



La taille du Petit Paon de nuit (*Saturnia pavonia*, Saturniidé) le protège des attaques des chauves-souris - Cliché A. Borges

Par Johanne Gouaillier

## Les moyens de défense des papillons nocturnes contre les chauves-souris insectivores

Les papillons nocturnes représentent une part importante de la nourriture des chauves-souris insectivores qui repèrent leurs proies par écholocalisation<sup>1</sup>. Le camouflage, l'avertissement visuel par des couleurs vives ou le mimétisme ne protègent pas les papillons contre de tels prédateurs. Ils ont donc dû développer des mécanismes de défense autres que ceux employés par les papillons diurnes. Certains sont dotés d'organes auditifs ou peuvent eux-mêmes émettre des sons pour limiter cette prédation. Ceux qui n'ont pas développé de tels organes ont trouvé des moyens tout aussi efficaces pour faire face à leurs prédateurs.

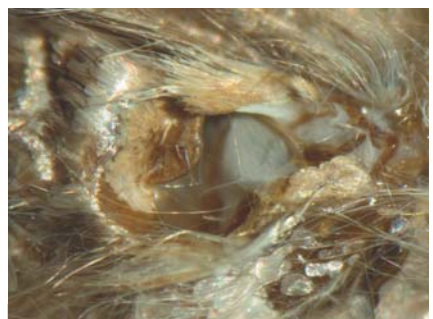
<sup>1</sup> Ou écholocation.

### ■ LES ORGANES TYMPANIQUES

Les Lépidoptères sont apparus au Crétacé, avant les chauves-souris qui elles, n'ont vu le jour qu'à l'Éocène. Il est donc raisonnable d'assumer qu'en l'absence de cris d'écholocalisation émis par les chauves-souris, les premiers papillons étaient sourds. Suite à la trop forte pression de prédation su-

bie par les papillons nocturnes, l'évolution a favorisé l'apparition d'organes auditifs chez la majorité d'entre eux. Quant aux gros papillons et aux papillons diurnes, qui étaient déjà protégés soit par leur morphologie, soit par leurs caractéristiques de vol, ils sont demeurés sourds.

Les Lépidoptères sont l'ordre d'in-



L'organe auditif du Hibou (*Noctua pronuba*, Noctuidé) situé à la base du thorax. En bas, détail. Clichés H. Guyot



L'organe auditif de l'Hypène des ponts *Hypena obsitalis* (Noctuidé) est certainement très utile à cette espèce lucifuge, habituée des cavernes, caves, champignonnières, cavités même petites, où elle côtoie des chauves-souris.  
Cliché A. Borges



L'Écaille cramoisie (*Phragmatobia fuliginosa*, Arctiidé) émet des petits « clics » ultrasoniques.  
Cliché A. Borges

sectes qui a été le plus étudié pour la capacité auditive. Plusieurs familles de papillons de nuit sont munies d'organes tympaniques : Drépanidés, Géométridés, Notodontidés, Lymantriidés, Arctiidés, Noctuidés et Nolidés. Ces organes, d'origine polyphylétique, sont situés des deux côtés du troisième segment thoracique chez les Noctuidés et les Notodontidés ou dans le premier segment abdominal chez les Géométridés. Ce sont des cavités paires qui transmettent les vibra-

tions de l'air perçues à une membrane tympanique, qui elle-même les transmet au système nerveux. Les signaux reçus informent le papillon de la proximité et de la direction de l'approche du prédateur ce qui lui permet de l'éviter. Les organes de l'ouïe des papillons nocturnes réagissent aux mêmes fréquences que celles que les chauves-souris émettent lors de l'écholocation. Avec des fréquences situées entre 30 et 80 kHz, ce sont des ondes trop courtes (ultrasons) pour être perçues par l'oreille humaine.

#### ■ L'AUDITION COMME MOYEN DE DÉFENSE

L'organe tympanique est l'un des plus importants moyens de défense face aux insectivores chassant par écholocation. Cet outil permet au papillon de modifier son vol, de l'accélérer ou, la plupart du temps, de se laisser tomber en chute libre pour déjouer l'adversaire. En parade, quelques espèces de chauves-souris utilisent des signaux d'écholocation à des fréquences au-dessus du seuil d'audition du papillon, trompant ainsi sa vigilance.

