



HAL
open science

Le niveau de résolution taxinomique en entomologie forestière : nécessités, contingences et perspectives

C. Bouget

► **To cite this version:**

C. Bouget. Le niveau de résolution taxinomique en entomologie forestière : nécessités, contingences et perspectives. Mémoires de la Société entomologique de France, 2009, 8, p. 75 - p. 80. hal-00478379

HAL Id: hal-00478379

<https://hal.science/hal-00478379>

Submitted on 30 Apr 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le niveau de résolution taxinomique en entomologie forestière : nécessités, contingences et perspectives

par Christophe BOUGET

Unité "Ecosystèmes forestiers", CEMAGREF (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement), Domaine des Barres, F – 45290 Nogent-sur-Vernisson <christophe.bouget@cemagref.fr>

Résumé. – Pourquoi est-il nécessaire de connaître l'identité des espèces en entomologie forestière ? La réponse peut être déclinée selon quatre axes, qui correspondent à différents secteurs d'application de l'expertise taxinomique des entomologistes forestiers : la comptabilité écologique de la biodiversité forestière, l'écologie forestière, l'ingénierie phytosanitaire, la veille à l'égard des espèces envahissantes dans le contexte du changement global.

Summary. – **The level of taxinomic resolution in forest entomology: needs, constraints and prospects.** Why is it necessary to know the identity of the species in forest entomology? This issue may be tackled through four axes corresponding to the major expertises areas in current forest entomologists : forest biodiversity, forest ecology, forest health and detection surveys of invasive species in the context of total change.

Keywords. – Forest entomology.

Les nombreuses contraintes inhérentes à l'identification des espèces du groupe hautement diversifié des Insectes forestiers ont suscité l'émergence d'approches alternatives, telles que les approches supra-spécifiques, morpho-spécifiques, sélectives ou génétiques.

1. Aller à l'espèce en entomologie forestière : les registres d'une nécessité

1.1. Identifier pour compter

Les Insectes livrent une contribution majeure à la biodiversité forestière, avec plus de la moitié du nombre d'espèces, loin devant les Champignons et les autres Invertébrés (GOSSELIN *et al.*, 2004).

A ce titre, l'identification des espèces a un rôle déterminant à jouer dans les inventaires, les suivis et les observatoires de biodiversité, dans l'évaluation des indicateurs directs de biodiversité et le baromètre de la comptabilité écologique nationale. L'identification est en effet nécessaire pour inventorier et dénombrer les espèces, la richesse spécifique étant l'un des descripteurs de la biodiversité.

Les inventaires de biodiversité ont en effet plusieurs fonctions.

Ils peuvent permettre d'identifier les forêts ou les zones à protéger en priorité (localisation des réserves), ou à comparer l'impact de différents modes de gestion forestière sur la biodiversité. BOUGET (2004) a ainsi comparé l'effet de perturbations anthropiques ou naturelles sur la diversité de l'entomofaune, et montré que la richesse spécifique dans les trouées de chablis d'origine naturelle ou dans les coupes sylvicoles était équivalente, mais que les compositions spécifiques étaient différenciées. Ce résultat souligne l'intérêt de connaître l'identité des espèces en sus de leur nombre.

Les dénombrements servent également à identifier les facteurs mésologiques-clés expliquant la distribution des espèces et la composition des assemblages. BOUGET (2007) s'interroge ainsi sur la configuration d'un compartiment-clé de l'écosystème forestier, le bois mort, structurant pour l'entomofaune dite "saproxylique". Connaître l'influence des différents paramètres descriptifs du compartiment "bois mort" nécessite des approches "mensuratives" de l'inventaire des espèces dans des situations écologiques contrastées, où le volume local et les types de bois mort, par exemple, varient.

