



La Feuille morte du chêne - Cliché H. Guyot-Opie

Par Jacques Huignard

# Le mimétisme chez les insectes

## l'art de se dissimuler et de tromper

**Le mimétisme permet à des animaux de passer pour ce qu'ils ne sont pas en ressemblant à une autre espèce ou à un élément inerte de l'environnement. Ils pourront ainsi échapper aux prédateurs ou se dissimuler pour mieux capturer leurs proies.**

Il y a, dans le mimétisme, trois intervenants : le mime, le modèle et le dupe. Le modèle peut être un élément du milieu dans lequel vit le mime, ou bien une autre espèce vivante dans le même milieu que lui. Le dupe peut être l'espèce prédatrice à laquelle le mime va échapper en la trompant. On parle de camouflage lorsque le mime utilise un artifice visuel, olfactif ou comportemental pour se dissimuler dans le milieu dans lequel il

vit. Il y a mimétisme vrai lorsque le mime est bien visible dans son environnement. Il affiche des caractères mimétiques copiés sur une autre espèce agressive ou im-mangeable en raison des toxines qu'elle contient. De nombreux cas, souvent spectaculaires, de camouflage ou de mimétisme vrai ont été décrits chez les insectes. Le déterminisme génétique des stratégies mimétiques, sélectionnées par les insectes et leur importance dans

l'évolution des populations font l'objet de nombreuses recherches. Nous présenterons dans cet article plusieurs stratégies mimétiques sélectionnées par des insectes appartenant à des ordres et des espèces différentes, soit pour répondre aux pressions de sélection exercées par les prédateurs, soit pour accroître les chances de capture de leurs proies lorsqu'ils sont eux même prédateurs.

### ■ CAMOUFLAGE

Les insectes peuvent prendre la même couleur (homochromie) ou la même forme (homotypie) que des éléments du milieu dans le-



Homochromie et homotypie chez les insectes. 1. Phyllie géante - Cliché H. Guyot-Opie 2. Chenille de la Boarmie du chêne - Cliché André Lequet 3. Adulte de la Bucéphale - Cliché Kallerna, licence CCA-SA 3.0 à commons.wikimedia.org 4 et 5. Chenille et adulte de la Noctuelle de l'aulne - Clichés Philippe Mothiron à lepinet.fr et Alexis Borges.

quel ils vivent. De nombreux cas ont été décrits. Les phasmes de la famille des phyllies comme la Phyllie géante *Phyllium giganteum* (Phasm. Phyllidé), originaire de Malaisie ressemblent à des feuilles vertes. L'adulte de la Feuille morte de chêne *Gastropacha quercifolia* (Lép. Lasiocampidé) a la forme et la couleur de feuilles sèches. Les larves de la Boarmie du chêne *Hypomecis roboraria* (Lép. Géométridé) ressemblent étrangement à une brindille. Le camouflage de la Bucéphale *Phalera bucephala* (Lép. Notodontidé) qui mime un fragment de branche cassée sur un arbuste lorsque ses ailes sont repliées est également remarquable. Les jeunes larves de la Noctuelle de l'aulne *Acronicta alni* (Lép.

Noctuidé) ressemblent à des fientes d'oiseau (homotypie) tandis que les adultes se confondent, par la couleur de leurs ailes, avec l'écorce des arbres (homochromie).

#### ■ COLORATIONS DISRUPTIVES

Les couleurs des ailes et des élytres du Criquet rubané *Oedipoda caerulescens* (Orth. Acrididé) sont très contrastées, elles ont pour but de rompre la forme de l'animal, de dissocier les différentes parties afin de le rendre difficilement visible. Il en est de même chez les larves du Sphinx du pin *Sphinx (Hyloicus) pinastri* (Lép. Sphingidé) où l'alternance des bandes et des taches colorées brouille la forme de l'insecte lorsqu'il se trouve sur les aiguilles de pin dont il se nourrit.

#### ■ AUTOMIMÉTISME

Cette stratégie consiste à représenter, pour le mime, une partie seulement d'un corps, pour l'effrayer ou pour le dérouter. Elle est observée chez le Grand Paon de nuit *Saturnia pyri* (Lép. Saturnidé) dont les ailes postérieures portent chacune « un œil grand ouvert regardant de face » qui peut provoquer, soit une réaction de fuite chez les prédateurs, soit une attaque ciblée au niveau de l'aile, loin des parties vitales du papillon. Un cas spectaculaire d'automimétisme est observé chez un Lépidoptère Sphingidé nocturne *Hemeroplanes triptolemus* vivant dans les forêts tropicales humides de Costa Rica. Sa larve est capable de prendre, lorsqu'elle est menacée, l'apparence d'un serpent prêt à



Deux exemples de colorations disruptives. À gauche, le Criquet rubané - Cliché Gailhampshire, licence CC-BY 2.0. À droite, chenille de Sphinx du pin - Cliché H. Guyot-Opie

Grand Paon de nuit - Cliché H. Guyot-Opie

attaquer, en gonflant son thorax et sa tête (ci-contre).

