Vit Kabourek,
- Iorio E. (2014) Catalogue biogéographique et taxonomique des chilopodes (Chilopoda) de France métropolitaine. *Mémoires de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **15**, 372.
- Irurzun J.I.R. & Moreno I.P. (2007) Presencia de *Eulagius filicornis* (Reitter, 1887) y *Mycetophagus* (*Philomyces*) *populi* Fabricius, 1798 en la Península Ibérica, y otras aportaciones sobre micetofágidos ibéricos (Coleoptera: Tenebrionoidea: Mycetophagidae). *Boletín de la SEA*, 389–392.
- Jabin M., Mohr D., Kappes H., & Topp W. (2004) Influence of deadwood on density of soil macroarthropods in a managed oak–beech forest. *Forest Ecology and Management*, **194**, 61–69.
- Jackson S.T. & Sax D.F. (2010) Balancing biodiversity in a changing environment: extinction debt, immigration credit and species turnover. *Trends in ecology & evolution*, **25**, 153–160.
- Jactel H., Brockerhoff E., & Piou D. (2008) Le risque sanitaire dans les forêts mélangés. *Revue Forestière Française*, **60**, 168–180.
- Jonsell M., Nordlander G., & Jonsson M. (1999) Colonization patterns of insects breeding in wood-decaying fungi. *Journal of Insect Conservation*, **3**, 145–161.
- Jonsson B.G., Kruys N., & Ranius T. (2005) Ecology of species living on dead wood—lessons for dead wood management. *Silva Fennica*, **39**, 289–309.
- Jukes M.R., Peace A.J., & Ferris R. (2001) Carabid beetle communities with coniferous plantations in Britain: the influence of site, ground vegetation and stand structure. *Forest Ecology and Management*, **148**, 271–286.
- Kappes H. & Topp W. (2004) Emergence of Coleoptera from deadwood in a managed broadleaved forest in central Europe. *Biodiversity & Conservation*, **13**, 1905–1924.
- Kirby P. (1992) *Habitat management for invertebrates: a practical handbook*. RSPB, Sandy.
- Lachat T. & Büttler R. (2007) Gestion des vieux arbres et du bois mort: îlots de sénescence, arbres-habitat et métapopulations saproxyliques. *Mandat de l'Office fédéral de l'environnement, OFEV*. Available from World Wide Web http://www.wsl.ch/forschung/forschungunits/walddynamik/diversitaet/totholzmanagement/rapport_bafu_2007.pdf, .
- Lachat T., Wermelinger B., Gossner M.M., Bussler H., Isacsson G., & Müller J. (2012) Saproxylic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. *Ecological Indicators*, **23**, 323–331.
- De Lacroix É., Mouy C., Strenna L., & Agou P. (2003) *Les Scolytes de Bourgogne (Coléoptères : Scolitidae - Platypodidae)*. Société d'Histoire naturelle et des Amis du Muséum d'Autun,

- Lair X. (2011) Evaluation de l'état de conservation des îlots de sénescence avec l'outil "Syrphidae" en Réserve Naturelle Nationale de la Forêt de cerisy (14). 55p.
- Lair X., Livory A., & Sagot P. (2007) Les Nomada (Hym. Apidae) du département de la Manche. *L'Argiope*, 47–88.
- Lange M., Türke M., Pašalić E., Boch S., Hessenmöller D., Müller J., Prati D., Socher S.A., Fischer M., Weisser W.W., & others (2014) Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure. *Forest Ecology and Management*, **329**, 166–176.
- Langlois D. & Gilg O. (2007) Méthode de suivi des milieux ouverts par les Rhopalocères dans les réserves naturelles de France. *Réserves Naturelles de France, Quétigny, France*, 30p.
- Larrieu L. & Gonin P. (2009) L'IBP: Une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Revue Forestière Française*, **60**, 727–748.