Enfin, la réitération des inventaires d'espèces assure une mesure des variations de biodiversité dans le temps et permet de visualiser l'évolution de la biodiversité. Des engagements pour éviter ou limiter l'érosion de la biodiversité ont été pris à l'échelle nationale (Stratégie Nationale pour la Biodiversité, MEDD, 2005), européenne (2010 Biodiversity Targets) et planétaire (Convention sur la Diversité Biologique, 1992) (BUTCHART *et al.*, 2005).

1.2. *Identifier pour interpréter en termes écologiques*

Connaître l'identité des espèces est souvent une nécessité en écologie forestière, car l'espèce est le niveau élémentaire d'une information écologique relativement homogène. Au niveau supra-spécifique, la valence écologique s'élargit. Au niveau de la famille, l'analyse d'une faune locale de Coléoptères Elateridae sylvicoles, par exemple, montre l'hétérogénéité du régime trophique larvaire : 32% d'espèces à larve prédatrice, 48% à larve rhizophage, 16% à larve omnivore (BOUGET & CHASSAIN, 2008).

Associer l'espèce à des valeurs de traits écologiques (régime alimentaire larvaire, micro-habitat de développement larvaire...) permet d'interpréter en termes écologiques des relevés et des listes d'espèces, de constituer des groupes écologiques de réponse à un facteur, d'envisager une approche fonctionnelle des mécanismes de réaction des communautés à une perturbation. Des indices de diversité fonctionnelle sont envisagés sur la base du nombre et de l'abondance des groupes écologiques (trophiques par ex.).

Il nous faut cependant pointer l'accent sur les lacunes d'information écologique qui demeurent sur un grand nombre d'insectes forestiers, comme l'illustrent les efforts de compilation comme la base de données FRISBEE (BOUGET *et al.*, 2008) concernant l'autécologie des espèces de Coléoptères saproxyliques français¹.

1.3. *Identifier pour diagnostiquer*

Dans le contexte de la protection des forêts, l'ingénierie phytosanitaire vise à reconnaître les ravageurs forestiers, pour diagnostiquer les causes d'un dégât ou d'une menace. Repérer la présence de ravageurs et suivre la dynamique de leurs populations permet de déterminer les risques, de choisir les méthodes de lutte idoines et d'ajuster l'intensité de leur application.

La reconnaissance de l'espèce de ravageur forestier est un préalable pragmatique à la définition d'une stratégie de lutte, qui peut reposer sur des ennemis naturels spécifiques (lutte biologique) ou des phéromones de communication tout aussi spécifiques (piégeage sélectif).

Les outils taxinomiques de l'ingénierie phytosanitaire sont différenciés des approches traditionnelles et demeurent fondés sur l'identification des larves, des traces et du type de dégâts visibles.

1.4. *Identifier pour détecter*

Un autre système d'alerte réside dans la biovigilance et la détection précoce des espèces nouvelles venues. Dans le cadre du changement global, les modifications du climat et d'usage des sols, la hausse des flux commerciaux à grande distance induisent des changements dans l'aire de répartition des espèces et une expansion généralisée des taxons "auto-stoppeurs" qui voyagent avec les matériaux ou les véhicules.

Les observatoires de veille sont chargés d'identifier les espèces pour détecter les arrivants et évaluer les risques éventuels des espèces potentiellement envahissantes dans les écosystèmes forestiers indigènes. A titre d'exemple concernant l'implantation d'insectes forestiers exogènes, les ligneux d'Amérique du Nord sont aujourd'hui la cible de 250 espèces d'insectes phytophages venus d'Europe (MATTSON *et al.*, 1994). Dans les forêts européennes et notamment françaises, parmi les Coléoptères xylophages, des immigrés anciens (*Gnathotrichus materiarius*) côtoient des plus récents (*Xyleborus germanus*, *Anoplophora sp.*, *Phoracantha sp.*) (LIEUTIER *et al.*, 2004).

¹ <http://frisbee.nogent.cemagref.fr/fr/frisbee/accueilFr>.

2. Aller à l'espèce en entomologie forestière : contraintes et approches alternatives

2.1. Les contraintes de l'approche spécifique

Les contraintes associées à l'identification des espèces d'insectes forestiers sont multiples.