#### ■ MIMÉTISME CHIMIQUE

**La fourmi dupée.** La fourmilière représente une véritable forteresse dans laquelle il est difficile de pénétrer sans être immédiatement reconnu et attaqué. La cuticule des fourmis contient des mélanges complexes d'hydrocarbures dont la composition est spécifique à chaque colonie. Ces hydrocarbures jouent un rôle important dans la reconnaissance entre les individus d'une même colonie. Seules quelques espèces d'insectes dits myrmécophiles peuvent pénétrer à l'intérieur de la fourmilière et même l'exploiter. C'est le cas des Lépidoptères du genre *Maculinea* (*Phengaris*) appartenant à la famille des Lycaénidés.

Les femelles de ces papillons pondent sur les bourgeons floraux de leurs plantes hôtes. Les larves de l'Azuré du serpolet *Maculinea arion* commencent leur développement en consommant les pièces florales de diverses espèces de thym puis tombent sur le sol au pied de la plante. Elles possèdent des glandes dorsales qui sécrètent des composés chimiques, attirant les ouvrières de la fourmi *Myrmica sabuleti* (Hym. Formicidé). Celles-ci les ramèneront dans la fourmilière où elles achèveront leur développement.

Les larves de l'Azuré des mouillères – ou Protée – *Maculinea alcon* se développent d'abord aux dépens des pièces florales de la gentiane des marais. Lorsqu'elles se trouvent au sol, les larves émettent des stridulations qui ressemblent à celles d'une reine de l'espèce *Myrmica scabrinodis*, ce qui attire l'attention des ouvrières. Elles mettent en place des comportements de toilettage des larves du papillon puis les transportent dans la colonie. En mimant les caractères comportementaux de leurs hôtes ou



*Hemeroplanes triptolemus* - Cliché Andreas Kay, licence CC BY-NC-SA 2.0, à [www.flickr.com/andreaskay/albums](http://www.flickr.com/andreaskay/albums)



Chenille de l'Azuré du serpolet - Cliché Sarah Meredith, Butterfly Conservation (Grande-Bretagne)

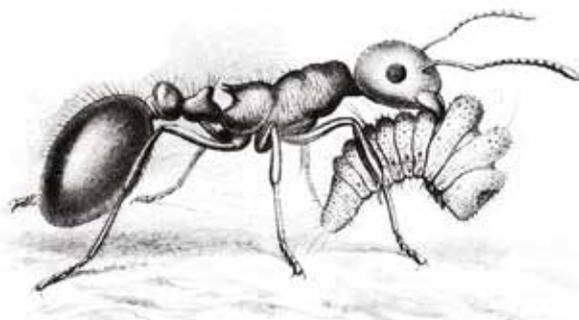


Protée - Cliché L. Baliteau-Opie

en produisant des sécrétions qui les attirent, les larves de ces papillons augmentent leurs capacités de survie mais la mortalité larvaire est toujours élevée à ce stade.

Dans la fourmilière, les larves vont acquérir la même « signature chimique » que celle de leurs hôtes pour ne pas être reconnues. Les analyses chimiques ont montré que leur cuticule contient les mêmes hydrocarbures que ceux présents dans la cuticule des fourmis hôtes. Les conditions d'acquisition de cette signature chimique sont mal connues. Leur comportement dans la fourmilière est différent suivant les espèces. Les larves du Protée sont parfaitement intégrées et se font nourrir par les ouvrières qui leur régurgitent de la nourriture destinée à leurs propres larves. Elles continuent à émettre des stridulations proches de celles de la reine, ce qui suscite encore plus d'atten-

tion de la part des ouvrières. Les larves de l'Azuré du serpolet sont agressives et se nourrissent du couvain et des larves de fourmis. Elles peuvent en plus recevoir de la nourriture des ouvrières ! On estime qu'une larve va acquérir 99% de son poids à l'intérieur de la fourmilière et consommer plus de 200 larves de fourmis durant son développement.