- Lassauce A. (2011) *Développement d'une sylviculture à vocation énergétique et conservation de la biodiversité saproxylique*. Université d'Orléans,
- Lavigne R., Dennis S., & Gowen J.A. (2000) *Asilid Literature Update 1956-1976*. Asilid Literature Update 1956-1976.,
- Leroy B., Petillon J., Gallon R., Canard A., & Ysnel F. (2012) Improving occurrence-based rarity metrics in conservation studies by including multiple rarity cut-off points. *Insect Conservation and Diversity*, **5**, 159–168.
- Leseigneur L. (1972) Coléoptères Elateridae de la faune de France continentale et de Corse. *Supplément au Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, **41**, 379.
- Leseigneur L. (2014) Throscidae Laporte de Castelnau, 1840. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 422–423. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Lewis J.G.E. (1988) Ecology and distribution in lithobiomorph and geophilomorph centipedes: cleanings from the seventh International Congress of Myriapodology held at Vittorio Veneto in July 1987. *Bulletin of the British Myriapod Group*, **13**, 9–10.
- Livory A. & Lair X. (2014) Quatre syrphes nouveaux pour la Manche. *L'Argiope*, **83**, 21–30.
- Lock K., Dekoninck W., & Grootaert P. (2005) Effect of forest developmental stage on centipede communities. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (Entomologie)*, **75**, 267–270.
- Luff M.L. (1998) Provisional atlas of the ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of Britain. *Provisional atlas of the ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of Britain* pp. 194. Biological Records Centre Institute of Terrestrial Ecology,
- Luff M.L., Turner J., & London R.E.S. of (2007) The Carabidae (ground beetles) of Britain and Ireland. 247.
- Magura T., Tóthmérész B., & Elek Z. (2003) Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodiversity and Conservation*, **12**, 73–85.

- Mahaud J. (1998) Les paysages forestiers du Morbihan: du recul à la reconquête. *Courrier de l'environnement de l'INRA*, **34**, 67–74.
- Mahé G. (2015) Les Bourdons du Massif armoricain. Atlas de la Loire-Atlantique. *Penn ar Bed*, **221**, 1–84.
- Majer J.M. (1997) European Asilidae. *Contribution to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance)*, **2**, 549–566.
- Martel J., Maufette Y., & Tousignant S. (1991) Secondary effects of canopy dieback: the epigeal carabid fauna in Québec Appalachian maple forests. *Canadian Entomologist*, **123**, 851–859.
- Martikainen P. & Kaila L. (2004) Sampling saproxylic beetles: lessons from a 10-year monitoring study. *Biological conservation*, **120**, 171–181.
- Mazur S. (2011) *A concise catalogue of the Histeridae (Insecta: Coleoptera)*. Warsaw University of Life Sciences, SGGW Press,
- Menet D. (1998) Confirmation de la présence en France d'Euophryum confine (Broun) (Col., Curculionidae, Cossoninae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **103**, 286.
- Mériguet B., Jacquet C., & Zagatti P. (2006) Domaine de Lonchamp. Inventaire entomologique complété d'une liste arachnologique. 48p.
- Mériguet B., Merlet F., & Houard X. (2012) Enquête d'insecte : le Lucane cerf-volant - Bilan 2011 et perspectives 2012. 24p.
- Moncoutier B. (2014) Cerylonidae Billberg, 1820. *Catalogue des Coléoptères de France* pp. 501. Association Roussillonnaise d'entomologie, Perpignan.
- Moore N.W. (1975) Butterfly transect in a linear habitat 1964-73. *Entomologist's Gaz*, **26**, 71–78.
- Müller J., Brunet J., Brin A., Bouget C., Brustel H., Bussler H., Foerster B., Isacson G., Koehler F., Lachat T., & others (2013) Implications from large-scale spatial diversity patterns of saproxylic beetles for the conservation of European Beech forests. *Insect conservation and diversity*, **6**, 162–169.
- Müller J., Bussler H., Bense U., Brustel H., & Flechtner G. (2005) Urwald relict species–Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldoekologie online*, **2**, 106–113.
