

ISSN 2413-337X

# REVISTA NICARAGUENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 16.

Julio 2017

---

Tendances Actuelles.  
Idées Nouvelles en Evolution et Coévolution.

Pierre Jolivet



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO  
ASOCIACIÓN NICARAGÜENSE DE ENTOMOLOGÍA  
LEÓN - - - NICARAGUA

*La Revista Nicaragüense de Biodiversidad* (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The *Revista Nicaragüense de Biodiversidad* (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

### Consejo Editorial

**Jean Michel Maes**  
Editor  
Museo Entomológico  
Nicaragua

**Milton Salazar**  
Herpetonica, Nicaragua  
Editor para Herpetología.

**Eric P. van den Berghe**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Peces.

**Liliana Chavarria**  
ALAS, El Jaguar  
Editor para Aves.

**Arnulfo Medina**  
Nicaragua  
Editor para Mamíferos.

**Oliver Komar**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar  
Alvarez**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Biotecnología.

**Indiana Coronado**  
Missouri Botanical Garden/  
Herbario HULE-UNAN León  
Editor para Botánica.

---

**Portada:** *Pachyrrhynchus congestus* Germar, de las islas Filipinas.

## Tendances Actuelles. Idées Nouvelles en Evolution et Coévolution.

Pierre Jolivet\*

### Resumen.

Una bacteria que asimila el arsénico, no es muy común et acusamos la pobre NASA de hacer con esto publicidad para la exobiología y obtener créditos extra. Es cierto que Obama es muy económico con los programas de exploración lunar y marciana. Queremos saber si existe vida en otro lugar que en nuestro planeta azul. También quisiéramos saber lo que hay en los lagos subglaciares en el Antártico y todavía nada nuevo... La NASA debía tener listo un robot de exploración: el criobot. Todo esto se hunde, pero de todos modos es poco probable que se encuentren insectos en las aguas heladas de los lagos antárticos, tal vez camarones, peces o gusanos, y sobre el planeta Marte, entonces tan solo Archaeobacteria pueden ser posibles.

**Palabras claves:** iridiscencia, bioluminiscencia, mimetismo engañoso, hormigas, gusanos.

### Résumé.

Une bactérie qui assimile l'arsenic, ce n'est pas banal et on accuse la pauvre NASA de faire avec cela de la propagande pour l'exobiologie et obtenir des crédits supplémentaires. Il est vrai qu'Obama était chiche avec le programme des explorations lunaires et martiennes. On veut savoir s'il y a de la vie ailleurs que sur notre planète bleue. On voudrait bien savoir aussi ce qu'il y a dans les lacs subglaciaires dans l'Antarctique et toujours rien de nouveau. La NASA devait aussi nous fournir un robot d'exploration: le cryobot. Tout cela tombe à l'eau, c'est le cas de le dire, mais de toute façon il n'y a sûrement pas d'insectes dans les eaux glacées des lacs antarctiques, peut-être des crevettes, des poissons et des vers, et sur la planète Mars, alors seulement des Archéobactéries sont possibles.

**Mots-clés:** iridescence, bioluminescence, mimétisme trompeur, fourmis, chenilles.

\* 67 Boulevard Soult, F-75012 Paris, Francia [timarcha@sfr.fr](mailto:timarcha@sfr.fr)

## Summary.

A bacterial strain, which assimilates arsenic, is not common and people accuse the poor NASA for acting with aim of propaganda for exobiology credit, and for obtaining supplementary funds. It remains true that Obama remained stingy with the programs dealing with Lunar and Martian explorations. People want to know if there is life elsewhere and not only on our blue planet. We all would like also to know what lives inside the subglacial lakes in Antarctica and we are still totally ignorant. There, the NASA was also supposed to provide us with an exploration robot: the cryobot, all that comes to nothing. Anyhow, there are surely no Insects in the glacial waters of the Antarctic lakes, may be only shrimps, fishes and worms, and over the planet Mars, then only Archaeobacteria are expected.