Fourmi emportant une larve d'Azuré du serpolet dans son nid - Dessin F. W. Frohawk in : « Further observations on the last stage of the larva of *Lycaena arion*. Transactions of the Entomological Society of London, 1915. »



Femelle de *Polistes biglumis* sur son nid  
Cliché Albag, licence CC-A 3.0, à commons.wikimedia.org



*Polistes atrimandibularis*, parasite de la précédente - Cliché Jean-Luc Renesson

### ■ PRISE DE CONTRÔLE

La guêpe coucou *Polistes atrimandibularis* est un Hyménoptère Vespidé qui vit aux dépens d'autres espèces de Vespides comme *Polistes biglumis*. Lorsque la femelle fondatrice pénètre dans la colonie de *P. biglumis*, elle commence par perdre sa propre signature chimique. Elle présente alors les mêmes hydrocarbures cuticulaires que ses hôtes et peut donc se faire accepter. Elle chasse ensuite la reine de *P. biglumis* et commence à pondre ses propres œufs dans les logettes de

1. À relire, dans : Les insectes noctiluques, par Alain Fraval, *Insectes* n°154, 2009(3), en ligne à [www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i154fraval2.pdf](http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i154fraval2.pdf), l'encadré « Femmes fautes et fourbes amants », p. 5.



*Photuris versicolor* - Cliché © Ken Childs, à : [www.flickr.com/photos/11111191@N07/](http://www.flickr.com/photos/11111191@N07/)



Mâle de *Photinus pyralis* attiré et mangé - Cliché James E. Lloyd, Cornell University

cire fabriquées par les ouvrières de *P. biglumis*. Celles-ci vont nourrir les larves de *P. atrimandibularis* jusqu'à la fin de leur développement. Comme l'oiseau du même nom, la guêpe coucou ne dépense aucune énergie ni pour la construction d'un nid, ni pour l'alimentation de sa descendance.

### ■ ÉMISSIONS LUMINEUSES

Ce type de mimétisme a été observé chez le Coléoptère Lampyridé *Photuris versicolor*<sup>1</sup>. Chez les vers luisants, les mâles et les femelles se rencontrent grâce à des flashes lumineux dont la durée, la fréquence d'émission et la couleur sont spécifiques. Ces émissions lumineuses sont produites par des photophores situés au niveau de l'abdomen. Les femelles de *P. versicolor* sont prédatrices. Elles sont capables d'émettre des flashes dont la fréquence d'émission et la couleur sont identiques à ceux émis par les mâles d'autres espèces du genre *Photinus* comme *P. pyralis*. Ce mimétisme lumineux présente un double avantage :

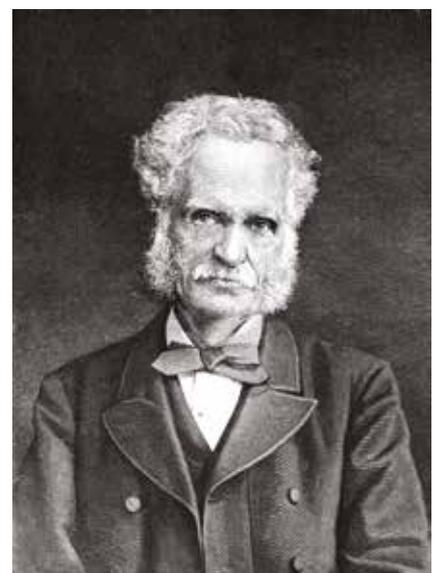
- Nutritionnel : les femelles attirent les mâles de *P. pyralis*, les capturent puis les mangent.
- Protecteur : Les mâles et les femelles de *P. pyralis*, produisent, en effet, lorsqu'ils sont attaqués,

une sécrétion défensive visqueuse contenant un stérol la lucibufagine, qui est répulsive pour les prédateurs (oiseaux, araignées, fourmis). En consommant les mâles de *P. pyralis*, les femelles de *P. versicolor* vont stocker dans leur abdomen de la lucibufagine et acquièrent une protection chimique. Elles vont se trouver protégées, car les araignées sauteuses prédatrices du genre *Phidippus* les évitent.

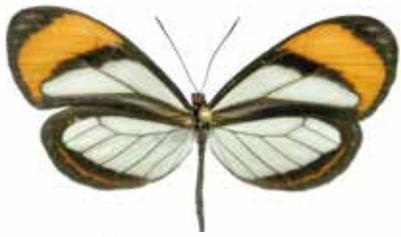
### ■ LE COSTUME DU MÉCHANT

Ce type de mimétisme dit batésien a été décrit par l'entomologiste britannique Henry Walter Bates (1825-1892).

