

Fig. 1 A set of insects with a variety of patterns and iridescent colors issued from the State Museum of Natural History in Karlsruhe, Germany (image by H. Zell).

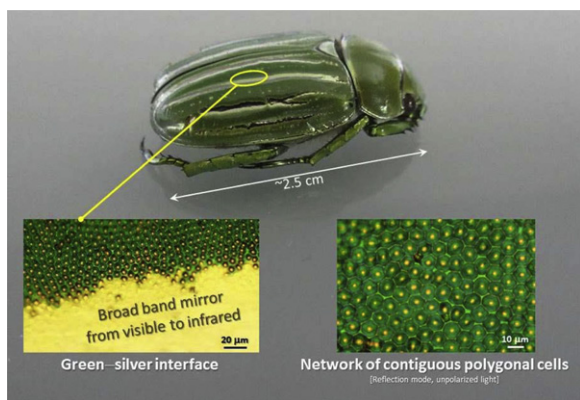


Fig. 2 *Chrysina gloriosa*, from a macroscopic view to micro-textures as observed in the green and silver bands.

arranged on a curved surface and, at the mesoscopic scale, it behaves as an array of wavelength-selective micromirrors [4]. The silver stripe plays the role of a flat metallic reflector operating over the visible spectrum and into the infrared spectrum [4]. The orientation of the helicoidal structure varies in green stripes (Fig. 3), whereas it is fixed in silver stripes.

The outermost part of insect cuticles is very often covered with wax, which restricts water loss, prevents desiccation, may lend superhydrophobic and self-cleaning properties to the cuticle, and serves for chemical communication in many species. While cuticular waxes are considered isotropic, the wax layer of the cuticle of *C. gloriosa* exhibits an intriguing nanoscale laminate texture, as revealed by electron microscopy of the transverse sections [5].

Micro-textured cuticles of scarabs may inspire researchers and engineers to make their replicas as optical materials. Potential applications are in the field of wavelength-specific light modulators in routing technologies, broadband reflectors for energy savings, coatings for cryptography purposes (wavelength-dependent and polarization-dependent micro- and nanoscale patterns), camouflage (suits with a broad reflection in the IR spectrum identical to the one of the background) or thermoregulation for buildings.

**Disclosure of interest** The author declares that he has no competing interest.

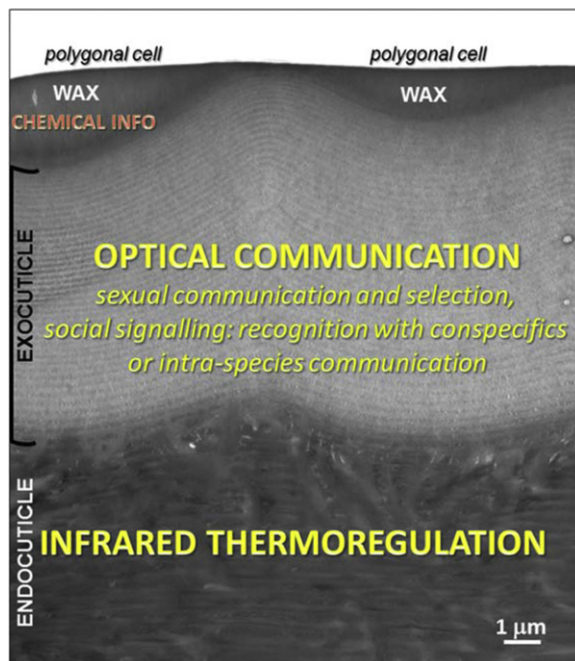


Fig. 3 Transverse view of the cuticle of *Chrysina gloriosa* in a green band as seen by transmission electron microscopy. A typical fingerprint texture is displayed in the chitin network of the cuticle. The distance between two lines of equal contrast is related to the pitch of the twisted structure. The helical axis is perpendicular to the lines. Concave nested arcs are visible below each polygonal cell. Hypothetical functions are reported: chemical information (wax layer), optical communication in the visible and near-infrared spectra, infrared thermoregulation.