La première réside dans l'"hyperdiversité" (ROHR *et al.*, 2007) d'un groupe constitué de plus de 10 000 espèces en France.

La deuxième contrainte est liée au temps de travail nécessaire à la phase d'identification, très important par rapport aux autres tâches dans un projet de recherche ou d'expertise (tabl. I). Quelle que soit la méthode de prélèvement, un échantillon forestier moyen comporte en effet un grand nombre d'espèces représentées par très peu d'individus mais requérant une durée d'expertise plus importante. En termes abrupts, le rapport entre le coût de travail et le bénéfice des données obtenues est ainsi fortement augmenté.

Tableau I. – Répartition du temps de travail dans un projet de recherche ou d'expertise.

Ordre chronologique	Phase du projet	% du nombre d'heure d'agent
1	Planification	9.5
2	Collecte / échantillonnage des données	9.5
3	Tri	24
4	Détermination	19
5	Saisie et analyse des données	24
6	Interprétation des résultats, synthèse et rédaction	14

D'autres contraintes peuvent être avancées. L'effectif des personnes-ressources, dans le monde naturaliste professionnel et amateur, est faible et décroissant (OLIVER *et al.*, 2000). La bibliographie indispensable est souvent dispersée, multilingue et rarement mise à jour, donc peu accessible aux non-spécialistes. Enfin, le travail d'expertise taxinomique est souvent perçu comme une activité de second ordre et souffre d'une faible reconnaissance scientifique et professionnelle.

2.2. Les approches alternatives et leurs limites

Plusieurs types d'approches alternatives à l'identification et à la numération traditionnelles des espèces ont été développés. Elles visent la "suffisance taxinomique" (PIK *et al.*, 1999), *id est* l'ajustement de la résolution taxinomique aux objectifs visés (i) en n'identifiant pas les espèces (approches supra-spécifiques et morpho-spécifiques) ou (ii) en identifiant les espèces avec d'autres stratégies (approches sélectives et utilisation des nouvelles technologies).

2.2.1. Les approches supra-spécifiques : déplacer le curseur taxinomique

Par déplacement du curseur taxinomique, certains écologues abordent les communautés à des niveaux supra-spécifiques tels que le genre ou la famille. La réduction de résolution taxinomique se traduit par une perte d'information qui doit demeurer compatible avec les objectifs de l'étude. Ces démarches postulent une corrélation positive entre la diversité des genres ou des familles et la richesse spécifique.

Selon les groupes, la diversité générique, mais surtout familiale, constitue en fait un prédicteur médiocre de la diversité spécifique (ROHR *et al.*, 2007).

Tableau II. – Corrélation entre la richesse générique ou familiale et la richesse spécifique de 4 ordres d'Insectes échantillonnés dans plusieurs forêts feuillues du Shenandoah National Park (Virginie, USA). (d'après ROHR *et al.*, 2007) (R= coefficient de corrélation, p= probabilité de significativité du coefficient de corrélation).

Ordre	Corrélation entre richesse spécifique et...	
	richesse générique	richesse familiale
Coleoptera	R=0.97 (p<0.001)	R=0.61 (p>0.05)
Diptera	R=0.99 (p<0.001)	R=0.85 (p>0.01)
Plecoptera	R=1	R=0.89 (p>0.01)

2.2.2. Les approches morpho-spécifiques : distinguer sans identifier

Il est possible de distinguer les entités spécifiques sans leur attribuer une identité. Cette procédure, parfois qualifiée de parataxonomie, s'intéresse aux morpho-espèces (ou RTU, Recognizable Taxon Units), entités aisément reconnaissables par des opérateurs non spécialisés dans le cadre de programmes simplifiés d'évaluation de la diversité biologique (ou RBA, Rapid Biodiversity Assessment), dans des écosystèmes forestiers souvent soumis à une menace pressante (OLIVER & BEATTIE, 1996a).