Des papillons peuvent mimer l'apparence physique d'espèces stockant des toxines. *Napeogenes sylphis* est un Lépidoptère Nymphalidé tropical d'Amérique du Sud qui se nourrit au stade adulte de nectar de plantes contenant des alcaloïdes pyrrolizidiniques très toxiques pour les vertébrés. Ces alcaloïdes sont séquestrés dans le corps des papillons et les protègent car ils sont répulsifs et toxiques pour les oiseaux. On trouve dans les mêmes écosystèmes une autre espèce de Lépidoptère, *Dismorphia theucharila* (Pieridé) qui ressemble à *N. sylphis*. Ses ailes présentent des motifs et des couleurs proches mais il ne stocke aucune toxine dans son corps car il



Henry Walter Bates - Portrait paru dans : *Popular science monthly*, vol. 42, 1892-93



Mimétisme batésien chez des papillons tropicaux. En haut : *Napeogenes sylphis*. En bas : *Dismorphia theucharila* - Clichés Geoff Gallice, licence CC BY 2.0 à commons.wikimedia.org

se nourrit de végétaux ne synthétisant pas d'alcaloïdes. Les prédateurs le confondent avec *N. sylphis*, il se trouve ainsi protégé sans investir dans le stockage et la conservation des toxines.

La Guêpe commune (*Vespula vulgaris*) et le Frelon européen (*Vespa crabro*) sont des Hyménoptères prédateurs qui se nourrissent au stade adulte d'autres insectes (mouches, papillons, Coléoptères...) ou de leurs larves. Ils sont peu attaqués par les prédateurs en raison de leur comportement agressif. Plusieurs espèces appartenant à des groupes différents comme le Lépidoptère *Paranthrene tabaniformis* (Sésiidé), et le Diptère *Chrysotoxum intermedium* ont une morphologie et une couleur proches de celles de la guêpe et sont évités, comme leur modèle, par les prédateurs. De même, la Sésie apiforme, alias Sésie Frelon *Sesia apiformis* (Sésiidé) imite le Frelon européen<sup>2</sup>. Un des modèles de mimétisme batésien assez étonnant est observé chez *Cyphonina clavata*, un Membracide sud-américain. Cet insecte suceur de sève possède au-dessus du thorax un



Ci-dessus et de haut en bas : le modèle et les mimes. La guêpe commune - Cliché Entomart à entomart.be. *Paranthrene tabaniformis* - Cliché Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org, licence CC-BY A 3.0. *Chrysotoxum* sp. - Cliché Richard Bartz, licence CC BY-SA 2.5 à commons.wikimedia.org

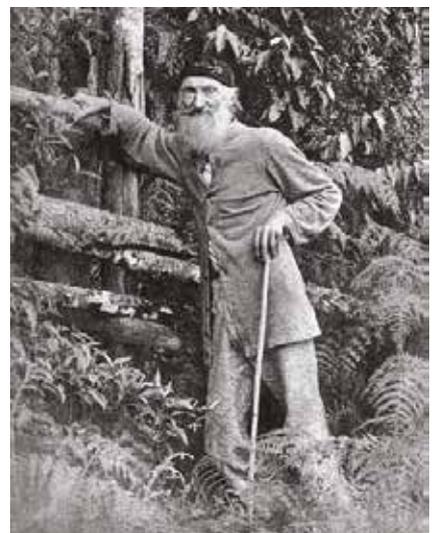
appendice ressemblant à une fourmi. Il est probable que cette imposante structure, disproportionnée par rapport à la taille de l'insecte l'empêche d'être très mobile mais a un rôle protecteur, les prédateurs le confondant avec une fourmi agressive.

#### ■ UN MIME ET DES TOXINES

Des papillons séquestrent des toxines et se ressemblent afin de mieux se protéger. Ce type de mimétisme dit müllerien a été décrit par le zoologiste allemand F. Müller (1834-1895). Il est observé chez des papillons tropicaux d'Amérique du Sud appartenant à des espèces différentes qui vivent dans le même écosystème. Ce mimétisme leur permet de « partager le coût de l'éducation des prédateurs », ce qui constitue donc pour chaque espèce



Frelon européen et Sésie apiforme - Clichés Entomart à entomart.be et Remi Coutin-OPIE