**Key-words:** iridescence, bioluminescence, deceptive mimetism, ants, caterpillars.

## Introduction.

Comme je le mentionnais récemment, les thèses lamarckiennes de Trofim Lysenko ressortent partiellement et timidement sous couvert d'épigénétique (Graham, 2016). J'analyse ce livre ailleurs. Citons V. S. Baranov, de l'Académie des Sciences Médicales de St Petersburg, qui écrivit (2014): « Lysenko avait raison. Le problème, c'est qu'il fut un criminel, qui fut responsable des souffrances et de la mort de ses collègues ». En réalité, les faits sont plus complexes, plus subtils, et emportèrent en son temps la conviction de botanistes étrangers, comme Lucien Daniel, à Rennes, en ce qui concernait les hybrides de greffes.

Et voici qu'un article de *The Auk*, en Novembre 2010, fit la une de tous les journaux, scientifiques et autres. En Alaska, depuis une dizaine d'années, des oiseaux montreraient un bec déformé, le syndrome du bec croisé (*Loxia curvirostra*) ou recourbé. Ce qui nuit grandement à la prise de nourriture. Cela touche principalement la mésange à tête noire, et les corneilles. Cela reste un phénomène inexplicé, mais qui me semble plus génétique que pathologique. Les mutations qui ont abouti à la modification du bec chez les pinsons des Galápagos, les fameux *Geospiza*, semblent être le fruit d'une sélection locale. Il y a des moments où la génétique, elle-même, s'emballe et des mutations délétères peuvent apparaître. Les hypertélies semblent parfois dépasser la nature.

Nos revues de vulgarisation, dont le très sérieux *Scientific American*, et son appendice français, *Pour la Science*, reprennent en 2010, les voyages dans le passé et dans le futur, la fameuse *time machine* de H. G. Wells. Et en avant, les théories d'Einstein, et la vitesse de la lumière qui rajeunit (toutes les expériences semblent le confirmer), et les hypothétiques trous de Vers, produits de l'imagination de nos meta-, pardon astrophysiciens. Ce n'est pas très sérieux, mais cela remplit du papier. Et au fond, entre nous, comme il serait intéressant de voir, ne fus-ce qu'au péril de notre vie, les dinosaures et les ptérodactyles du Mésozoïque et les insectes du Carbonifère à six ailes et expansions abdominales et les libellules géantes de cette époque! Ne rêvons pas trop et contentons-nous des fantaisies de la science-fiction et du cinéma. Traverser un trou de ver risquerait de nous déverser dans un trou noir, s'ils se concrétisent un jour ailleurs que sur le tableau noir (ou vert) ! Et là, ce serait la réduction en bouillie ou plutôt en énergie.

Et voyager dans le temps ne nous éclairerait pas forcément sur la réalité de l'Evolution et sur son mécanisme caché. Quant à l'hypothèse des Univers multiples, comme on l'a déjà écrit, sans vérification expérimentale, cela reste bien improbable. Ce concept ne constitue rien d'autre qu'un pari métaphysique.

Et cette bactérie, pour laquelle les media font tant de bruit, une Halomonadaceae, trouvée dans le lac Mono, en Californie (Wolfe-Simon *et al.*, 2010), qui substitue l'arsenic au phosphore pour croître ? En principe, des scientifiques ont habitué une bactérie à se nourrir d'arsenic, au lieu de phosphore, un des six éléments considérés essentiels pour la vie sur terre (carbone, oxygène, hydrogène, azote, soufre, phosphore). Le phosphore forme la base de l'ADN, particulièrement dans l'Adenosine Triphosphate, le moyen principal par lequel les créatures stockent l'énergie. Le remplacer par l'arsenic aurait une profonde signification évolutionnaire et géochimique. L'arsenic est situé à côté du phosphore dans la table des éléments et partage nombre de ses propriétés.

