

# Le point sur la phylogénie des lépidoptères en 2019 (Lepidoptera)

Alain MIGEON : 83, rue de la Rive F-34160 Saint-Drézéry /alain-c.migeon@laposte.net

**Résumé :** Cet article présente la phylogénie des lépidoptères selon les connaissances acquises en 2019. Un focus est porté sur les superfamilles françaises et leurs effectifs.

**Summary:** Evolutionary history and current relationships of French lepidoptera are detailed, based upon research made during the early part of 2019. This is illustrated by the use of an evolutionary tree of the superfamilies. A comparison is made between the numbers in each superfamily known in France as opposed to those known worldwide, where it can be seen that proportionately more microlepidoptera have been identified for France.

**Keywords:** Lepidoptera, evolutionary tree, superfamilies, France, phylogenetics.

Quand on lit les articles d'*oreina*, on remarque la diversité des familles abordées. Mais il n'est pas toujours facile de s'y retrouver, de savoir à quel rameau des lépidoptères se rattache la famille étudiée, surtout dans le foisonnement des microlépidoptères. C'est pourquoi nous proposons ici un état des lieux des connaissances relatives à la phylogénie de nos chers papillons.

## Histoire des classifications

Depuis Aristote et son « Histoire des animaux » en 343 avant notre ère, les scientifiques ont cherché à classer les êtres vivants en fonction de leurs ressemblances. Linnaeus a posé les bases de la classification moderne que nous utilisons toujours en définissant les règnes, classes, ordres, genres et espèces, pour ajouter ensuite les embranchements et les familles. Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les découvertes de Darwin font entrer les concepts de l'évolution dans les systèmes de classification. La classification va refléter les liens de parenté entre les êtres vivants mais en mêlant deux concepts :

1. la généalogie qui regroupe les descendants d'ancêtres communs ;
2. la phylogénie qui tente de faire des regroupements entre les parents les plus proches.

Cependant, l'absence de méthodes communes entre les différents systématiciens ainsi que leurs visions personnelles ne permettaient pas d'obtenir des classifications démontrables et/ou réfutables.

La révolution est apparue grâce à Hennig qui en 1950 pose les bases de la cladistique, ou systématique phylogénétique. Les êtres vivants sont regroupés en clades monophylétiques, c'est-à-dire un ensemble qui regroupe tous les descendants – et seulement eux – d'un ancêtre commun. Un clade peut-être appréhendé par l'étude des caractères morphologiques. La base de ce concept repose sur la synapomorphie, c'est-à-dire un caractère dérivé et partagé. Le clade le plus proche, qui partage un caractère dérivé avec son frère est appelé groupe frère (sister group en anglais !). Ainsi de proche en proche, on ajoute des branches. Les difficultés principales consistent dans la reconnaissance et la définition de ces synapomorphies. Cependant, le développement de la cladistique dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle a permis de démêler les classifications et de proposer des systèmes fiables, clairs, démontrables et/ou réfutables (Minet, 1986, 1991). Ces classifications évoluent en fonction des découvertes, des techniques et des approfondissements des systématiciens.

Mais il restait encore des zones difficiles à élucider. L'arrivée de la biologie moléculaire (voir les fondements du « barcoding » dans *oreina* : Rougerie, 2011, 2012), a bouleversé les classifications en permettant l'utilisation d'une quantité tout d'abord limitée, puis de plus en plus vaste de marqueurs moléculaires, c'est-à-dire des fragments du génome qui varient par mutation au cours de l'évolution.

## Les arbres phylogénétiques

Les phylogénies sont le plus souvent représentées par des arbres. Ces arbres reflètent les connaissances à un instant T. Ils sont obtenus grâce à des méthodes probabilistes et chacun des nœuds peut être plus ou moins validé par une probabilité. On parle alors de nœuds très bien soutenus (90 à 100 %) et moins bien soutenus.