C'est notamment le cas de nombreuses forêts tropicales, où l'objectif est d'accroître rapidement la collecte d'informations primaires par des assistants locaux formés par des biologistes professionnels (BASSET *et al.*, 2004). Cette approche requiert toutefois une expérience de la variabilité intra-spécifique.

Des exemples existent dans les forêts tropicales d'Indonésie (NOVOTNY, 1993), du Brésil (FERREIRA & MARQUES, 1998), mais aussi en forêt boréale suédoise (GUNNARSSON *et al.*, 2004) et en forêt tempérée nord-américaine (GORHAM *et al.*, 2002). OLIVER & BEATTIE (1996b) ont comparé les approches spécifiques et morphospécifiques pour l'analyse de la richesse spécifique et de la composition des assemblages de Fourmis et de Coléoptères de la litière dans quatre forêts australiennes. Ils ont montré que les richesses spécifique et morphospécifique étaient positivement corrélées et classaient les 4 types forestiers dans le même ordre (tabl. III), et que les diagrammes d'ordination représentant la dissimilarité de composition spécifique ou morphospécifique étaient convergents. Le nombre de morpho-espèces surestime toutefois le nombre d'espèces, de quelques % pour les fourmis à près de 11% en moyenne pour les Coléoptères.

Tableau III. – Estimation du nombre d'espèces et de morpho-espèces dans quatre types forestiers en Nouvelle-Galles du Sud (Australie) (OLIVER & BEATTIE, 1996b)

	Nombres	Types forestiers			
		Sec	Herbeux	Humide	Tropicale
Coléoptères	Espèces	117	173	164	177
	Morpho-espèces	119	197	186	207
Fourmis	Espèces	63	42	28	21
	Morpho-espèces	66	40	29	21

Tout en rendant possible l'estimation d'une richesse spécifique et la comparaison de similarités de composition des communautés, ces méthodes se limitent toutefois à une analyse purement descriptive et quantitative des assemblages, car l'interprétation écologique nécessite de connaître l'identité des espèces.

2.2.3. Les approches sélectives

La détermination des taxa collectés peut être délibérément restreinte à des espèces ou à des groupes indicateurs, dont la diversité illustre voire reflète celle de nombreux autres taxons (avec l'argument de représentativité). Le sous-échantillon d'espèces cibles, issu du pool global d'espèces, et sur lequel portera l'effort taxinomique, est constitué selon différents principes :

- sur des critères pragmatiques, les espèces sélectionnées étant les plus faciles à identifier (espèces "signal" ; NORDEN *et al.*, 2007) ;
- sur l'importance écologique, les espèces retenues étant particulièrement exigeantes en termes de qualité et de quantité d'habitat (*parapluie*) ou jouant un rôle crucial dans la dynamique de l'écosystème (*clés de voûte*) ;
- sur la valeur conservatoire, les taxons retenus étant les plus vulnérables, menacés, en péril, affichés sur des listes rouges ou protégés ;
- sur le potentiel de sympathie de la part du public, les espèces (*amirales* ou *bannières*), permettant de mobiliser des actions ou des financements pour la conservation ;
- au hasard, par tirage aléatoire d'un sous-lot d'espèces dans un vaste lot ; c'est l'exemple de l'"Indice échantillonné de la Liste rouge" (SRLI, Sampled Red List Index), promu par l'UICN dans

certains cas de figure (BUTCHART *et al.*, 2005) pour documenter les tendances d'un échantillon représentatif d'espèces appartenant à une large gamme de groupes taxonomiques, ou aux groupes taxonomiques hyper-diversifiés (BUTCHART *et al.*, 2007).

