



**ECHANTILLONNAGE DES COLEOPTERES
SAPROXYLIQUES
Site Natura 2000 du Conflent (66)**

**MEMOIRE TECHNIQUE
ET ESTIMATION DES COUTS**

Office National des Forêts
Laboratoire National d'Entomologie Forestière
2 rue Charles Péguy
F-11500 Quillan
Tel : 00 (33) 4 68 20 06 75
Fax : 00 (33) 4 68 20 92 21
Thierry.Noblecourt@onf.fr

novembre 2012

Sommaire

COLÉOPTÈRES SAPROXYLIQUES ET VALEUR BIOLOGIQUE DES FORÊTS FRANÇAISES : PERSPECTIVES POUR LE DIAGNOSTIC ET LA CONSERVATION DU PATRIMOINE NATUREL	3
A. Introduction.....	3
B. Aspects méthodologiques.....	4
C. Indices pour caractériser les espèces	4
D. Liste de référence des Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la valeur biologique des sites boisés français ..	5
E. Diagnostic de la valeur biologique des forêts françaises	5
MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE	6
A. Méthode d'échantillonnage.....	6
B. Choix des sites.....	7
C. Pose et récolte des pièges	7
D. Durée et périodicité du piégeage	7
E. Tri et identifications	8
F. Présentation des fiches espèces.....	9
G. Méthode d'évaluation de la valeur patrimoniale.....	11
ESTIMATION DES COÛTS.....	12
A. Etude sur 4 sites (soit 8 pièges Polytrap)	12
BIBLIOGRAPHIE	14

Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises : perspectives pour le diagnostic et la conservation du patrimoine naturel

par Hervé BRUSTEL et Thierry NOBLECOURT

A. Introduction

Parler de **biodiversité en forêt** ne peut s'envisager sans faire référence aux **coléoptères saproxyliques**. Les organismes saproxyliques se définissent comme des espèces qui dépendent, au moins 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 lignicoles, ou encore de la présence d'autres organismes saproxyliques (Speight, 1989). Ces espèces saproxyliques occupent une place très importante au sein des écosystèmes forestiers européens, représentant entre 20 et 25 % des espèces forestières (Dajoz, 1998 ; Stockland *et al.*, 2004). Les coléoptères saproxyliques constituent à eux seuls près de 20 % de cette diversité et, avec près de **2500 espèces en France**, se positionnent comme le second groupe saproxylique le plus diversifié après les champignons lignicoles (Bouget et Brustel, 2009). Ils occupent ainsi en forêt différentes fonctions indispensables dans les processus de dégradation et de recyclage de la nécromasse ligneuse.

La **rareté des espèces** représente une **valeur biologique**, c'est-à-dire un **patrimoine naturel** du point de vue des naturalistes. Cette rareté s'apprécie le long d'un gradient appliqué aux trois dimensions principales qui caractérisent les populations d'une espèce :

- l'aire de distribution : des cosmopolites aux endémiques (rareté chorologique) ;
- l'occupation de cette aire : des espèces abondantes et occupant harmonieusement cette aire aux populations morcelées aux individus épars (rareté au sens courant) ;
- les exigences biologiques (ou sténocécie) qui pour un coléoptère saproxylique fait intervenir sa spécialisation trophique, la rareté du matériau support de son développement et l'état de dégradation de celui-ci.

Dans un site donné, l'occurrence d'un coléoptère saproxylique rare est porteuse d'une information sur l'état de conservation (naturalité), en référence à d'autres sites ayant les mêmes déterminants biogéographiques mais où l'impact des gestions passées aura fait disparaître l'espèce. Les coléoptères saproxyliques les plus rares sont souvent les plus exigeants. Les cortèges les plus diversifiés en espèces rares sont liés aux sites où **la quantité, la diversité et la continuité de la ressource en bois morts** sont les plus importantes.