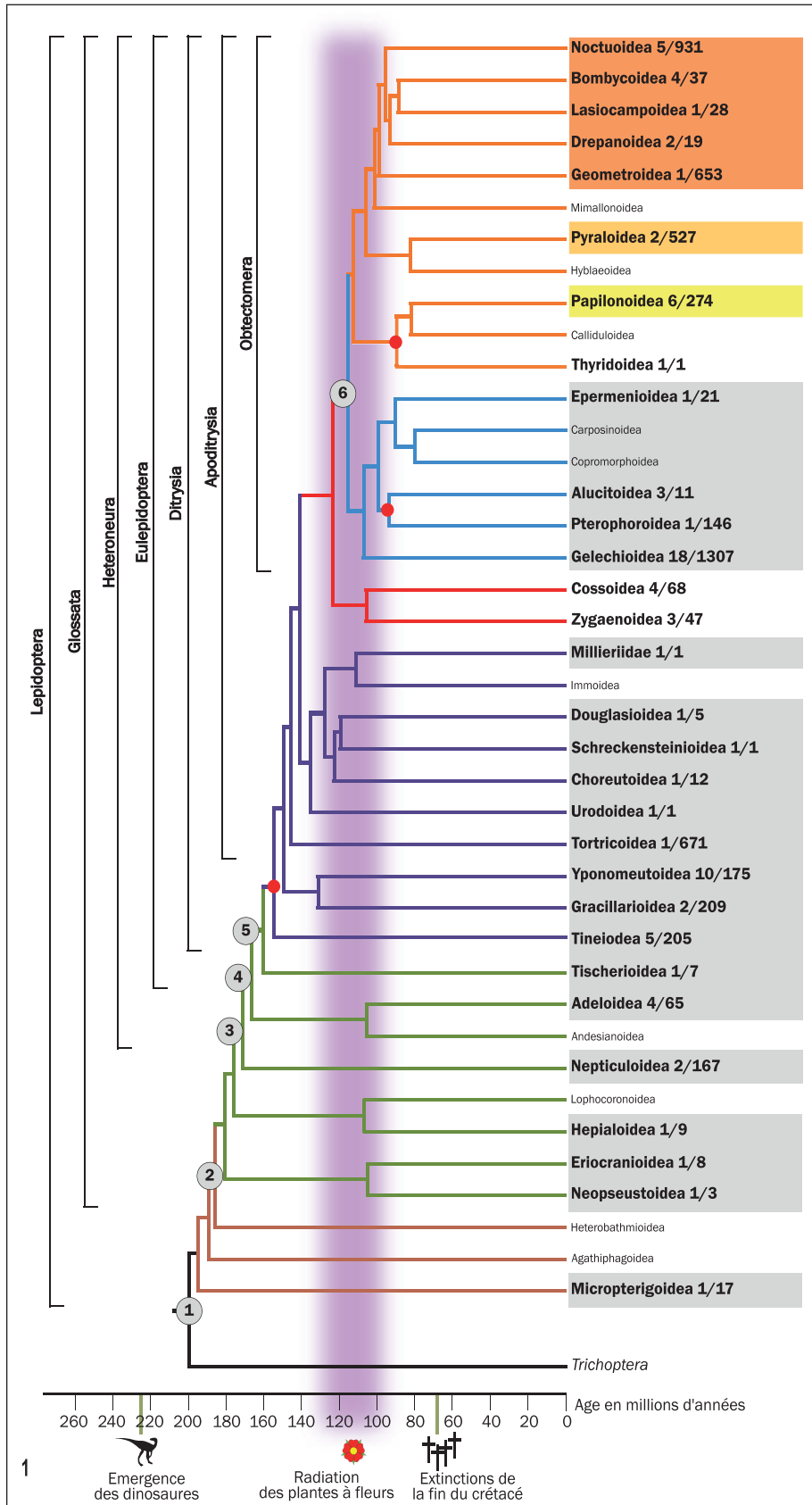
Par exemple un nœud avec une probabilité de 50 % possède une chance sur deux d'être vrai mais c'est quand même celui qui ressort le plus souvent parmi l'ensemble des topologies possibles. La longueur des branches est proportionnelle à l'éloignement du nœud entre groupes frères.

Grâce à la présence de fossiles dans un groupe, on peut dater des ancêtres communs. Couplée à une horloge moléculaire, c'est-à-dire un taux de mutation des gènes étudiés, on peut alors dater les nœuds et mettre en relation les événements géologiques et la diversification d'un groupe (radiation).

## Classification actuelle et phylogénie

Actuellement, le nombre d'espèces de lépidoptères est estimé à 160 000 (Mitters, 2017). La phylogénie des lépidoptères est représentée sur l'arbre, fig. 1. Il s'agit d'une synthèse de plusieurs auteurs (Aarvik, 2017 ; Bazinet 2013, 2016 ; Heikkilä, 2015 ; Mitters, 2017 ; Regier, 2015a et b) et certains branchements demeurent peu soutenus. Nous avons aussi ajouté les événements géologiques qui correspondent à la radiation des lépidoptères. On pourra d'ailleurs remarquer que la plus grande partie de cette radiation et l'apparition de la trompe précèdent l'explosion de la diversité des plantes à fleurs (Eldijk *et al.*, 2018).