Plusieurs études ont aussi démontré l'utilité de l'organe tympanique dans la communication intraspécifique chez quelques espèces de papillons. C'est le cas du mâle *Setina aurita* (Arctiidé) qui émet, grâce à un petit sac vocal situé sur le thorax, des sons qui sont perçus par la femelle. Celle-ci répond par un tremblement d'ailes pour montrer qu'elle est disposée à l'accouplement. La proportion de papillons qui se servent de leurs organes tympaniques pour communiquer entre eux est si faible que l'on peut affirmer que la détection des chauves-souris reste la fonction primaire de ces structures.

#### ■ LA PRODUCTION DE SONS

Certains papillons ont perfectionné ce moyen de défense. Des Arctiidés, par exemple, sont dotés d'organes capables d'émettre des sons de haute fréquence.

L'émission de ces sons vient du repliement de la bande striée sur la surface du métépistérne thoracique modifiée (timbale) du papillon. Cependant, une analyse neurophysiologique a permis d'établir que seules les espèces d'Arctiidés qui se métamorphosent en été sont douées des deux systèmes : audition et production de son, tandis que celles du printemps ne possèdent que l'audition. Cette adaptation serait une réponse à une pression de prédation plus importante en été, lorsque les chauves-souris femelles redoublent d'efforts pour nourrir leurs petits, tandis qu'au printemps un seul système de défense suffit pour répondre à une prédation limitée.

Cet outil supplémentaire peut protéger le papillon de trois manières différentes.

**Brouillage des ondes.** Certains claquements (sons) produits par des Arctiidés ont des caractéristiques étonnamment semblables à celles des cris d'écholocation émis par plusieurs chauves-souris lorsqu'elles approchent de leurs proies. Il est probable que ces claquements soient perçus par les chauves-souris comme des retours d'échos, causant ainsi de la confusion dans leur système d'acquisition de l'information. Il se pourrait aussi que le bruit produit par le papillon lui serve de camouflage sonore, en le faisant passer lui-même pour une chauve-souris. Dans les deux cas, le prédateur en approche se désintéresse de lui et le papillon peut continuer à voler.

**Avertissement sonore.** Certains papillons peuvent aussi émettre des sons « aposématifs », des « clics » ultrasoniques destinés à avertir un prédateur qu'ils sont inconsommables, voire toxiques, comme cela a été démontré chez les Arctiidés. Des chercheurs ont d'abord constaté que les chauves-souris, sur un territoire donné, ont consommé moins d'Arctiidés qu'elles auraient pu d'après la disponibilité de ces pa-



Le mâle de la Hachette (*Aglia tau*, Saturniidé) vole essentiellement de jour. Cliché A. Borges

pillons. De plus, les Arctiidés avaient une moins grande tendance à changer de trajectoire en réaction aux ultrasons que les papillons de même taille d'autres familles également capables d'entendre ces signaux. Ces constatations démontrent que les chauves-souris reconnaissent les sons émis par les Arctiidés et qu'elles ont appris à les associer à un repas détestable, abandonnant du coup leurs attaques contre ces papillons. Plusieurs études, notamment sur des papillons africains, ont conduit à la même conclusion.

**Signal surprise.** Les sons produits par certains papillons peuvent aussi surprendre des chauves-souris inexpérimentées et les empêcher d'attaquer. Si une chauve-souris détecte un stimulus acoustique inattendu durant son approche vers la proie, cela provoque une confusion qui peut conduire à l'abandon de l'attaque.

#### ■ DÉVELOPPEMENT EXTERNE DE « L'OREILLE »

Malgré leur capacité auditive, plusieurs papillons de nuit néotropicaux sont exposés à une forte pression de prédation par les chauves-souris insectivores qui émettent des signaux d'écholocation très faibles à des fréquences pouvant dépasser les 70 kHz. En réponse à cette pression de prédation, certains Notodontidés, durant

leur évolution, ont développé une adaptation consistant en un développement externe de l'oreille leur permettant d'amplifier la réception des signaux trop faibles. Son rôle est semblable à celui que joue le pavillon de l'oreille humaine.

#### ■ LES PAPILLONS DE NUIT SANS ORGANES TYMPANIQUES

Les papillons de nuit qui sont dépourvus d'organes tympaniques ou de tout autre moyen de détection des chauves-souris ont « trouvé » d'autres astuces. C'est le cas chez quatre superfamilles de Lépidoptères : les Bombycidés, la majorité des Sphingidés, les Saturniidés et les Lasiocampidés.