Sur la base de ce constat, nos travaux portent sur :

1. une cotation de la rareté des espèces (suivant deux gradients et non trois car les coléoptères saproxyliques comptent très peu d'endémiques) ;
2. une liste de référence d'espèces rares, bioindicatrices de la valeur biologique (i e patrimoniale) des différents types de forêts présents en France ;
3. une méthode de diagnostic de la valeur biologique relative des forêts en fonction des données faunistiques disponibles (bibliographie et réseau d'entomologistes) ;
4. des techniques d'échantillonnage de ces espèces pour diagnostiquer des forêts actuellement peu ou mal connues (inventaires des coléoptères saproxyliques partiels, anciens ou inexistantes).

B. Aspects méthodologiques

Les résultats actuellement disponibles sont le produit de neuf années de recherches appliquées et d'expérimentations en France, de deux entités distinctes mais travaillant en synergie (ESAP - Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan - dont Thèse de Doctorat de Hervé BRUSTEL en 2001 et diverses activités contractuelles ; Cellule d'études entomologiques de l'ONF, dont Diplôme d'Etudes Supérieures Universitaires en 2001 et Diplôme d'Etudes Approfondies en 2004 de Thierry NOBLECOURT et nombreux contrats d'études).

Les mises au point de techniques d'échantillonnage, d'un diagnostic patrimonial basé sur les coléoptères saproxyliques et d'applications au niveau de la gestion ont été particulièrement riches en forêt domaniale de Grésigne (Tarn) qui constitue un site pilote dans cette démarche.

La qualification des espèces (indices), leur choix (liste de 300 taxa) et leur inventaire national est basé sur une vaste consultation bibliographique (plus de 2000 références archivées), nos expériences de terrain, et surtout, la mobilisation (tant pour enrichir ce travail que pour le valider) d'un réseau de 75 correspondants entomologistes ayant effectivement apporté leur contribution à ce travail.

C. Indices pour caractériser les espèces

Les indices synthétiques pour caractériser la rareté des coléoptères saproxyliques sont construits comme suit (Encarts 1 et 2):

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.

Encart 1 : Traduction en 5 classes du niveau de rareté des coléoptères saproxyliques en France, nommé « Ip »

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...).

Encart 2 : Traduction en 4 classes du niveau de sténoecie des coléoptères saproxyliques en France, nommé « If ».

Cette cotation a été appliquée à notre liste de référence des coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la qualité des forêts françaises. Elle peut également servir à caractériser tout type d'inventaire en tous lieux sous réserve de connaître les traits de vie des espèces déterminées.

D. Liste de référence des Coléoptères saproxyliques bioindicateurs de la valeur biologique des sites boisés français

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 distincts) ;
- 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 sténocécie telles que nous venons de les présenter (Encarts 1 et 2 soit 3 critères : I_p nord, I_p sud et I_f) ;
- 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.

E. Diagnostic de la valeur biologique des forêts françaises

En 2004, les données faunistiques disponibles sur les espèces précédentes ont permis d'identifier 74 sites particulièrement intéressants en France : 33 forêts feuillues de plaines et collines, 7 pinèdes en plaines et collines, 21 massifs de montagne et 13 milieux d'un autre type (en particulier des ripisylves).

Différentes simulations montrent la faisabilité d'un diagnostic relatif de la valeur biologique. Les méthodes portent sur la part d'espèces les plus rares, le nombre de bioindicateurs recensés et sur l'estimation de la connaissance faunistique portée sur les sites évalués.

Le plus gros handicap rencontré dans cette démarche (basée sur les données collectées sur une partie seulement des 300 espèces retenues) est lié au déficit en données disponibles pour analyser certains sites. Cette limite implique d'investir sur deux registres :

- **accroître la qualité de l'information faunistique utile par une capitalisation de tous les types de données existantes** (collections institutionnelles et privées, bibliographie) ;
- **développer l'application de techniques, en particulier passives (pièges), pour améliorer l'inventaire faunistique** (de ces 300 espèces) **dans nos forêts.**