- Müller J., Bußler H., & Kneib T. (2008) Saproxylic beetle assemblages related to silvicultural management intensity and stand structures in a beech forest in Southern Germany. *Journal of Insect Conservation*, **12**, 107–124.
- Müller M., Lachat T., & Bütler R. (2012) Wie gross sollen altholzinseln sein? *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, **163**, 49–56.
- Niemela J.K., Haila Y.H.E., Lahti T., Pajunen T., & Puntila P. (1988) The distribution of carabid beetles in fragments of old coniferous taiga and adjacent managed forest. *Annales Zoologici Fennici*, **25**, 107–119.

- Niemela J.K., Langor D., & Spence J.R. (1993) Effects of clear-cut harvesting on boreal ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in central Alberta. *The Canadian Entomologist*, **124**, 521–540.
- ONF (1993) Instruction sur la prise en compte de la diversité biologique dans l'aménagement et la gestion forestière. 18p.
- ONF (1998) Arbres morts, arbres à cavités. Pourquoi, comment? Guide technique. 32p.
- ONF (2007) Forêt départementale de la Corbière. Premier aménagement forestier 2008-2022. 93p.
- ONF (2010) Forêt départementale de Beffou. Révision d'aménagement 2010-2019. 83p.
- ONF (2011) Echantillonnage des coléoptères saproxyliques. Mémoire technique. 18p.
- Oxbrough A.G., Gittings T., O'Halloran J., Giller P.S., & Smith G.F. (2005) Structural indicators of spider communities across the forest plantation cycle. *Forest Ecology and Management*, **212**, 171–183.
- Paillet Y., Bergès L., Hjalten J., Ódor P., Avon C., Berhardt-Römermann M., Bijlsma R.-J., De Bruyn L.U.C., Fuhr M., & Grandin U.L.F. (2010) Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe. *Conservation Biology*, **24**, 101–112.
- Pajunen T., Haila Y.H.E., Niemela J.K., & Puntila P. (1995) Ground-dwelling spiders (Arachnida, Araneae) in fragmented old forests and surrounding managed forests in southern Finland. *Ecography*, **18**, 62–72.
- Parmain G. (2015) *Contribution de différents éléments forestiers et non-forestiers de la trame de très vieux bois à la diversité des coléoptères saproxyliques*. Université d'Orléans,
- Pearce J.L. & Venier L.A. (2006) The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecological Indicators*, **6**, 780–793.
- Le Péru B. (2007) *Catalogue et répartition des araignées de France*. J.-C. Ledoux, Solignac-sur-Loire.
- Peterken G.F. (1996) Natural woodland: ecology and conservation in northern temperate regions. *Natural woodland: ecology and conservation in northern temperate regions* pp. 456–459. Cambridge University Press,
- Pimm S.L., Alibhai S., Bergl R., Dehgan A., Giri C., Jewell Z., Joppa L., Kays R., & Loarie S. (2015) Emerging technologies to conserve biodiversity. *Trends in ecology & evolution*, **30**, 685–696.
- Poser T. (1990) The influence of litter manipulation on the centipedes of a beech wood. 235–245.
- Rainio J. & Niemelä J. (2003) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, **12**, 487–506.
- Régnier C., Achaz G., Lambert A., Cowie R.H., Bouchet P., & Fontaine B. (2015) Mass extinction in poorly known taxa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **112**, 7761–7766.
- Riffell S., Verschuyt J., Miller D., & Wigley T.B. (2011) Biofuel harvests, coarse woody debris, and biodiversity—a meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, **261**, 878–887.

- Rolland B. (2011) Forêt bretonne : les milieux d'intérêt patrimonial - Guide de reconnaissance et de gestion. pp. 112. CRPF,
- Rosenberg J. (2009) *Die Hundertfüsser: Chilopoda. Die Neue Brehm-Bücherei*.
- Sarthou J.P., Fromage P., Genet B., Vinauger A., Heintz W., & Monteil C. (2010) *SYRFID vol. 4: Syrphidae of France Interactive Data*.