Fritz Müller (1821-1897)  
Cliché domaine public

2. À (re)lire : La Sésie apiforme, par André Lequet. *Insectes* n° 156, 2010(1), en ligne à /pdf/i156lequet.pdf



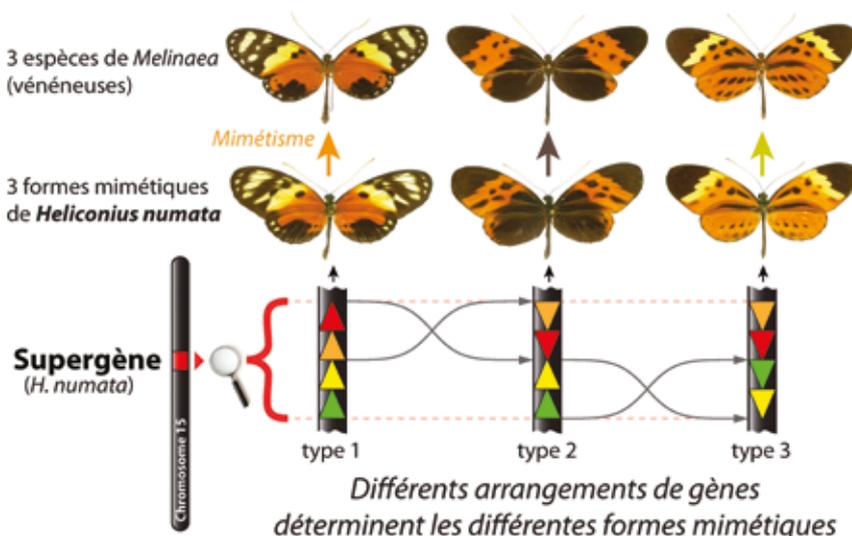
**Heliconius numata** - Cliché Didier Descouens – Muséum de Toulouse, licence CC BY-SA 4.0

un important avantage sélectif<sup>3</sup>. *Heliconius melpomene* et *H. timareta* se ressemblent et séquestrent dans leur corps des composés contenant des glucosides cyanogènes provenant des plantes hôtes dont se nourrissent les chenilles. Lorsqu'un papillon est mangé par un oiseau, le glucoside contenu dans le corps de la proie est dissocié au cours de la digestion et de l'acide cyanhydrique toxique est libéré. Les prédateurs qui reconnaissent les couleurs vives des ailes évitent donc les deux espèces. Le génome de *H. melpomene* a été séquencé ; il comprend 12 600 gènes répartis sur 21 chromosomes. La comparaison du gé-

nome des deux espèces a montré que ce sont les mêmes gènes qui contrôlent la couleur des ailes et la forme de leurs motifs colorés. Ces gènes ont une origine unique car *H. melpomene* et *H. timareta* sont issus d'une spéciation récente et peuvent encore s'accoupler. Il y a production d'individus hybrides qui ont donc les caractères génétiques des deux espèces. Les hybrides femelles sont stériles tandis que les hybrides mâles peuvent s'accoupler avec les femelles des deux espèces permettant ainsi la transmission des gènes responsables de la couleur des ailes. *Heliconius numata* est un papillon qui se rencontre dans les forêts tro-

picales du bassin amazonien. Cette espèce présente de nombreuses formes qui diffèrent par la couleur et les motifs des ailes. Les études réalisées dans une zone située à l'est du Pérou ont montré que ce polymorphisme était associé au mimétisme. Chaque forme de *H. numata* est un mime presque parfait d'une espèce de papillons du genre *Melinaea* (même famille). Chaque espèce séquestre des toxines ; des alcaloïdes pyrrolizidiniques pour les *Melinaea* et des glycosides cyanogènes pour les *Heliconius*. Les deux espèces présentant chacune les mêmes couleurs vives et des motifs presque semblables. Elles sont reconnues comme étant immangeables par les oiseaux prédateurs qui ont appris à les reconnaître et les évitent. Les études réalisées sur trois formes de *H. numata* ont porté sur une région du chromosome 15 où se trouve un bloc de 30 gènes qui déterminent la forme des motifs colorés des ailes et donc les éléments de ressemblance avec les *Melinaea*. Cet ensemble de gènes (appelé supergène) existe en plusieurs versions différant par l'ordre et le sens des gènes se trouvant sur le chromosome. Chaque version est associée à une forme de *H. numata* mimétique d'une espèce de *Melinaea*. Ces changements dans l'ordre et l'orientation des gènes sont dus à des phénomènes d'inversion entre des fragments d'ADN sur le chromosome qui bouleversent l'homologie et empêchent le brassage génétique au moment de la formation des cellules sexuelles. De la sorte, le bloc de 30 gènes est « immobilisé » selon une combinaison propre à chaque forme ; il est hérité sans remaniement à chaque génération et permet le maintien du mimétisme. Il est probable que les inversions entre les fragments chromosomiques se sont faites au hasard mais en raison des pressions de sélection exercées par les prédateurs, seules les formes mimétiques ont pu se maintenir.