Cela ne signifie en rien l'existence de la vie ailleurs que sur notre planète, mais cela prouve qu'il peut exister sur la terre des êtres qui seraient dotés de différents pouvoirs biochimiques encore ignorés. Cependant, il semble que ces bactéries ne poussent pas aussi bien dans une solution d'arsenic et que des organismes plus complexes semblent parfaitement intolérants à l'arsenic. L'arsenic semble ainsi limité à une vie unicellulaire. Pensons aussi au silicone qui remplace si souvent le carbone dans les livres de science-fiction, mais cela semble plus facile dans les rêves que dans la réalité. Attendons la suite. Cette bactérie est un extrémophile comme les biota des sources hydrothermales marines. L'article de Wolfe-Simon dès sa parution a soulevé des montagnes de critiques (Pennisi, 2010, dans Science News; Zimmer, 2010). Il est un peu prématuré pour répondre: Est-ce que la bactérie a réellement incorporé l'arsenic dans son ADN, est-ce que les microbes ont complètement stoppé de consommer du phosphore ? Attendons la suite.

Les lacs de l'Antarctique sont de plus en plus étudiés (Hall *et al.*, 2010), mais nous attendons toujours la réponse des russes sur la possibilité de la vie, sous une telle pression, isolation et densité en oxygène. Que va-t-on trouver dans ces lacs souterrains ? On aurait même aperçu une crevette active dans un petit lac de l'ouest du continent. Tout y reste possible Les sources hydrothermales sont peut-être peuplées ? Soyons patients. Peut-être un jour, un premier résultat. Les lacs actuellement étudiés se situent dans les déserts polaires de la McMurdo Dry Valley et dans les îles maritimes au dessus du Cercle Antarctique. Il y a certainement une évolution et une diversité chez ces lacs (Priscu & Foreman, 2009) et des surprises nous y attendent, peut-être très différentes d'une région à l'autre. Chacun d'eux est unique. Dans certains la mer a pénétré et dans d'autres la température du fond peut atteindre 25°C, alors que la température de l'air y est -20°C. Le lac Vostok, le plus grand de ces lacs contiendrait 10% de toute l'eau lacustre de la Terre, sur une surface de 14.000 km<sup>2</sup> et une profondeur maximum de 800m et un volume de 5400 km<sup>3</sup>. Le lac Vostok a été isolé de tout contact avec l'atmosphère terrestre depuis plus de 10 millions d'années. L'histoire du continent glacé, géochimique et biologique, se trouve vraisemblablement là, sous la glace. Un avenir excitant pour la limnologie de l'Antarctique, qui nous révélera bien des inconnues.

En tout cas, l'Antarctique se refroidit depuis 15 ans, et le trou d'ozone s'y rétrécit. Il n'y a pas d'ours blancs là-bas à abriter, mais on voit là la fragilité des théories du réchauffement climatique, auquel on attribue toujours les changements de climat. Une hypothèse gratuite sans possibilité de vérification au marché de l'écologie. Le pétrole, la fonte du permafrost, les flatulences des ruminants, la culture du riz sont tour à tour accusés de réchauffer la planète et certains y croient ou prétendent y croire dur comme fer, comme si les pets des vaches ont quelque influence climatique....

C'est Cockell (2010a) qui prétend que là où il y a un habitat, il doit y avoir de la vie. Sur la terre, actuellement, les habitats vacants sont rares mais peuvent exister sous les huiles souterraines ou les impacts de cratères, stérilisés par la chaleur dans le passé. Des habitats vacants peuvent exister sur d'autres planètes, habitées, non habitées, ou simplement habitables. Oui certes, mais il faut aller les chercher et, hors du système solaire, cela semble humainement impossible.

C'est toujours Cockell (2010b) qui, analysant le livre *Life in Antarctic deserts and Other Cold Dry Environments*, édité par Peter Doran, W. Berry Lyons & Diane McKnight (2010), écrit que la planète Mars a des environnements proches des extrêmes physiques et chimiques des régions polaires de la Terre. Qu'il y ait convergence entre la biologie polaire et les domaines planétaires, pas de doute là-dessus, mais cela ne signifie aucunement qu'il y ait de la vie ailleurs que sur Terre, sinon celle importée par les robots. On peut comparer les Vallées Sèches de l'Antarctique qui abritent les lacs subglaciaires avec la planète Mars, mais les exobiologistes ne sont guère plus avancés en lisant cet excellent livre.