Au fur et à mesure de la description de l'arbre présenté, dont, pour plus de clarté, les branches sont limitées aux superfamilles, nous indiquons les familles concernées et le nombre d'espèces connues de France métropolitaine (Taxref 12.0 : Gargominy *et al.*, 2018). La classification actuelle complète peut être trouvée dans la publication de Nieuwerkerken (2011). Elle est présentée dans le tableau 1 pour les espèces françaises. Il faut cependant noter que le système classique, s'il est conservé pour des raisons pratiques et historiques, n'est plus adapté aux connaissances actuelles, où on ajoute des clades sans rang taxonomique défini, à plusieurs niveaux, comme on peut le constater déjà chez Leraut (1997), chez



**Fig. 1. Arbre phylogénétique des *Lepidoptera*, synthétisé à partir de plusieurs publications récentes (Aarvik, 2017, Bazinet 2013, 2016, Hekkila, 2015, Mitters, 2017, Regier, 2015a et b). Les numéros des nœuds renvoient au texte. Les nœuds en rouge sont peu soutenus et présentent donc un degré d'incertitude plus élevé. Les superfamilles présentes en France sont indiquées en gras suivies du nombre de familles et d'espèces. L'échelle temporelle en millions d'années est indicative. Les groupements définis sur la gauche figurent les clades majeurs actuellement reconnus. Les couleurs utilisées sur les branches de l'arbre sont les mêmes que pour la fig. 2 et définissent 5 groupes : « Macrolepidoptères », « Microlepidoptères » obtectomères, Zygènes et Cossidés, « Microlepidoptères » ditrysiens, « Microlepidoptères » non-ditrysiens, Zeugloptères. Les cadres colorés représentent de haut en bas les groupes vernaculaires : macrohétérocères (orange), pyrales (marron clair), rhopalocères (jaune), microlépidoptères (gris).**

*Glossata*, c'est-à-dire des lépidoptères munis d'une trompe plus ou moins rudimentaire, alors que les *Micropterigoidea* n'ont que des mandibules. Le nœud 3 correspond à l'apparition des *Heteroneura*, caractérisés par une nervation différente entre les ailes antérieures et les ailes postérieures. Le nœud 4 correspond à l'apparition des *Eulepidoptera* (« lépidoptères vrais ») qui possèdent une véritable trompe. Le nœud 5 correspond à l'apparition des *Ditrysia*, caractérisés par 2 orifices génitaux chez les femelles (un pour l'accouplement et un pour la ponte). Ce clade représente 95 % des espèces connues (Mitter, 2017). Enfin le nœud 6 définit les *Obtectomera*, caractérisés par les 4 premiers segments abdominaux des nymphes immobiles.

L'analyse du nombre d'espèces en France, par rapport au nombre d'espèces au niveau mondial (fig. 2) montre un décalage en faveur des espèces les plus grosses dans la connaissance mondiale. Cela peut s'interpréter comme une étude moindre des microlépidoptères en dehors des zones tempérées où les connaissances acquises depuis longtemps entraînent les lépidoptéristes sur les chemins de la découverte à travers l'étude des microlépidoptères.

Nieukerken (2011) et sur la page des lépidoptères (<https://inpn.mnhn.fr/espece/arbre> -> Animalia -> Eumetazoa -> Bilateria -> Protostomia -> Ecdysozoa -> Arthropoda -> Pancrustacea -> Altocrustacea -> Hexapoda -> Insecta -> Neoptera) de l'INPN.

**Lepidoptera Linnaeus, 1758**

En 1758, selon Linnaeus, l'ordre comprend 3 genres : *Papilio*, *Sphinx* et *Phalaena*. Les lépidoptères se sont séparés des trichoptères, il y a environ 195 millions d'années (MA) (Wolf, 2016) - nœud 1 -. Le nœud 2 correspond à l'apparition des

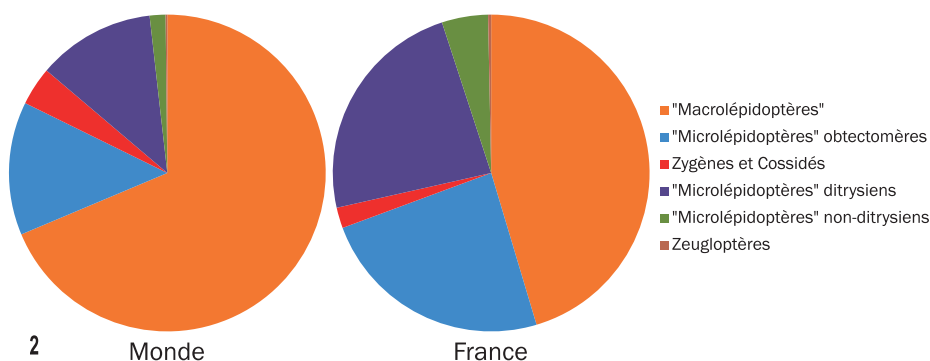


Fig. 2. Proportion des espèces connues dans le monde et en France pour les groupes définis à la fig. 1. Les Zeugloptères, trop peu nombreux, sont à peine visibles, dans l'épaisseur du trait.