#### References

- [1] M. Mitov, Cholesteric liquid crystals in living matter, *Soft Matter* 13 (2017) 4176–4209.
- [2] Article in CNRS News at: <https://news.cnrs.fr/articles/natures-liquid-crystals>.
- [3] M. Mitov, I.C. Khoo (Eds.), Multifunctional reflectors in the carapace of scarab beetles, *Liquid Crystals XXII*, SPIE Proc., 2018 [10735, 10735B].
- [4] G. Agez, C. Bayon, M. Mitov, Multiwavelength micromirrors in the cuticle of scarab beetle *Chrysina gloriosa*, *Acta Biomater.* 48 (2017) 357–367.
- [5] M. Mitov, V. Soldan, S. Balor, Observation of an anisotropic texture inside the wax layer of insect cuticle, *Arthropod Struct. Dev.* 47 (2018) 622–626.

<https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.09.005>

#### 5

### Géopolitique du moustique

Érik Orsenna

Académie française, 23, quai de Conti, 75006 Paris, France  
E-mail address: [nomade222@orange.fr](mailto:nomade222@orange.fr)



Pour l'économiste que je suis, doublé d'un romancier passionné par les ménages à trois et les meurtres, aucun animal n'est plus intéressant que le moustique, vieux de 250 millions d'années et riche d'environ quatre mille espèces.

D'abord, même s'il ne peut voler loin, on le retrouve partout, d'un bout à l'autre de la planète. Il incarne donc la mondialisation et l'unité de la santé: *one health*, une bonne santé des humains n'est possible que si se portent aussi bien les animaux et les végétaux.

Ensuite, aucun *serial killer* n'est plus efficace: 700 000 morts par an.

Enfin, sa nuisance ne vient pas de lui, mais des hôtes très pernicieux qu'il peut transporter. C'est donc bien un trio qui est à l'œuvre: un parasite, une femelle moustique qui l'accueille et l'être humain qu'elle contamine en le piquant pour pomper son sang. Notons que cette dame n'agit pas ainsi par méchanceté, mais parce que le sang recueilli contient des protéines nécessaires au bon développement de ses œufs. En piquant un humain infecté, elle aspire en même temps le parasite, qui gagne son estomac, avant, pour notre plus grand malheur, de gagner ses glandes salivaires: c'est par cette salive qu'il sera transmis lorsqu'elle piquera un nouvel humain.

La Nature étant, comme l'on sait, sophistiquée, toutes les espèces de moustiques ne sont pas compétentes pour accueillir tous les virus ou parasites. Par exemple, seuls les Anophèles transportent *Psalmodium falciparum*, le responsable du paludisme. Et ce sont les *Aedes* (dont *Aedes albopictus*, le fameux « tigre », Fig. 1) qui portent les virus de la dengue, du Zika et du chikungunya.

Depuis quelques décennies, un double mouvement se dessine. Le premier est une invasion, l'invasion par nous, les humains, des habitats animaux. Pour accroître la superficie de nos villes et de nos champs, nous défrichons, nous avançons dans les profondeurs des forêts, domaine jusque-là réservé aux bêtes, petites ou grandes. Il en résulte des épidémies parfois très graves, comme celles du sida ou de la maladie à virus Ebola. Car les virus, jadis isolés, sortent de ces zones forestières peu habitées et se propagent sans frontières.

L'autre mouvement est celui de l'adaptation. Les moustiques voient en nous de merveilleux repas de sang. Dans ces conditions, pourquoi s'obstiner à piquer la nuit des êtres trop souvent protégés par des moustiquaires, alors qu'en plein jour ces mêmes réservoirs de sang se retrouvent sans défense? Et pourquoi demeurer dans la jungle, alors que les repas de sang s'accumulent dans les villes? C'est ainsi que les espèces nocturnes deviennent diurnes, les forestières, urbaines.

*Comment lutter?*

D'abord, ainsi que vous le suggère le bon sens, empêcher les moustiques de se multiplier en supprimant les « gîtes larvaires », ces eaux stagnantes où ils naissent et passent la première partie de leur vie. Ensuite, éviter de se faire piquer. La prévention, comme chacun sait, est la meilleure des médecines. Un programme massif de moustiquaires imprégnées d'insecticide a permis de réduire de moitié le nombre de morts du paludisme.