Du temps de Claude Bernard et de Dastre, on disait que « la vie c'était l'ensemble des forces qui s'opposent à la mort » ou bien que « la vie c'était la mort ». A présent, on dit plus facilement que la vie c'est de la chimie (Boero, 2010) Tous ces termes ne s'opposent pas, mais se complètent. On parle toujours de Biodiversité, mais personne ne sait combien il y a d'espèces sur la terre. En zoologie, les lacunes sont immenses, mais aussi en botanique, avec les champignons et les bactéries. Boero, cité plus haut, met en opposition la taxonomie traditionnelle, basée sur le phénotype, et l'approche moléculaire à cette taxonomie. Pour lui, la fin de la taxonomie traditionnelle, dans l'ère de la biodiversité, est le résultat d'une mauvaise politique, car l'une ne va pas sans l'autre. Les crédits seraient distribués, se plaint-il, de préférence aux molécularistes.

Et en Février 2010, est paru à New York, le livre de Rebecca Skloot (2010) sur *La vie immortelle de Henrietta Lacks* (Williams, 2010a). Ce livre raconte la vie d'une pauvre fermière afro-américaine, dans les champs de tabac, dont les cellules cancéreuses, un cancer particulièrement féroce, prises sans l'autorisation d'elle-même ou de sa famille, devinrent l'un des plus importants outils en biologie et en médecine. Quand elle mourut du cancer du col de l'utérus, à l'hôpital de Baltimore, en 1951, elle ne savait pas qu'un jour elle serait une des femmes les plus importantes en médecine. Après sa mort, les spécialistes retirèrent des cellules de son corps et les cultivèrent au laboratoire. Et par la suite, plus de 50 millions de tonnes de ses cellules furent reproduites. Les cellules HeLa aidèrent à développer des vaccins contre la polio, à comprendre et à interpréter les cancers, à la fabrication de médicaments, etc. Plus de 60.000 travaux furent publiés là-dessus.

Henrietta fut enterrée dans une fosse commune, ses cellules, qui continuent à se vendre \$ 167 le flacon, ont été exportées à travers le monde, et actuellement sa famille vit toujours dans une grande pauvreté. Lorsque je dirigeais un projet OMS, d'entomologie médicale, à Seoul, mon assistant virologue utilisait aussi ces unités HeLa pour détecter l'agent transmetteur de la fièvre hémorragique coréenne. J'ignorais totalement alors l'origine de ces fameuses cellules. Nous étions sur une fausse piste, un arenavirus, alors qu'il s'agissait d'un hantavirus (HFRS), transmis par les excréta des rongeurs ou leurs morsures, alors que les autres genres de Bunyaviridae sont des virus transmis par les arthropodes.

Futuyma et Steurus (2010) viennent de publier une nouvelle notice sur George C. Williams, le brillant biologiste de Stony Brook décédé cette année. Je ne reviendrai pas sur sa biographie, déjà passée en revue précédemment. On peut ne pas être toujours d'accord avec ses conclusions, mais il avait la clarté de style qui caractérise un grand penseur.

Rappelons que, parmi beaucoup d'autres activités, il fut le promoteur et l'inventeur en quelque sorte de l'interprétation darwinienne de la médecine, lui qui mourut pourtant d'Alzheimer, qu'il craignait tellement et qu'il étudia en détail. Et puisque nous sommes ici dans les maladies, rappelons qu'il semble de plus en plus difficile de nos jours de se débarrasser d'une prolifération de *Staphylococcus aureus*, car il résiste à la pénicilline et à de nombreux antibiotiques. Pour sa prolifération, la bactérie qui a besoin de fer, prend ce métal de l'hémoglobine de son hôte. C'est du moins ce que suggère Pishchany *et al.* (2010) et un de nos collègues atteint par cette infection. C'est la raison pour laquelle nous avons de plus en plus besoin de nouveaux antibiotiques. La résistance des bactéries aux antibiotiques et des insectes aux insecticides est souvent invoquée comme étant darwinienne. C'est de la petite évolution, mais de l'évolution tout de même.