**Bibliographie**

Aarvik (L.), Bengtsson (B. Å.), Elven (H.), Ivinskis (P.), Jürivete (U.), Karsholt (O.), Mutanen (M.) & Savenkov (N.), 2017. – Nordic-Baltic Checklist of Lepidoptera. *Norwegian Journal of Entomology*. Supplement 3. 1–236.

Bazinet (A. L.), Cummings (M. P.), Mitter (K. T.), Mitter (C. W.), 2013. – Can RNA-Seq Resolve the Rapid Radiation of Advanced Moths and Butterflies (Hexapoda: Lepidoptera: Apoditrysia)? An Exploratory Study. *PLoS ONE* 8(12): e82615. doi:10.1371/journal.pone.0082615.

Sous-ordre	Infra-ordre	Superfamille	Famille	Nbre	Sous-ordre	Infra-ordre	Superfamille	Famille	Nbre		
Glossata	Heteroneura	Noctuoidea	Noctuidae	666			Cossoidea	Schistonoeidae	1		
			Nolidae	25				Cossidae	7		
			Notodontidae	41				Sesiidae	57		
			Erebidae	198				Castniidae	1		
			Euteliidae	1				Brachodidae	3		
			Bombycoidea	Bombycidae				1	Zygaenoidea	Zygaenidae	40
				Brahmaeidae				2	Limacodidae	3	
				Saturniidae				7	Heterogynidae	4	
				Sphingidae				26	Tortricoidea	Tortricidae	671
			Endromidae	1				Douglasioidea	Douglasiidae	5	
		Lasiocampoidea		Lasiocampidae			28	Millieridae	1		
		Geometroidea	Geometridae	653			Schreckensteinoidea	Schreckensteiniidae	1		
		Drepanoidea	Drepanidae	19			Choreutoidea	Choreutidae	12		
			Cimeliidae	2			Urodoidea	Urodidae	1		
		Pyraloidea	Pyralidae	234			Yponomeutoidea	Yponomeutidae	45		
			Crambidae	293			Plutellidae	11			
		Papilionoidea	Papilionidae	10			Argyresthiidae	35			
			Pieridae	30			Glyphipterigidae	30			
			Nymphalidae	136			Ypsolophidae	25			
			Riodinidae	1			Praydidae	6			
			Lycaenidae	66			Heliodinidae	1			
			Hesperiidae	31			Scythropiidae	1			
			Thyrididae	1			Bedelliidae	2			
		Thyridoidea	Thyrididae	1			Lyonetiidae	19			
		Pterophoroidea	Pterophoridae	146			Gracillarioidea	Gracillariidae	175		
		Epermenioidea	Epermeniidae	21			Roeslerstammiidae	2			
		Alucitoidea	Alucitidae	11			Bucculatricidae	32			
			Gelechioidea	Gelechiidae			469	Tineidae	73		
		Oecophoridae	65	Dryadaulidae			2				
		Autostichidae	27	Eriocottidae			2				
		Lypusidae	13	Psychidae			85				
		Cosmopterigidae	48	Messiidae			43				
		Elachistidae	245	Tischerioidea			Tischeriidae	7			
		Lecithoceridae	7	Adeloidea			Adelidae	36			
		Pterolonchidae	3	Prodoxidae			12				
		Batrachedridae	4	Incurvariidae			10				
		Coleophoridae	287	Heliobelidae			7				
		Momphidae	17	Nepticuloidea			Nepticulidae	161			
		Blastobasidae	13	Opotegidae			6				
		Stathmopodidae	2	Hepialoidea			Hepialidae	9			
		Scythrididae	90	Dacnonypha			Eriocraniidae	8			
Chimabachidae	3	Neopseustina	Acanthopteroctetidae	3							
Peleopodidae	1	Zeugloptera	Micropterigoidea	Micropterigidae	17						
Parametriotidae	1										

Tableau 1. Classification des 5628 *Lepidoptera* connus en France selon le système classique, répartis en 85 familles. Les effectifs sont calculés selon les données de Taxref 12.0 (Garcominy *et al.*, 2018).