Les indices construits sur ces échantillons sélectifs doivent permettre de suivre l'évolution des tendances de l'état de vastes écosystèmes, biomes et zones géographiques. La représentativité des lots d'espèces cibles montre toutefois des limites, le pouvoir discriminant des sous-échantillons étant parfois trop restreint pour être efficace. Ainsi, OLIVER & BEATTIE (1996a) ont étudié la possibilité de taxons indicateurs sur la base d'inventaires forestiers de Coléoptères. Ils ont montré que la richesse spécifique de 3 familles (Carabidae, Scarabaeidae et Pselaphidae), non problématiques sur le plan taxinomique, était significativement corrélée à la richesse totale des Coléoptères. En revanche, l'analyse multivariée de la composition des assemblages faunistiques de 4 sites forestiers était bien moins discriminante avec les 3 familles restreintes qu'avec l'ensemble des Coléoptères.

2.2.4. Le développement de nouveaux outils

Le développement de nouvelles technologies, en informatique et en biologie moléculaire, a ouvert de nouvelles perspectives en taxinomie.

L'approche morphologique traditionnelle de la discrimination des espèces peut être complétée par l'utilisation des outils moléculaires, avec une détermination génétique des taxons comme l'envisage le projet Barcode. Au point de départ des bases de données de séquences moléculaires qui serviront de référence aux travaux ultérieurs, l'identité des organismes séquencés doit toutefois être affectée au moyen des outils traditionnels.

Le "*Consortium International Barcode of Life*" (CBoL) (<http://barcoding.si.edu>) est coordonné depuis 2004 par le *National Museum of Natural History* de Washington (USA) et regroupe plus de 130 organisations. Il organise la mise en place d'une vaste banque de données moléculaires, avec pour chaque espèce un code-barre ADN, c'est-à-dire une courte séquence d'ADN située à une position standard du génome, censé être diagnostique. Cette approche ne remplace pas l'étude morphologique traditionnelle mais offre un outil puissant dans le cas de dilemmes taxinomiques (HUANG *et al.*, 2007).

Un réseau spécifique s'est constitué pour établir une base de données moléculaires permettant l'identification des insectes ravageurs des cultures et des espèces invasives ou potentiellement invasives (y compris en forêt). Il s'agit de l'INBIP (*International network for barcoding of invasive and pest species*), associant des partenaires d'Angleterre, de Chine, des USA, d'Australie, de Nouvelle Zélande et l'INRA en France (DARLING & BLUM, 2007).

L'introgession des outils informatiques et des réseaux d'information est également tangible en taxinomie entomologique. Les systèmes d'identification interactifs (comme Delta) se répandent et des bases de données partagées se constituent pour assembler de multiples collections institutionnelles en bases de données consultables en ligne grâce à un moteur de recherche élaboré. En Australie, le "*Centre for Biodiversity and Bioresources*" (CBB) à l'université Macquarie de Sydney gère des collections de références virtuelles, *i.e.* des banques d'images numérisées des habitus ou de certains caractères internes diagnostiques comme les édéages.

Conclusion

Pour un groupe hyperdiversifié comme les Insectes, forestiers ou non, le caractère heuristique de ces différentes initiatives palliatives a toutefois ses limites (ROHR *et al.*, 2007). La société pourra difficilement faire l'économie d'un investissement en moyens humains pour maintenir à flot l'expertise taxinomique et garantir le passage de flambeau entre spécialistes.