On n'est guère plus avancé de nos jours sur l'origine de la vie complexe, celle des métazoaires. Sean B. Carroll (2010) a proposé de nouvelles idées. Les métazoaires proviendraient de l'agrégation, dans un lointain passé, 600 millions d'années au bas mot, de choanoflagellés, ces protozoaires qui ressemblent aux choanocytes des éponges. Former des colonies, fut tout d'abord un moyen de ne pas être mangé. En fait, quelques choanoflagellés forment d'eux même à présent des colonies multicellulaires à certains stades de leur cycle. Une idée originale, mais en fait ces unicellulaires partagent de nombreux caractères génétiques avec les animaux. Durant les premières 2.5 milliards d'années de son existence, la vie sur la terre n'excédait guère plus d'un millimètre et était unicellulaire. L'émergence de plus grands organismes, certainement antérieure à Ediacara, amena de profondes modifications en écologie qui changèrent la face de la planète.

Dans un article récent (Jolivet, 2010b), j'évoquais la dernière Tasmanienne, Truganinni, qui comme la Vénus Hottentote, fut « empaillée » au musée d'Hobart, en Tasmanie, et je me souviendrai toujours de ce dessin de Thaves, qui parut en 1990, dans tous les journaux américains. Il s'agissait d'un misérable naturaliste, en fin de vie, qui allait voir son chef dans un Musée d'Histoire Naturelle, aux Etats-Unis. En riant, le grand chef dit au spécialiste qui s'enquérissait de sa retraite: « Notre programme de retraite est que vous deveniez graduellement un spécimen d'exhibition dans nos galeries ».

Peu de Musées offrent réellement des moyens de travailler à ceux qui ont cessé de faire partie du staff. Souvent, ils sombrent dans l'oubli, ou n'ont pas d'accès accès aux revues de prestige, fort chères en vérité.

Citons pour terminer le remarquable article de Harry Lang et Jorge Santiago-Blay (2012) sur la contribution des sourds et des malentendants à l'Entomologie. Elle fut réelle dans le passé et est de nos jours facilitée par des universités spécialisées aux USA et par l'aide de l'e-mail, la vidéo, et toute autre forme moderne de communication. Il faudrait aussi parler de l'apport des aveugles à l'entomologie ou à la biologie, comme le fut Lamarck à la fin de sa vie, qui utilisait les yeux de sa fille, et cet hyménoptériste suisse, François Huber, qui observait les fourmis grâce à son entourage.

L'OMS avait prédit que l'éradication du virus de la polio serait réalisée en 2019. Il est vrai que le virus subsiste au Nigéria, au Pakistan et en Afghanistan. Les talibans s'opposent à la vaccination dans ces deux derniers pays. La fièvre jaune a tué près de 500 personnes au Congo et en Angola en 2016. La vaccination est en cours.

Et on est toujours à la recherche d'un vaccin efficace contre la malaria et les diverses dengues. Au fait, Sri Lanka n'avait plus que 5 ou 6 cas de malaria à l'époque de Pampana, vers les années de l'éradication via le DDT, au siècle dernier. Faute de surveillance, cela remonta rapidement à 300.000 cas. En 2016, Sri Lanka se proclame à présent « malaria free ». Cela semble remarquable et l'île n'aurait signalé aucun local cas, ces trois dernières années. Le traitement de l'épidémie de Zika par la pulvérisation aérienne de Naled, une neurotoxine, sur la Caroline du Sud en été 2016 pour éliminer la transmission du virus, aurait tué des millions d'abeilles et de pollinisateurs différents. Les abeilles sont particulièrement sensibles aux insecticides neurotoxiques, dont les néonicotinoïdes. Le virus Ebola est, aussi, transmis, en Guinée, par voie sexuelle, et le virus survit dans le liquide séminal plus de 500 jours (Diallo *et al.*, 2016). Notons que la rougeole est pratiquement éliminée des Amériques, grâce à la vaccination, mais on y continue de vacciner par crainte d'une réintroduction.