- Sarthou V. & Sarthou J.P. (2010) Evaluation écologique d'écosystèmes forestiers de Réserves Naturelles de Haute Savoie à l'aide des Diptères Syrphidés. *Syrph the Net publications*, **62**, 131p.
- Schrader C. (2012) Bois de Pont Sal, Espace Naturel Sensible Morbihannais. Biodiversité forestière et plante invasive le Laurier cerise (*Prunus laucerasus*). Rapport de BTS GPN. 42p.
- Séchet E. & Noël F. (2015) Catalogue commenté des Crustacés Isopodes terrestre de France métropolitaine (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Mémoires de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **16**, 1–156.
- Secq M. & Gomy Y. (2014) Histeridae Gyllenhal, 1808, Catalogue des Coléoptères de France. *R.A.R.E., supplément au tome XXIII*, 180–190.
- Séguy E. (1926) Diptères Brachycères: Stratiomyidae, Erinnidae, Coenomyiidae, Rhagionidae, Tabanidae, Oncodidae, Nemestinidae, Mydidae, Bombyliidae, Therevidae, Omphralidae. Faune de France, vol. 13. *Diptères Brachycères: Stratiomyidae, Erinnidae, Coenomyiidae, Rhagionidae, Tabanidae, Oncodidae, Nemestinidae, Mydidae, Bombyliidae, Therevidae, Omphralidae. Faune de France, vol. 13*. pp. 308. Fédération Française des Société de Sciences Naturelles, Paris.
- Séguy E. (1927) Diptères Brachycères. Asilidae. Faune de France, vol. 17. *Diptères Brachycères. Asilidae. Faune de France, vol. 17*. pp. 188. Fédération Française des Société de Sciences Naturelles,
- Séguy E. (1961) Diptères Syrphidés de l'Europe occidentale. *Diptères Syrphidés de l'Europe occidentale*. (ed. by E. Séguy), pp. 1–248. In\textbar . vol. 23. Paris,
- Soldati F. (2007) Fauna of France and Corsica. Coleoptera Tenebrionidae (Alleculinae excluded). Systematic Catalogue and Atlas. [Catalogue systématique et Atlas]. *Mémoires de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **6**, 186.
- Southwood T. (1977) Habitat, the templet for ecological strategies? *The Journal of Animal Ecology*, 337–365.
- Speight M.C.D. (2012) Savagery, pollinisation and mimicry. *Biodiversity Ireland*, **9**, 6–7.
- Speight M.C.D. (2014) Species accounts of European Syrphidae (Diptera) 2014. *Syrph the Net, the database of European Syrphidae*, **78**, 1–321.
- Speight M.C.D., Sarthou V., Sarthou J.-P., & Castella E. (2007) Le syrphe, l'ordinateur et la gestion de la biodiversité: des insectes comme outils d'analyse et de gestion des réserves naturelles de Haute-Savoie. *Asters*, 58p.

- Speight M.D.C. (1989) *Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection Sauvegarde de la Nature, vol. 42.* Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- Spelda J. (1999) *Verbreitungsmuster und Taxonomie der Chilopoda und Diplopoda Südwestdeutschlands: diskriminanzanalytische Verfahren zur Trennung von Arten und Unterarten am Beispiel der Gattung Rhymogona Cook, 1896 (Diplopoda: Chordeumatida: Craspedosomatidae). Abhandlung der einzelnen Arten.* University of Ulm,
- Spelda J. (2005) Improvements in the knowledge of the myriapod fauna of southern Germany between 1988 and 2005 (Myriapoda: Chilopoda, Diplopoda, Pauropoda, Symphyla). *Peckiana*, **4**, 101–129.
- Spence J.R., Langor D.W., Niemela J.K., Carcamo H.A., & Currie C.R. (1996) Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species. *Annales Zoologici Fennici*, **33**, 173–184.
- Sroka K. & Finch O.-D. (2006) Ground beetle diversity in ancient woodland remnants in north-western Germany (Coleoptera, Carabidae). *Journal of Insect Conservation*, **10**, 335–350.