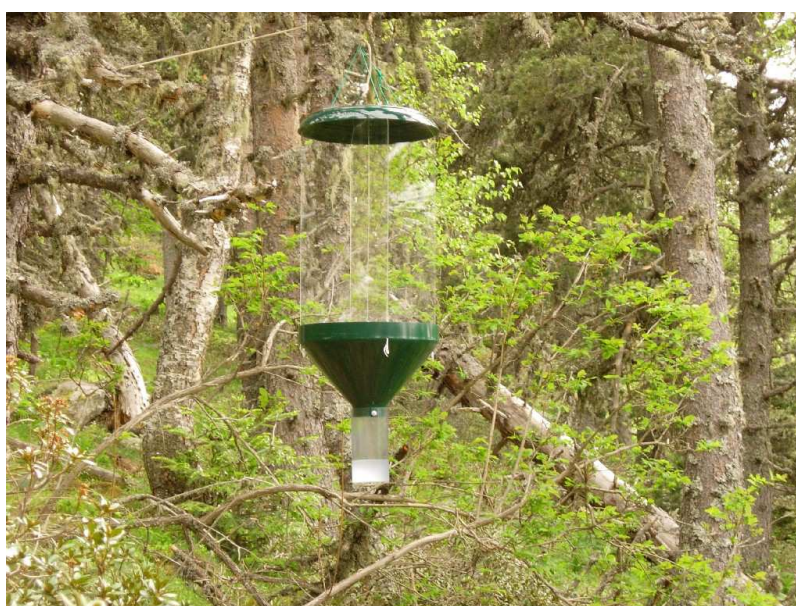
A. Méthode d'échantillonnage

Il y a deux façons de réaliser une étude entomologique : soit la méthode active, par recherche à vue, soit la méthode passive, en utilisant des systèmes d'échantillonnages adaptés aux insectes cibles. L'échantillonnage à vue est une excellente technique pour inventorier des espèces de grandes tailles facilement identifiable *in situ* (lépidoptères diurnes, odonates, etc.) ou pour compléter un échantillonnage à l'aide de pièges dans une zone qui aura été préalablement détectée comme riche en coléoptères saproxyliques. Toutefois, un inventaire entomologique doit être un outil au service du gestionnaire et de ce fait, doit être répliquable dans les mêmes conditions, ce que n'offre pas l'échantillonnage à vue, car l'effet expérimentateur influe beaucoup sur les résultats. Seul l'échantillonnage continu à l'aide de systèmes adaptés permet de s'affranchir de ce biais.

Après un inventaire exhaustif des différentes techniques d'échantillonnages des insectes, nos travaux ont consisté en une étude comparative de l'efficacité des techniques adaptées aux groupes cibles : les coléoptères saproxyliques. Le choix des méthodes d'échantillonnage s'est opéré à partir de quatre critères : l'efficacité, la sélectivité, le coût ainsi que la facilité de mise en œuvre.

Parmi les différentes techniques qui ont répondu aux critères de sélection, nous avons retenu le piège à interception aérienne amorcé de substances attractives. Cette technique d'échantillonnage a une forte sélectivité envers les coléoptères et une forte efficacité envers les 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.

Partant de cette expérience, un piège à interception (windows trap) appelé POLYTRAP™ a été conçu (modèle déposé par l'EIP de Toulouse) et est maintenant manufacturé (photographie 1). Ce piège permet ainsi une uniformisation de la méthode ainsi que de véritables études comparatives.



Photographie 1 : Piège Polytrap™ transparent (Photo NOBLECOURT/ONF)

L'efficacité du PolytrapTM 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 exemple milieu ouvert versus milieu fermé (Bouget & al., 2009c). Pour éviter ce biais, les échantillonnages sont disposés dans des milieux à structure comparable.

Tous nos échantillonnages de Coléoptères saproxyliques en milieu forestier sont donc réalisés à l'aide de piège PolytrapTM amorcés à l'éthanol à 20%, conformément aux préconisations de Bouget & Brustel (2009a).

B. Choix des sites

Il n'est pas envisageable, ni financièrement ni en terme de volume de travail, de mettre des pièges dans chacune des parcelles de la forêt à inventorier. L'échantillonnage doit donc être 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 soient dans ce type de parcelle. Une étude préparatoire à l'aide des cartes de peuplement est donc nécessaire pour déterminer la ou les parcelles les plus âgées. Ce repérage est suivi d'une visite sur le terrain en présence du gestionnaire local pour identifier les zones les plus favorables pour l'implantation des pièges.