Un remarquable article de synthèse sur l'Evolution, selon Darwin, est paru dans le *New Scientist*, par Peter Bowler (2016). Depuis Charles Darwin et Gregor Mendel, beaucoup de noms sont cités: Hugo De Vries, Carl Correns, William Bateson, Thomas Hunt Morgan, Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, James Watson, Francis Crick, Ronald Fisher, J. B. S. Haldane, Sewall Wright, Julian Huxley, et, malgré une allusion moqueuse au cou de la girafe, pas même le nom de Jean-Baptiste Lamarck n'apparaît. Un bel ostracisme dont est toujours frappé, en monde anglo-saxon, le chevalier, malgré l'épigénétique.

Et pour terminer, grâce à l'intelligente politique des Chinois, les pandas se multiplient, et les gorilles sont voués à l'extinction, en Afrique orientale, à cause du braconnage. Que dire des rhinos ! Ils sont condamnés à plus ou moins brève échéance.

Au siècle dernier et avant, il était de bon ton de dédicacer des espèces d'animaux et de plantes à des leaders politiques ou à des hommes célèbres. C'est ainsi que Pic dédia des *petaini*, des *brinoni*, des *laval* aux leaders de l'occupation.

Il y eut des *hitleri*, des *maoi*, et, de nos jours, il y a un *Baracktrema obamai* par un parasitologue, spécialiste des parasites de tortues d'eau douce (Roberts *et al.*, 2016). On n'a pas le droit de donner des noms insultants et l'*antjesuitica* du siècle dernier n'aurait plus court, mais la fantaisie reste tolérée et il en eut pas mal de temps en temps.

## Discussion.

### 1. - Mimétisme, Aposématisme, Homochromie.

Il est évident que les Chrysomélides des montagnes européennes, les *Oreina*, toxiques eux-mêmes, parce que contenant des cardénolides, sont dotés de couleurs brillantes, donc aposématiques. (Borer *et al.*, 2010). *Oreina gloriosa*, par exemple est vert ou encore bleu métallique et cela reste le cas de beaucoup de ces Chrysomelinae ou Alticinae. Les principaux prédateurs, malgré leur toxicité, sont certains oiseaux, des musaraignes, des fourmis ou des araignées.

Les individus qui possèdent la couleur prédominante d'un biotope semblent avoir un facteur de survie accru. Nos auteurs précédents reconnaissent que, malgré cette sélection visuelle, le polymorphisme de ces *Oreina* reste paradoxal et finalement difficilement explicable. Il s'agit d'une couleur physique et, d'après quelques essais dans le passé, avec d'autres genres (*Chrysomela*, etc.), transmissible génétiquement.

Le dimorphisme entre mâles et femelles chez les papillons comme chez les oiseaux a été interprété différemment par Darwin et par Wallace (Oliver & Monteiro, 2010). Si les femelles sont ternes, disait Wallace, c'est en vue de les protéger contre les prédateurs. Les deux auteurs cités ci-dessus exposent les deux théories en se basant sur deux genres de Nymphalidae: *Bicyclus* (Satyrinae) et *Junonia* (Nymphalinae). Rien n'est clair ou simple dans l'évolution du dimorphisme sexuel. Les théories s'enchevêtrent et tout dépend si un nouvel ornement apparaît dans un seul sexe (Darwin) ou simultanément dans les deux sexes (Wallace).

L'iridescence des insectes est bien connue et se rencontre ailleurs comme chez le paon, la pie, sur leurs plumes, et même chez des animaux marins comme *Aphrodita* spp., *Beroe cucumis*, etc... (Welch *et al.*, 2007). Il s'agit de structures transparentes submicrométriques qui produisent des couleurs avec l'interférence lumineuse. Les écailles des papillons ou ceux d'*Hoplia coerulea* sont bien connues pour cela et cela existe aussi, parmi les coléoptères, chez les charançons, qui ont souvent des écailles. Chez *Pachyrhynchus congestus*, des Philippines, les écailles, qui sont très apparentes sur les zones circulaires orange des élytres et du pronotum, offrent plusieurs autres couleurs (vert et bleu). Le cercle orange est dû à un polycristal tridimensionnel (Welch *et al.*, 2007). *Pachyrhynchus congestus* est certainement aposématique et des Cérambycides du genre *Doliops* et le cricket *Scopastus pachyrhynchoides*, comestibles, le copient.