- Stephens P.C. (2005) Guide to managing woodland rides and glades for wildlife. 20p.
- Stockland J. & Siitonen J. (2012) Mortality factors and decay succession. *Biodiversity in dead wood. Cambridge University Press, Cambridge*, 110–149.
- Stokland J.N., Siitonen J., & Jonsson B.G. (2012) Population dynamics and evolutionary strategies. .
- Sverdrup-Thygeson A., Gustafsson L., & Kouki J. (2014) Spatial and temporal scales relevant for conservation of dead-wood associated species: current status and perspectives. *Biodiversity and conservation*, **23**, 513–535.
- Taboada A., Kotze D.J., Tárrega R., & Salgado J.M. (2006) Traditional forest management: Do carabid beetles respond to human-created vegetation structures in an oak mosaic landscape? *Forest ecology and management*, **237**, 436–449.
- Tanahashi M., Matsushita N., & Togashi K. (2009) Are stag beetles fungivorous? *Journal of Insect Physiology*, **55**, 983–988.
- Tavakilian G. & Chevillotte H. (2012) Titan: base de données internationales sur les Cerambycidae ou Longicornes. Version 3.0, [15/10/2012]. .
- Thomaes A. (2009) A protection strategy for the stag beetle (*Lucanus cervus*, (L., 1758), Lucanidae) based on habitat requirements and colonisation capacity. *89*, 149–160.
- Thomas C.D. (2013) The Anthropocene could raise biological diversity. *Nature*, **502**, 7.
- Tillier P. (2011) Nouvelle contribution à la connaissance d'*Osmylus fulvicephalus* (Scopoli, 1763) en Île-de-France (Neuroptera Osmylidae). *L'Entomologiste*, **67**, 239–240.
- Tillier P., Danflous S., Giacomino M., Jacquemin G., Maurel J.-P., & Mazel R. (2009) Cartographie des Mécoptères de France. *R.A.R.E*, **18**, 1–27.

- Toaboadá A., Kotze D.J., Tarrega R., & Salgado J.M. (2006) Traditional forest management: do carabid beetles respond to human-created vegetation structures in an oak mosaic landscape? *Forest Ecology and Management*, **237**, 436–449.
- Topping C.J. & Sunderland, K.D. (1992) Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 485–491.
- Usher M., Field J.P., & Bedford S.E. (1993) Biogeography and diversity of ground-dwelling arthropods in farm woodlands. *Biodiversity letters*, **1**, 54–62.
- Valladares L. (2000) Exploration et caractérisation de méthodes de piégeage adaptées aux coléoptères saproxyliques en forêt feuillues, mixtes ou résineuses. 65.
- Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R., & Rambaud D. (2005) *Bois mort et à cavités: une clé pour des forêts vivantes*. Editions Tec & Doc,
- Vandekerkhove K., Thomaes A., & Jonsson B.-G. (2013) Connectivité et fragmentation : la biogéographie insulaire et la métapopulation appliquées aux éléments caractéristiques des vieilles forêts. *Les approches intégratives en tant qu'opportunité de conservation de la biodiversité forestière* pp. 308.
- Vienna P. (1980) Coleoptera Histeridae. Fauna d'Italia, vol. 16. *Coleoptera Histeridae. Fauna d'Italia, vol. 16*. pp. 386. Calderini, Bologne, Italie.
- Vodka S., Konvicka M., & Cizek L. (2009) Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. *Journal of Insect Conservation*, **13**, 553–562.
- De Warnaffe G.B. & Lebrun P. (2003) Effects of forest management on carabid beetles in Belgium : implications for biodiversity conservation. *Biological conservation*, **118**, 219–234.
- Zanchi G., Thiel D., Green T., & Lindner M. (2007) Forest area change and afforestation in Europe: critical analysis of available data and the relevance for international environmental policies. 45p.