AUTEURS CITÉS

- BASSET Y., NOVOTNY V., MILLER S.E., WEIBLEN G.D., MISSA O. & STEWART A.J.A., 2004. – Conservation and biological monitoring of tropical forests : the role of parataxonomists. *Journal of Applied Ecology*, **41** : 163-174.
- BOUGET C., 2004. – *Chablis et diversité des coléoptères en forêt feuillue de plaine : impact à court terme de la trouée, de sa surface et de son contexte paysager*. Thèse de doctorat, Ecologie, Paris : Muséum national d'Histoire naturelle, 452 p.
- 2007. – Enjeux du bois mort pour la conservation de la biodiversité et la gestion des forêts. *Rendez-vous Techniques*, **16**, 55-59.
- 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. *La Terre et la Vie, Revue d'Ecologie*, suppl. 10 : 33-36.
- BOUGET C. & CHASSAIN J., 2008. – Les Elatérides forestiers français : une approche écologique en Seine-et-Marne (Coleoptera, Elateridae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 113 (3) : 365-372.
- BUTCHART S.H., AKÇAKAYA H.R., CHANSON J., BAILLIE J.E., COLLEN B., QUADER S., TURNER W.R., AMIN R., STUART S.N. & HILTON-TAYLOR C., 2007. – Improvements of the Red List Index. *PLoS ONE*, **2** (1) : 140.
- BUTCHART S.H.M., STATTERSFIELD A.J., BAILLIE J., BENNUN L.A., STUART S.N., AKÇAKAYA H.R., HILTON-TAYLOR C. & MACE G.M., 2005. – Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B, Biological Sciences*, 360 (1454) : 255-268.
- DARLING J.A. & BLUM M.J., 2007. – DNA-based methods for monitoring invasive species : a review and prospectus. *Biological Invasions*, **9** (7) : 751-765.
- FERREIRA R. L. & MARQUES M., 1998. – Litter fauna of arthropods of areas with monoculture of Eucalyptus and heterogeneous secondary forest. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, **27** : 395-403.
- GORHAM L., KIN, S., KEELAN B. & MOPPE S., 2002. – Effects of canopy gaps and flooding on homopterans in a bottomland hardwood forest. *Wetlands*, 22 : 541-549.
- GOSSELIN M., LAROUSSINIE O., GOSSELIN F. & BERGÈS L., 2004. – Biodiversité et gestion forestière : pour une interaction croissante entre gestion et recherche. In *Biodiversité et Gestion Forestière : connaître pour préserver - synthèse bibliographique* (ed. M. Gosselin & O. Laroussinie), p. 41-56. Antony : Coédition GIP Ecofor - Cemagref Editions.
- GUNNARSSON B., NITTERUS K. & WIRDENAS P., 2004. – Effects of logging residue removal on ground-active beetles in temperate forests. *Forest Ecology and Management*, **201** : 229-239.
- HUANG J, XU Q. & SUN Z.J., 2007. – Identifying earthworms through DNA barcodes. *Pedobiologia*, **51** (4) : 301-309.
- LIEUTIER F., DAY K., BATTISTI A., GRÉGOIRE J.-C. & EVANS H., 2004. – *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, A Synthesis*. Springer-Verlag, 569 p.
- MATTSON W.J., NIEMELA P., MILLERS I. & INGUANZO Y., 1994. – Immigrant phytophagous insects on woody plants in the United States and Canada : an annotated list. USDA N.C., United States Department of Agriculture, North Carolina Forest Experimental Station, General Technical Report NC-169.
- NORDEN B., PALTTO H., GOTMARK F. & WALLIN K., 2007. – Indicators of biodiversity, what do they indicate? Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest. *Biological Conservation*, **135** : 369-379.
- NOVOTNY V., 1993. – Spatial and temporal components of species diversity in Auchenorrhyncha (Insecta : Hemiptera) communities of Indochinese montane rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, **9** : 93-100.
- OLIVER I. & BEATTIE A. J., 1996a. – Designing a cost-effective invertebrate survey : A test of methods for rapid assessment of biodiversity. *Ecological Applications*, **6** : 594-607.
- 1996b. – Invertebrate morphospecies as surrogates for species : a case study. *Conservation Biology*, **10** : 99-109.
- OLIVER I., PIK S., BRITTON D., DANGERFIELD J. M., COLWELL R. K. & BEATTIE A. J., 2000. – Virtual biodiversity assessment systems. *Bioscience*, **50** : 441-450.
- PIK A. J., OLIVER I. & BEATTIE A. J., 1999. – Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. *Australian Journal of Ecology*, **24** : 555-562.
- ROHR J. R., MAHAN C. G. & KIM K. C., 2007. – Developing a Monitoring Program for Invertebrates : Guidelines and a Case Study. *Conservation Biology*, **21** (2) : 422-433.