Des médicaments existent pour contrer les malaises du parasite une fois qu'il nous a infectés. Ainsi, la « poudre des Jésuites », la future quinine, et l'artémisinine, extraite d'une plante bien connue de la vieille pharmacopée chinoise. Malgré la combinaison de plusieurs molécules, les phénomènes de résistance se multiplient, notamment dans l'Est du Cambodge, une zone où, par chance, la prévalence, c'est-à-dire le nom-



Fig. 1 Moustique tigre – Crédit photo: PHANIE.

bre de personnes atteintes sur une période donnée, reste peu élevée. De telles résistances en Afrique, plus peuplée et plus touchée, auraient des conséquences dramatiques.

Ces limites de l'efficacité des médicaments et les difficultés extrêmes rencontrées pour fabriquer des vaccins ont ouvert la voie à d'autres méthodes plus radicales. Par exemple, le lâcher de mâles préalablement rendus stériles dans une zone de moustiques sauvages. Ou l'utilisation de ciseaux moléculaires, le fameux CRISPR-Cas 9, capables de supprimer des gènes indésirables, mais aussi d'en insérer de nouveaux, comme celui d'une résistance au paludisme.

Plus fou encore, le forçage génétique, en anglais *gene drive*, permet à une modification génétique réalisée grâce aux ciseaux moléculaires CRIPR-Cas 9 d'être transmise de façon quasi certaine de génération en génération. C'est ainsi que l'on pourrait génétiquement programmer l'extinction complète et définitive des moustiques. Certains, rappelant le nombre de décès causés par ces jolis insectes, y sont déterminés. D'autres sont beaucoup plus prudents, rappelant leur rôle essentiel dans la chaîne alimentaire et dans la pollinisation. Ils se demandent aussi quels « hôtes » les parasites choisiraient si leurs transporteurs habituels disparaissaient. Quant aux manipulations génétiques, leur sécurité n'est pas encore garantie.

Non scientifique, mais économiste, je voulais continuer mon travail sur la mondialisation en abordant la santé. Grâce au docteur de Saint-Aubin, et bien sûr à des dizaines d'experts, à commencer par mon enseignante en cheffe Anna-Bella Failoux, j'ai pu écrire cette « géopolitique des moustiques ». Qui confirme, s'il en était besoin, l'unité fondamentale de notre planète. *One health*. La vie ne connaît pas de frontières, ni géographiques, ni entre les règnes.

*Déclaration de liens d'intérêts* L'auteur déclare qu'il n'a pas de liens d'intérêts.

<https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.09.006>

## Session II. Diversity, diversification, extinction

6

### The origin of diversity in insects: Speciation, adaptation and the Earth dynamics

Philippe Grandcolas

Institut de systématique, évolution, biodiversité (ISYEB),

Muséum national d'histoire naturelle, CNRS, Sorbonne

Université, Paris, France

E-mail address: [pg@mnhn.fr](mailto:pg@mnhn.fr)



The diversity of insects is often explained as a product of major radiations, triggered by remarkable adaptations that allowed them to exploit different environments and to accompany the rise of flowering plants. A significant part of insect diversity results however from allopatric speciation with niche conservatism that exposed species to different conditions and stimulated adaptive divergence. We demonstrated that for several groups of insects (cockroaches, crickets and grasshoppers) in the island of New Caledonia.

Since Darwin and Wallace, islands are considered as laboratories of evolution, being closed systems of manageable size. New Caledonia is especially interesting in this respect, according to unique characteristics. Being the oldest oceanic island in the world and quite isolated from continents, biological evolution occurred there in situ during long periods. As a tropical and medium-sized island harboring a very rich biodiversity, it also offered facilities to study many different evolutionary questions. New Caledonia (hereafter NC) has thus the best characteristics as a model system, allowing testing very diverse evolutionary assumptions with limited efforts