C. Pose et récolte des pièges

Chaque site est composé de deux pièges PolytrapTM espacés d'une distance comprise entre 20 et 30 mètres afin qu'ils soient considérés comme des répliqués indépendants. L'utilisation d'une paire de piège par site permet également de limiter le nombre de données nulles en cas de dysfonctionnement d'un piège (Bouget & Brustel, 2009b).

Les pièges sont haubanés à l'aide de cordes sur une branche maîtresse et sont hissés à hauteur d'homme pour éviter toute collision avec le grand gibier. **Le choix de l'arbre support est important** (Kaila, 1993) : dans la mesure du possible, les pièges seront placés sur des arbres présentant des micro-habitats favorables aux coléoptères saproxyliques.

Les pièges sont récoltés tous les 15 jours. Cette fréquence de récolte semble un bon compromis pour espérer capturer le maximum d'espèces tout en minimisant le temps de récolte (Parmain, 2010).

Le contenu du flacon récepteur de chaque piège est vidé individuellement dans un tamis à mailles fines et transféré dans un sachet à fermeture étanche préalablement étiqueté, localisé et daté. L'ensemble des échantillons est ensuite envoyé au laboratoire d'entomologie forestière de l'ONF à Quillan ou au membre réseau concerné par colis postal le jour de la récolte ou au plus tard le lendemain. Le matériel de récolte et d'expédition est fourni par le laboratoire lors de la pose des pièges.

D. Durée et périodicité du piégeage

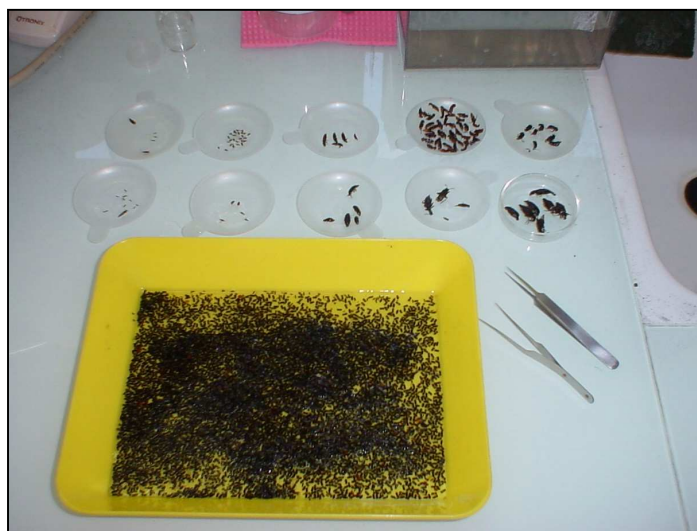
Martikainen et Kaila (2004) ont démontré que plus de 75 % des espèces communes capturées sur 10 années de piégeage étaient capturées dès les 3 premières années, alors que la détection des espèces rares est beaucoup plus lente. **Un échantillonnage sur une durée de 3 années consécutives** est donc un strict minimum pour avoir un bon aperçu de la faune d'un site.

De même, Bouget (2008) a démontré que le maximum de richesse globale est atteint lors d'un piégeage continu centré sur la période d'activité maximale (juin) et qu'une **période de 3 mois consécutifs** (mai-juin-juillet) donne en moyenne les meilleurs résultats. Le dispositif d'échantillonnage sera donc mis en place entre fin avril et la mi mai selon l'altitude et la latitude (une mise en oeuvre précoce est préférable

en régions méditerranéenne et atlantique) pour se terminer entre fin juillet et début août, soit 7 récoltes consécutives.

E. Tri et identifications

Dès réception les échantillons sont soit traités immédiatement soit mis en attente dans un congélateur jusqu'à leur traitement. Les échantillons sont lavés et débarrassés des débris divers (feuilles, rameaux, bourgeons, etc.). Les insectes sont triés dans un bac à eau et répartis par familles puis reconditionnés par familles jusqu'à leur identification (photographie 2).