- Zubrik M., Kunca A., & Csoka G. (2013) *Insectes ravageurs et maladies des arbres et arbustes d'Europe*.

Annexes

Annexe 1) Coordonnées géographiques (WGS 84) des différents pièges mis en place.

Département	Forêt	Parcelle/piège	Coordonnées
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P13_P1	N48.48873 W3.51667
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P13_P2	N48.48870 W3.51674
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P13_P3	N48.48867 W3.51681
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P13_P4	N48.48863 W3.51689
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P14_P1	N48.48950 W3.51413
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P14_P2	N48.48940 W3.51409
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P14_P3	N48.48933 W3.51409
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P14_P4	N48.48926 W3.51403
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P23_P1	N48.48859 W3.48671
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P23_P2	N48.48871 W3.48682
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P23_P3	N48.48865 W3.48677
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P23_P4	N48.48875 W3.48692
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P27_P1	N48.48850 W3.47110
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P27_P2	N48.48856 W3.47102
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P27_P3	N48.48859 W3.47092
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P27_P4	N48.48864 W3.47078
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P6_P1	N48.49170 W3.48363
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P6_P2	N48.49160 W3.48345
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P6_P3	N48.49164 W3.48356
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	P6_P4	N48.49155 W3.48338
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	Piège attractif	N48.48886 W3.48663
Côtes d'Armor	Forêt Départementale de Beffou	Tente Malaise	N48.48867 W3.48660
Finistère	Bois du Chap	P1A_P1	N48.20389 W4.11775
Finistère	Bois du Chap	P1A_P2	N48.20402 W4.11772
Finistère	Bois du Chap	P1A_P3	N48.20412 W4.11769
Finistère	Bois du Chap	P1A_P4	N48.20423 W4.11773
Finistère	Bois du Chap	P3B_P1	N48.20273 W4.11000
Finistère	Bois du Chap	P3B_P2	N48.20275 W4.10998
Finistère	Bois du Chap	P3B_P3	N48.20285 W4.10982
Finistère	Bois du Chap	P3B_P4	N48.20298 W4.10984
Finistère	Bois du Chap	P8A_P1	N48.20764 W4.11477
Finistère	Bois du Chap	P8A_P2	N48.20769 W4.11493
Finistère	Bois du Chap	P8A_P3	N48.20773 W4.11504
Finistère	Bois du Chap	P8A_P4	N48.20778 W4.11516
Finistère	Bois du Chap	Piège à vitre	N48.20370 W4.11806
Finistère	Bois du Chap	Tente Malaise	N48.20436 W4.11773
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P28_P1	N48.31741 W4.09540
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P28_P2	N48.31738 W4.09544
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P28_P3	N48.31733 W4.09550

Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P28_P4	N48.31719 W4.09556
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P9_P1	N48.32061 W4.07117
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P9_P2	N48.32057 W4.07125
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P9_P3	N48.32054 W4.07138
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	P9_P4	N48.32051 W4.07149
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	Piège à vitre	N48.31753 W4.09549
Finistère	Forêt Domaniale de Cranou	Tente Malaise	N48.31709 W4.09557
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST1_P1	N48.35146 W4.05270
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST1_P2	N48.35153 W4.05258
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST1_P3	N48.35160 W4.05246
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST1_P4	N48.35162 W4.05233
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST2_P1	N48.35045 W4.05279
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST2_P2	N48.35039 W4.05290