3. À relire : Les *Heliconius* un modèle d'excellence pour l'étude de la spéciation écologique, par Benoît Gilles, *Insectes* n°156, 2010(1), en ligne à [/pdf/i156gilles.pdf](#)



**Conséquences de changements de l'ordre et de l'orientation des gènes chez *Heliconius numata***  
© Matthieu JORON/CNRS Photothèque

## ■ IMPORTANCE ÉVOLUTIVE ET DÉTERMINISME GÉNÉTIQUE DU MIMÉTISME

Les exemples analysés dans cet article montrent la diversité des mécanismes mis en place par les insectes pour se dissimuler, passer pour ce qu'ils ne sont pas et tromper les autres espèces. Les différentes stratégies mimétiques favorisent la survie des espèces qui y ont recours. Elles sont la conséquence de processus évolutifs dans lesquels la sélection naturelle joue un rôle déterminant en favorisant le maintien des génotypes les plus adaptés. Une démonstration remarquable de l'importance de la sélection naturelle a été faite en observant la Phalène du bouleau *Biston betularia* (Lép. Géométridé) dans la région de Manchester en Grande Bretagne. Cet exemple bien connu sous le nom de mélanisme industriel montre comment des variations de l'environnement et les pressions de sélection exercées par la prédation permettent la mise en place de stratégies mimétiques et favorisent la survie des papillons. La pollution due aux activités industrielles a provoqué le dépôt de poussières noires sur les troncs de bouleau. Il y a alors eu sélection d'une forme de papillon aux ailes noires (appelée *carbonaria*). Cette forme est difficilement repérable par les oiseaux prédateurs sur les troncs noircis. La régression des activités industrielles et de la pollution à la fin du XX<sup>e</sup> siècle a entraîné la diminution progressive de la forme *carbonaria* qui était devenue une proie facilement repérable. La forme *typica* aux ailes claires est redevenue dominante sur les écorces de bouleau. L'analyse du génome de ce papillon a permis de comprendre comment cette stratégie mimétique était induite et se maintenait dans les populations. Des chercheurs ont comparé les génomes des formes *typica* et *carbonaria* et ont montré qu'une modification d'une portion d'un gène ; le gène *cortex*, était à



Phalène du bouleau. En haut forme normale, en bas forme *carbonaria* - Clichés Jerzy Strzelecki, licence CC BY 3.0 à commons.wikimedia.org

l'origine de la forme *carbonaria*. Cette modification est due à l'insertion d'un transposon<sup>4</sup>, c'est-à-dire un fragment d'ADN, au milieu du gène *cortex*. Cette mutation modifie l'expression du gène et la synthèse de pigments au niveau des ailes. On a montré que le gène *cortex* jouait également un rôle important dans la coloration des ailes et dans le mimétisme chez des papillons du genre *Heliconius*. Le rôle du gène *cortex* est assez surprenant car ce gène était connu chez les insectes pour son rôle dans le développement des embryons en contrôlant la division cellulaire. Ces recherches démontrent la flexibilité des génomes et la remarquable convergence fonctionnelle à laquelle la sélection naturelle peut aboutir chez des espèces différentes. Il reste maintenant à découvrir comment un

gène, comme *cortex*, peut contrôler les couleurs des ailes et comment des mutations de ce gène peuvent être à l'origine de convergences mimétiques. ■

### L'auteur

**Jacques Huignard** est professeur honoraire à l'université de Tours. Il a dirigé l'Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (IRBI : unité de recherche associée au CNRS) dans cette université et a réalisé des recherches sur la biologie, la physiologie et le contrôle des insectes ravageurs des plantes.

### Bibliographie

- **Nadeau N.J. et al., 2016.** The gene *cortex* controls mimicry and crypsis in butterflies and moths. *Nature*. 534: 106-110.
- **Van't Hof E. et al, 2016.** The industrial melanism mutation in British peppered moths is a transposable element. *Nature*. 534:102-105.

4. Un transposon est une séquence d'ADN capable de se déplacer de manière autonome dans un génome.