Photographie 2 : Tri des échantillons dans un bac à eau (Photo ARNABOLDI/ONF)

L'identification du matériel récolté est réalisée en automne et en hiver, en dehors de la période d'activité des espèces de façon à optimiser au maximum la présence sur le terrain durant la période favorable à l'observation et à l'échantillonnage des insectes.

Toutes les données sont retranscrites sur une fiche de saisie par type de piège, localité et date de récolte, puis encodées sous le logiciel de gestion des données scientifiques DATA FAUNA FLORA. Ces données sont ensuite intégrées dans la Base de Donnée Naturaliste (BDN) de l'ONF. Chaque fiche de saisie est numérotée et ce numéro est retranscrit sur les étiquettes accompagnant chaque insecte, qu'il soit mis en collection ou transmis à des spécialistes pour identification ou contrôle, assurant ainsi une **traçabilité de l'échantillon** (Noblecourt, 2009).

Les identifications sont soit réalisées par nos soins, soit par un réseau de spécialistes reconnus en fonction de leurs disponibilités. Pour chaque taxon cité (sauf espèce courante), il est conservé un exemplaire dans les collections de références du Laboratoire National d'Entomologie Forestière de l'ONF à Quillan (11), permettant ainsi un éventuel contrôle ultérieur de la part du commanditaire (**assurance qualité**).


Les espèces appartenant aux coléoptères saproxyliques sont identifiées à l'espèce, les autres à la famille ou à l'espèce lorsque nos compétences le permettent. **Une priorité est donnée aux 30 familles qui contiennent les espèces de coléoptères bioindicateurs de la qualité des forêts** (Brustel, 2004) à savoir :

Anthribidae, Biphyllidae, Bostrichidae, Bothrideridae, Buprestidae, Cerambycidae, Cerophytidae, Cerylonidae, Cetoniidae, Cleridae, Cucujidae, Elateridae, Erotylidae, Eucnemidae, Histeridae, Laemophloidae, Lucanidae, Lycidae, Melandryidae, Mycetophagidae, Oedemeridae, Prostomidae, Pyrochroidae, Pythidae, Rhysodidae, Silvanidae, Tenebrionidae (Tenebrioninae et Alleculinae), Tetratomidae, Trogoxipidae et Zopheridae.

F. Présentation des fiches espèces

Toutes les espèces de coléoptères bioindicateurs de qualité des forêts françaises capturées sur le site, ainsi que les autres espèces remarquables sont présentées sous forme de fiches synthétiques. Le modèle ci-dessous expose les différentes informations contenues dans ces fiches.

1 *Rosalia alpina* (Linné, 1758)

2 

3

- Distribution : Surtout en montagne mais également en plaine. Plus commune dans le sud.
- Biologie larvaire : Xylophile primaire
- Habitat : Gros bois de hêtres (*Fagus sylvatica*)
- Commentaires : -

4 If 1

5 Ip 2

6 PN
oui

7 DH
II*

8 UICN
LC

9 RFP
2

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 de cette case sont les suivantes :

- **If -** : Espèce non évaluée (non cotée).
- **If 1** : Espèce pionnière dans la dégradation du bois et/ou peu exigeante en terme d'habitat.
- **If 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.
- **If 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 patrimonial selon Brustel (2004). Les modalités de cette case sont les suivantes :

- **Ip -** : Espèce non évaluée (non cotée).
- **Ip 1** : Espèce commune et largement distribuée (facile à observer).
- **Ip 2** : Espèce peu abondante ou localisée (difficile à observer).
- **Ip 3** : Espèce jamais abondante ou très localisée (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques).
- **Ip 4** : Espèce très rare, connue de moins de 5 localités actuelles ou contenue dans un seul département en France.