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST2_P3	N48.35034 W4.05307
Finistère	Domaine de Ménez Meur	ST2_P4	N48.35022 W4.05322
Finistère	Bois du Stangala	P11C_P1	N48.03312 W4.06020
Finistère	Bois du Stangala	P11C_P2	N48.03309 W4.06013
Finistère	Bois du Stangala	P11C_P3	N48.03304 W4.06004
Finistère	Bois du Stangala	P11C_P4	N48.03300 W4.05994
Finistère	Bois du Stangala	P11D_P1	N48.03342 W4.06128
Finistère	Bois du Stangala	P11D_P2	N48.03345 W4.06116
Finistère	Bois du Stangala	P11D_P3	N48.03350 W4.06103
Finistère	Bois du Stangala	P11D_P4	N48.03357 W4.06088
Finistère	Bois du Stangala	P16A_P1	N48.02826 W4.05588
Finistère	Bois du Stangala	P16A_P2	N48.02836 W4.05590
Finistère	Bois du Stangala	P16A_P3	N48.02846 W4.05590
Finistère	Bois du Stangala	P16A_P4	N48.02857 W4.05588
Finistère	Bois du Stangala	P19F_P1	N48.03335 W4.06272
Finistère	Bois du Stangala	P19F_P2	N48.03328 W4.06265
Finistère	Bois du Stangala	P19F_P3	N48.03322 W4.06257
Finistère	Bois du Stangala	P19F_P4	N48.03316 W4.06248
Finistère	Bois du Stangala	Piège à vitre	N48.02835 W4.05557
Finistère	Bois du Stangala	Piège attractif	N48.02825 W4.05614
Finistère	Bois du Stangala	Tente Malaise	N48.02844 W4.05561
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P4_P1	N48.06671 W1.61542
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P4_P2	N48.06665 W1.61552
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P4_P3	N48.06659 W1.61561
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P4_P4	N48.06653 W1.61571
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P7_P1	N48.06878 W1.60453
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P7_P2	N48.06887 W1.60441
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P7_P3	N48.06896 W1.60426
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	P7_P4	N48.06906 W1.60410
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	Piège à vitre	N48.06656 W1.61535

Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	Piège attractif	N48.06645 W1.61580
Ille-et-Vilaine	Bois de Soeuvres	Tente Malaise	N48.06670 W1.61568
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P31_P1	N48.15002 W1.37677
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P31_P2	N48.14993 W1.37679
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P31_P3	N48.14985 W1.37687
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P31_P4	N48.14979 W1.37691
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P47_P1	N48.14763 W1.38027
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P47_P2	N48.14767 W1.38018
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P47_P3	N48.14772 W1.38008
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P47_P4	N48.14776 W1.37994
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P65_P1	N48.15441 W1.38885
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P65_P2	N48.15446 W1.38876
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P65_P3	N48.15452 W1.38867
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P65_P4	N48.15457 W1.38856
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P71_P1	N48.15555 W1.39443
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P71_P2	N48.15548 W1.39449
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P71_P3	N48.15543 W1.39453
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	P71_P4	N48.15537 W1.39459
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	Piège attractif	N48.14783 W1.37980
Ille-et-Vilaine	Forêt de la Corbière	Tente Malaise	N48.14757 W1.38039
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P117_P1	N48.18315 W1.58692
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P117_P2	N48.18317 W1.58704
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P117_P3	N48.18317 W1.58717
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P117_P4	N48.18316 W1.58730
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P126_P1	N48.17555 W1.58807
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P126_P2	N48.17562 W1.58815