**Bazinet (A. L.), Mitter (K. T.), Davis (D. R.), Nieukerken (E. J.), Cummings (M. P.), Mitter (C. W.),** 2016. – Phylotranscriptomics resolves ancient divergences in the Lepidoptera. *Systematic Entomology* (2016), DOI: 10.1111/syen.12217.

**Gargominy (O.), Terceirie (S.), Régnier (C.), Ramage (T.), Dupont (P.), Daszkiewicz (P.), Poncet (L.),** 2018. – TAXREF v12, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. *Rapport Patrinat 2018-117*. 156 p.

**Heikkilä (M.), Mutanen (M.), Wahlberg (N.), Sihvonen (P.), Kaila (L.),** 2015. – Elusive ditrysiian phylogeny: an account of combining systematized morphology with molecular data (Lepidoptera). *BMC Evol. Biol.* 15:260.

**Leraut (P. J. A.),** 1997. – Liste systématique et synonymique des lépidoptères de France, Belgique et Corse (deuxième édition). Supplément à *Alexanor*. 526 p.

**Minet (J.),** 1986. – Ebauche d'une classification moderne de l'ordre des Lépidoptères. *Alexanor*, 14 : 291-313.

**Minet (J.),** 1991. – Tentative reconstruction of the ditrysiian phylogeny (Lepidoptera: Glossata). *Entomol. Scand.*, 22: 69-95. doi: 10.1163/187631291X00327.

**Regier (J. C.), Mitter (C. W.), Davis (D. R.), Harrison (T. L.), Sohn (J.-C.) et al.,** 2015. – A molecular phylogeny and revised classification for the oldest ditrysiian moth lineages (Lepidoptera: Tineoidea), with implications for ancestral feeding habits of the mega-diverse Ditrysiia. *Syst. Entomol.*, 40: 409-32

**Regier (J. C.), Mitter (C. W.), Kristensen (N. P.), Davis (D. R.), Nieukerken (E. J.) et al.,** 2015. – A molecular phylogeny for the oldest (non-ditrysiian) lineages of extant Lepidoptera, with implications for classification, comparative morphology and life history evolution. *Syst. Entomol.*, 40: 671-704

**Rougerie (R.),** 2011. – Les codes-barres

ADN des lépidoptères. Partie 1 : Un Outil pour l'identification des espèces. *oreina*, 15 : 7-9.

**Rougerie (R.),** 2012. – Les codes-barres ADN des lépidoptères. Partie 2 : protocoles expérimentaux. *oreina*, 18 : 14-16.

**Eldijk (T. J. B.), Wappler (T.), Strother (P. K.), Weijst (C. M. H.), Rajaei (H.), Visscher (H.), Schootbrugge, (B.),** 2018. – A Triassic-Jurassic window into the evolution of Lepidoptera. *Science Advances*, 2018; 4: e1701568.

**Nieukerken (E. J.), Kaila (L.), Kitching (I. J.), Kristensen (N. P.), Lees (D. C.) et al.,** 2011. – Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In Z.-Q. Zhang. *Animal Biodiversity: An outline of higher level classification and survey of taxonomic richness*. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. *Zootaxa*, 3148: 212-221.

**Wolfe (J. M.), Daley (A. C.), Legg (D. A.), Edgcombe (G. D.),** 2016. – Fossil calibrations for the arthropod Tree of Life. *Earth-Science Reviews*, 160: 43-110

## Observation de *Pyrausta porphyralis* (Denis & Schiffermüller, 1775) dans les Hautes-Alpes (Lepidoptera, Crambidae)

Sonia Richaud : Bois Domenge F-04200 Mison /sonia.richaud@fisica.fr

**D**u 10 au 12 juin 2016 se tenait la 40<sup>e</sup> Assemblée générale du Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Même si la date pouvait paraître précoce, l'événement a eu lieu dans la Vallée de la Clarée, sur la commune de Névache, dans les Hautes-Alpes. Lors d'un petit tour de reconnaissance effectué dès le premier jour, l'auteure, accompagnée de Stéphane Bence et Paulin Mercier, a observé un individu de *Pyrausta porphyralis* près du Pont de Fort Ville, à 1633 m d'altitude. Dans la région concernée, l'espèce est connue des Alpes-de-Haute-Provence, des Alpes-Maritimes et serait à retrouver dans le Var. Cette observation permet de confirmer la présence de l'espèce dans les Hautes-Alpes. Toutefois, il ne s'agit pas là d'une découverte puisqu'une rapide recherche sur Internet permet de trouver une observation du papillon réalisée en juin 2006 dans ce même département, sans précision sur la localité (<http://www.papillons-fr.net> – Alain Cosson).



*Pyrausta porphyralis*, Névache (05), 10-VI-2016. © S. Richaud.