6- Protection au niveau national selon l'arrêté du 23 avril 2007. Les modalités de cette case sont les suivantes :

- 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 dans cette case 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- Inscrite dans la liste rouge I.U.C.N. des coléoptères saproxyliques menacés en Europe (Nieto et 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'I.U.C.N. Les modalités dans cette case 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).
- } Espèces non renseignées
⊖
↓ Risque d'extinction
⊕

9- Inscrite dans la liste des 115 espèces relictées de forêts primaires (Urwald relict species) recensées en Allemagne (Müller *et al.*, 2005). Une espèce relictée 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 chercher à identifier les espèces relictées françaises. Les modalités dans cette case sont les suivantes :

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

G. Méthode d'évaluation de la valeur patrimoniale

Afin d'évaluer globalement la valeur patrimoniale d'une forêt pour les coléoptères saproxyliques, nous reprenons la méthode proposée par Parmain (2009). La méthode s'appuie sur les espèces de coléoptères bioindicateurs de la qualité des forêts (Brustel, 2004). Cette évaluation est basée sur un calcul réalisé en 2 étapes. La première consiste à classer la forêt en fonction du nombre d'espèces de niveau « 4 » présentes. En effet, le niveau « 4 » a été construit selon une philosophie différente des 3 autres classes associées aux saproxyliques. Ce niveau reflète une rareté extrême au niveau national qui induit pour un gestionnaire une responsabilité de conservation accrue. Nous avons ainsi défini 3 classes :

- **Classe 1 : aucune espèce Ip4** : forêt d'intérêt patrimonial local à intérêt patrimonial régional.
- **Classe 2 : une à trois espèces Ip4** : forêt d'intérêt patrimonial régional à intérêt patrimonial national.
- **Classe 3 : plus de trois espèces Ip4** : forêt d'intérêt patrimonial national à intérêt patrimonial supra-national.

La seconde étape consiste à calculer pour chaque forêt un indice global de la valeur patrimoniale (V_p). La valeur patrimoniale d'un site au sein de sa classe pourra alors être calculée comme suit :

$$V_p = nbIp1*1 + nbIp2*2 + nbIp3*3$$

Avec :

- V_p = Valeur patrimoniale du site ;
- $nbIp1$ = Nombre d'espèces ayant un $Ip = 1$ présentes sur le site ;
- $nbIp2$ = Nombre d'espèces ayant un $Ip = 2$ présentes sur le site ;
- $nbIp3$ = Nombre d'espèces ayant un $Ip = 3$ présentes sur le site.

Au niveau des enjeux de conservation, il est à noter que nous ne considérerons pas de séparation absolue entre les classes définies dans la première étape. Par exemple, l'enjeu de conservation d'une forêt appartenant à la classe 1 mais à V_p élevée pourra être équivalent ou supérieur à une forêt de classe 2 mais à V_p faible.

Afin de relativiser l'évaluation de la valeur patrimoniale en fonction de la pression de prospection, nous utilisons la méthode de Parmain (2009). Cette méthode permet d'évaluer le niveau de connaissance d'un site pour la diversité des coléoptères saproxyliques selon 3 classes :

- **forêt faiblement connue (FC)** – forêt étudiée récemment uniquement par piège à interception sur 5 ans ou moins. Peu ou pas de recherche active, ni d'élevage. Les données bibliographiques sont inexistantes ou très fragmentaires.
- **forêt bien connue (BC)** – forêt étudiée historiquement par des coléoptéristes confirmés par méthodes d'échantillonnage actives et des élevages ou forêt étudiée récemment par au moins deux méthodes d'échantillonnage « passives » sur 5 à 10 ans avec peu de recherche active et d'élevage. Les données bibliographiques sont variables.
- **forêt très bien connue (TBC)** – historiquement étudiée par des coléoptéristes confirmés. Les méthodes d'échantillonnage actives et passives sont variées et pratiquées sur plusieurs décennies. Les données bibliographiques sont importantes.