#### ■ MORPHOLOGIE

Sans doute certains Saturniidés sont-ils tout simplement trop grands pour être attaqués. Il en est de même pour les Sphingidés qui sont protégés par leur grande taille et leur vol rapide.

#### ■ COMPORTEMENT DE VOL

Certains papillons de nuit dépourvus de tympanes (par exemple, les Lasiocampidés) réduisent leur vulnérabilité par un vol rapide et erratique au ras du sol, loin de la hauteur de chasse des chauves-souris. D'autres réduisent le risque de se faire capturer en diminuant leur temps de vol au cours de la nuit. En comparant la tendance au vol des papillons munis de tympanes à celui de ceux sans tympanes, on a montré que le temps moyen écoulé avant l'envol chez les premiers est en effet significativement plus court que celui enregistré chez les seconds. Ce qui signifie que les papillons « sourds » sont plus susceptibles de rester à leur place et prennent plus de temps à s'envoler que les papillons munis d'organes tympaniques et donc qu'ils ont une tendance au vol moins marquée.

#### ■ SOLEMENT SAISONNIER

Chez les familles dont les papillons sont dépourvus de tympanes, un



Les hibernies, telles que l'Himère-plume, *Colotois pennaria* (Géométridé) volent en automne et en hiver, pendant la période d'hibernation des chauves-souris. Cliché A. Borges



La femelle du Minime à bandes jaunes (*Lasiocampa quercus*, Lasiocampidé) ne vole pas beaucoup, laissant au mâle le soin et les risques des déplacements nocturnes.  
Cliché A. Borges

autre moyen de défense passive contre l'attaque des chauves-souris consiste à adopter une activité saisonnière à l'inverse des périodes d'activité des chauves-souris. Par exemple, la plupart des Saturniidés se retrouvent de la mi-mai à la mi-juin, avant la période d'activité maximale des chauves-souris (juillet-août). De même, les Lasiocampidés évitent la période de forte activité des chauves-souris en émergeant au début de mai, à la fin de juin et à la fin d'août. Donc, ces familles de papillons de nuit réduisent la pression de sélection que leur font subir les chauves-souris par un mécanisme d'isolement temporel.

#### ■ « DIMORPHISME » SEXUEL DANS L'ACTIVITÉ DE VOL

Certaines espèces de papillons ont des périodes de vol différentes pour le mâle et pour la femelle. Les mâles ont un pic d'activité de vol qui correspond à celui des chauves-souris tandis que le point le plus élevé de l'activité de vol des femelles est plus tôt, lorsque l'activité des chauves-souris est relativement basse. Cette différence, ajoutée au fait que les femelles volent moins que les mâles, permet aux femelles qui portent la progéniture d'être mieux protégées des prédateurs.



L'activité du Sphinx du peuplier (*Laotloe populi*, Sphingidé) est concentrée sur la fin de la nuit, aux heures où les chauves-souris sont moins nombreuses. Cliché A. Borges

#### ■ CONCLUSION

Les papillons nocturnes ont donc développé plusieurs mécanismes de défense pour se protéger des chauves-souris. La majorité de ces mécanismes sont passifs (l'audition, le développement externe de l'oreille, la morphologie du papillon, l'isolement saisonnier), mais quelques-uns sont actifs (la production de sons, le comportement de vol et le dimorphisme dans l'activité du vol). Parmi eux, la possession d'organes tympaniques est sans contredit la meilleure protection qu'un papillon de nuit puisse avoir pour se défendre contre les chauves-souris insectivores. Il est aussi important de mentionner que ces moyens de défense ne protègent pas toujours à

100 % le papillon contre l'attaque d'une chauve-souris. Cependant ces mécanismes contribuent à préserver un équilibre dans la chaîne alimentaire des insectivores. ■

#### L'auteur

Johanne Gouaillier est enseignante, biologiste diplômée de l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

#### Remerciements

- Cet article a été publié en première version en 2001 dans *Antennae* vol. 8, n° 1 (hiver 2001), le bulletin de la Société entomologique du Québec et adapté avec l'aimable autorisation de l'auteur et de la SEQ. Site internet de la SEQ : [www.seq.qc.ca/](http://www.seq.qc.ca/)



L'écaille pudique, *Cymbalophora pudica*, porte un nom scientifique évocateur de sa capacité à émettre un son (une sorte de pétilllement) tout à fait audible par l'homme  
Cliché J.-C. Malausa/OPIE