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P126_P3	N48.17571 W1.58820
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P126_P4	N48.17581 W1.58819
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P127_P1	N48.17320 W1.59174
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P127_P2	N48.17325 W1.59186
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P127_P3	N48.17329 W1.59199
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P127_P4	N48.17333 W1.59211
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P138_P1	N48.17029 W1.58618
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P138_P2	N48.17034 W1.58613
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P138_P3	N48.17041 W1.58606
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	P138_P4	N48.17051 W1.58596
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	Piège à vitre S1	N48.18312 W1.58724
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	Piège à vitre_S2	N48.17571 W1.58839
Ille-et-Vilaine	Forêt Domaniale de Rennes	Tente Malaise	N48.17558 W1.58784
Morbihan	Forêt de Quénécan	Piège à vitre	N48.19241 W3.08070
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST1_P1	N48.19241 W3.08059
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST1_P2	N48.19240 W3.08050

Morbihan	Forêt de Quénécan	ST1_P3	N48.19240 W3.08039
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST1_P4	N48.19240 W3.08029
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST2_P1	N48.19943 W3.11750
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST2_P2	N48.19950 W3.11753
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST2_P3	N48.19957 W3.11753
Morbihan	Forêt de Quénécan	ST2_P4	N48.19965 W3.11753
Morbihan	Forêt de Quénécan	Tente Malaise	N48.19231 W3.08072
Morbihan	Bois de Trémelin	Piège à vitre	N47.85805 W3.24412
Morbihan	Bois de Trémelin	Piège attractif	N47.85757 W3.24640
Morbihan	Bois de Trémelin	ST1_P1	N47.85759 W3.24628
Morbihan	Bois de Trémelin	ST1_P2	N47.85751 W3.24637
Morbihan	Bois de Trémelin	ST1_P3	N47.85742 W3.24646
Morbihan	Bois de Trémelin	ST1_P4	N47.85729 W3.24654
Morbihan	Bois de Trémelin	ST2_P1	N47.85589 W3.24643
Morbihan	Bois de Trémelin	ST2_P2	N47.85582 W3.24634
Morbihan	Bois de Trémelin	ST2_P3	N47.85578 W3.24627
Morbihan	Bois de Trémelin	ST2_P4	N47.85576 W3.24615
Morbihan	Bois de Trémelin	ST3_P1	N47.85565 W3.24256
Morbihan	Bois de Trémelin	ST3_P2	N47.85572 W3.24257
Morbihan	Bois de Trémelin	ST3_P3	N47.85581 W3.24259
Morbihan	Bois de Trémelin	ST3_P4	N47.85590 W3.24262
Morbihan	Bois de Trémelin	ST4_P1	N47.85182 W3.25463
Morbihan	Bois de Trémelin	ST4_P2	N47.85189 W3.25455
Morbihan	Bois de Trémelin	ST4_P3	N47.85195 W3.25446
Morbihan	Bois de Trémelin	ST4_P4	N47.85204 W3.25427
Morbihan	Bois de Trémelin	ST5_P1	N47.85080 W3.25133
Morbihan	Bois de Trémelin	ST5_P2	N47.85071 W3.25138
Morbihan	Bois de Trémelin	ST5_P3	N47.85063 W3.25143
Morbihan	Bois de Trémelin	ST5_P4	N47.85053 W3.25148
Morbihan	Bois de Trémelin	Tente Malaise	N47.85773 W3.24613
Morbihan	Bois de Sal	Piège à vitre	N47.66897 W2.91629
Morbihan	Bois de Sal	Piège attractif	N47.66893 W2.91654
Morbihan	Bois de Sal	ST1_P1	N47.66723 W2.91285
Morbihan	Bois de Sal	ST1_P2	N47.66721 W2.91296
Morbihan	Bois de Sal	ST1_P3	N47.66724 W2.91308
Morbihan	Bois de Sal	ST1_P4	N47.66725 W2.91317
Morbihan	Bois de Sal	ST2_P1	N47.66879 W2.91678
Morbihan	Bois de Sal	ST2_P2	N47.66882 W2.91666
Morbihan	Bois de Sal	ST2_P3	N47.66886 W2.91655
Morbihan	Bois de Sal	ST2_P4	N47.66891 W2.91639
Morbihan	Bois de Sal	ST3_P1	N47.66876 W2.91586
Morbihan	Bois de Sal	ST3_P2	N47.66882 W2.91576
Morbihan	Bois de Sal	ST3_P3	N47.66889 W2.91562

Morbihan	Bois de Sal	ST3_P4	N47.66894 W2.91549
Morbihan	Bois de Sal	ST4_P1	N47.67098 W2.91092
Morbihan	Bois de Sal	ST4_P2	N47.67102 W2.91084
Morbihan	Bois de Sal	ST4_P3	N47.67108 W2.91072
Morbihan	Bois de Sal	ST4_P4	N47.67114 W2.91062
Morbihan	Bois de Sal	Tente Malaise	N47.66875 W2.91667