Estimation des coûts

Temps d'agent local : le temps d'agent local indiqué est le temps de récolte. Il faut ajouter éventuellement le temps de déplacement si le site est éloigné ou difficile d'accès

A. Etude sur 4 sites (soit 8 pièges Polytrap)

a. Année 2013

- I. Préparation de l'étude
Préparation du protocole, étiquetage des sachets, préparation des colis, achat du matériel
1 jour à 550,00 € HT + 200 € HT de matériel
soit : 750,00 € HT
- II. Visite du site, choix de la zone à inventorier, pose des pièges à interception, formation des personnels à la récolte et déplacement
2 jours à 550,00 € HT + 2 jours agent local à 550,00 € HT
8 pièges à 50,00 € pièce (le prix tient compte du remplacement des pièges en cas de casse tout au long de l'étude) **soit 400 € HT**
soit : 2 600,00 € HT
- III. Relevé des pièges tous les 15 jours par l'agent local avec mise en place en avril et retrait des pièges en juillet soit 7 relevés (soit 56 échantillons)
Soit 4 heures par récolte **soit 3,5 jours d'agent local à 550,00 € HT**
Nécessaire pour l'envoi et le conditionnement des échantillons (sachets pré-étiquetés, colis pré-affranchis, ...) : **200,00 € HT**
Soit : 2 125,00 € HT
- IV. Tri et identification des Coléoptères saproxyliques au laboratoire, ou préparation et envoi aux spécialistes selon usage si besoin :
2 heures par échantillon soit **14 jours à 550,00 € HT**
petit matériel de préparation : **100,00 € HT**
soit : 7 800,00 € HT
- V. Saisie des données dans Data Fauna Flora (pour versement dans BDN) et rédaction rapport intermédiaire (3 exemplaires papier et 1 sur CD-ROM en format pdf) : **5 jours à 650,00 € HT**
Soit : 3250,00 € HT
- Total année 2013 : 16 525,00 € HT**

b. Année 2014

- I. Préparation de l'étude
Préparation du protocole, étiquetage des sachets, préparation des colis, achat du matériel
1 jour à 550,00 € HT + 150 € HT de matériel
soit : 700,00 € HT
- II. Visite du site, choix de la zone à inventorier, pose des pièges à interception, formation des personnels à la récolte et déplacement
2 jours à 550,00 € HT + 2 jours agent local à 550,00 € HT
soit : 2 200,00 € HT
- III. Relevé des pièges tous les 15 jours par l'agent local avec mise en place en avril et retrait des pièges en juillet soit 7 relevés (soit 56 échantillons)

Soit 4 heures par récolte **soit 3,5 jours d'agent local à 550,00 € HT**

Nécessaire pour l'envoi et le conditionnement des échantillons (sachets pré-étiquetés, colis pré-affranchis, ...) : **200,00 € HT**

Soit : 2 125,00 € HT

- IV. Tri et identification des Coléoptères saproxyliques au laboratoire, ou préparation et envoi aux spécialistes selon usage si besoin :

2 heures par échantillon soit **14 jours à 550,00 € HT**

petit matériel de préparation : **100,00 € HT**

soit : 7 800,00 € HT

- V. Saisie des données dans Data Fauna Flora (pour versement dans BDN) et rédaction rapport intermédiaire (3 exemplaires papier et 1 sur CD-ROM en format pdf : **5 jours à 650,00 € HT**

Soit : 3 250,00 € HT

Total année 2014 : 16 075,00 € HT

c. Année 2015

- I. Préparation de l'étude

Préparation du protocole, étiquetage des sachets, préparation des colis, achat du matériel

1 jour à 550,00 € HT + 150 € HT de matériel

soit : 700,00 € HT

- II. Visite du site, choix de la zone à inventorier, pose des pièges à interception, formation des personnels à la récolte et déplacement

2 jours à 550,00 € HT + 2 jours agent local à 550,00 € HT

soit : 2 200,00 € HT

- III. Relevé des pièges tous les 15 jours par l'agent local avec mise en place en avril et retrait des pièges en juillet soit 7 relevés (soit 56 échantillons)

Soit 4 heures par récolte **soit 3,5 jours d'agent local à 550,00 € HT**

Nécessaire pour l'envoi et le conditionnement des échantillons (sachets pré-étiquetés, colis pré-affranchis, ...) : **200,00 € HT**

Soit : 2 125,00 € HT

- IV. Tri et identification des Coléoptères saproxyliques au laboratoire, ou préparation et envoi aux spécialistes selon usage si besoin :

2 heures par échantillon soit **14 jours à 550,00 € HT**

petit matériel de préparation : **100,00 € HT**

soit : 7 800,00 € HT

- V. Saisie des données dans Data Fauna Flora (pour versement dans BDN) et rédaction rapport intermédiaire (3 exemplaires papier et 1 sur CD-ROM en format pdf : **6 jours à 550,00 € HT**

Soit : 3 900,00 € HT

Total année 2015 : 16 725,00 € HT

Bibliographie

- Bouget C. (2008).** Méthodes d'échantillonnage des coléoptères saproxyliques : analyse des performances des pièges vitres - compléments. Rapport de convention d'appui technique ONF. Nogent-sur-Vernisson, CEMAGREF.
- Bouget C. et Brustel H. (2009a).** Chapitre 2 : Les méthodes d'échantillonnage des insectes : 58-62. *In* : Bouget C. et Nageleisen L.M., (2009) (ed.) L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Les dossiers forestiers n°19, ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF : 144 p.
- Bouget C. et Brustel H. (2009b).** Chapitre 4 : Les coléoptères saproxyliques : 99-110. *In* : Bouget C. et Nageleisen L.M., (2009) (ed.) L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Les dossiers forestiers n°19, ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF : 144 p.
- Bouget C., Brustel H., Brin A., Valladares L. (2009c).** Evaluation of windows flight trap for effectiveness at monitoring dead wood associated beetles : the effect of ethanol lure under contrasting environmental conditions. *Agriculture and Forest Entomology*, 11 (2) : 143-152.
- Brustel H. (2004).** Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Les dossiers forestiers. 297 pp.
- Byers J. A. (1992).** Attraction of bark beetles, *Tomicus piniperda*, *Hylurgops palliatus* et *Trypodendron domesticum* and other insects to short chain alcohols and monoterpenes. *Journal of Chemical Ecology* 18 : 2385-2402.
- Dajoz R. (1998).** Les insectes et la forêt. Lavoisier (ed.), Tec & Doc : 594 pp.
- Kaila, L. (1993).** A new method for collecting quantitative samples of insects associated with decaying wood or wood fungi. *Entomologia Fennica*, 4 : 21-23.
- Martikainen P. et Kaila L. (2004).** Sampling saproxylic beetles : lessons from a 10-years monitoring study. *Biological Conservation* 120 : 175-185.
- Müller J, Bußler H, Bense U, Brustel H, Flechtner G, Fowles A, Kahlen M, Mo'ller G, Mühle H, Schmidl J et Zabransky P (2005).** Urwald relict species—Saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldökologie online* 2 : 106–113.
- Nieto A. et Alexander K.N.A. (2010).** European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg: Publications Office of European Union : 46 pp.
- Noblecourt T. (2009).** Chapitre 5 : Gestion des échantillons : 131-139. *In* : Bouget C. et Nageleisen L.M., (2009) (ed.) L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Les dossiers forestiers n°19, ONF-OPIE-RNF-CEMAGREF : 144 p.
- Parmain G. (2009).** Evaluation de la qualité des forêts de feuillus françaises. Une nouvelle méthode basée sur l'utilisation des coléoptères saproxyliques. Rapport de Master II, Université de Perpignan. 36 pp.
- Parmain G. (2010).** Durée d'attractivité de l'éthanol dans les pièges Polytrap. Cas des coléoptères saproxylique. Mémoire de D.U. Université d'Angers.
- Speight M.C.D. (1989).** Les invertébrés saproxyliques et leur protection. Collection Sauvegarde de la nature, Conseil de l'Europe, Strasbourg, 42 : 1-77.
- Stokland J., Tomter S. et Söderberg U. (2004).** Development of dead wood indicators for biodiversity monitoring: experiences from Scandinavia : 207-226. *In* : Marchetti M., (ed). Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - From ideas to operationality, EFI workshop, 12 au 15 Novembre 2003, Firenze, Italy, Vol. 51.