De telles structures existent également chez les Cassides qui changent de couleur en Amérique. Il y a évidemment des interférences optiques complexes, mais il ne s'agit pas seulement d'un phénomène de lames minces, car l'insecte modifie ses couleurs en contrôlant l'arrivée de l'eau au milieu des couches optiques. Hors les Cassides, d'autres coléoptères sont concernés (Hinton & Jarman, 1972; Jolivet, 1994).



1 - Chrysomelidae - *Oreina gloriosa* Fabricius par Ettore Balocci, Italie.



2 - *Pachyrrhynchus congestus* Germar. Philippines. Aposématisme coloré et lumineux.



3 - *Cicindela germanica* L. par Laisverobotams. Changement de couleurs volontaire et brutal.



4 - Chenille sifflante du Sphinx du Noyer, *Amorpha juglandis* (J. E. Smith), USA par Jayne Yack.



5 - Fourmi coupe-feuilles: *Acromyrmex octospinosus* Reich, sur une tige, transportant une feuille par Deadstar. Wikipedia.



6 - *Aulacophora indica* (Gmelin) par CABI, Londres.

Vigneron *et al.* (2007) ont repris les recherches anciennes, sur les changements de couleurs d'une Casside (*Charidotella egregia*) à Panama, en complétant les anciennes observations par l'étude physique détaillée du système. Cette Casside est donc capable de modifier la couleur structurale de sa cuticule et de façon réversible, quand elle est dérangée par des prédateurs notamment. Des tas d'autres Coléoptères le font, dont la petite *Cicindela germanica*, dans la baie du Mt Saint Michel, par exemple, des Scarabéidés, et pas seulement les Cassides. La maîtrise de l'humidité et un réflecteur expliquent ce phénomène, comme cela fut déjà préconisé par Hinton. D'autres Cassides ont des changements de couleur plus compliqués (*Eurypepla floridensis*) (Jolivet, 1994), qui passent totalement ou partiellement par 5 couleurs.

Les plantes attirent les pollinisateurs avec des étalages floraux composés de stimuli visuels, odorants et gustatifs. Odeurs, couleurs, récompenses jouent un rôle dans la sélection, l'apprentissage, la mémorisation, comme de récentes recherches l'ont montré avec *Bombus impatiens*, en Arizona, utilisant des fleurs artificielles et naturelles (Leonard *et al.*, 2011).

Certaines plantes (les Orchidées) miment souvent (forme, poils, velouté, couleur, odeur) des Hyménoptères ou des Diptères pour attirer les mâles pour une pollinisation (Kullenberg, 1961). Ce sont des signaux-clés qui sont envoyés. Pour Schlestl & Cozzolino (2008), il s'agit toujours de préadaptation de la fleur, mais, si les théories anciennes de Cuénot peuvent s'appliquer ici, j'y verrais plutôt une preuve de coévolution sur un long terme. Un très efficace système de pollinisation est nécessaire dans ces cas de pseudopollinisation parce que les visites des pollinisateurs adaptés restent finalement relativement rares. De nouvelles études (Ellis et Johnson, 2009, 2010; Schiestl, 2010) démontrent les avantages du mimétisme sexuel et on retrouve, pour la première fois, ce système de pollinisation, hors de la famille des Orchidées, chez une pâquerette sud-africaine, *Gorteria diffusa* (Asteraceae). Il y eut pourtant deux articles auparavant sur ces cas et d'autres analogues (Johnson & Midgley, 1997; Rudall *et al.*, 2002). La pollinisation, par la déception sexuelle, est à présent très bien comprise, après le scepticisme du départ. Cela fut signalé pour la première fois vers 1900 en Algérie, puis repris par Pouyanne (1917) et après par Kullenberg et son équipe. La pseudocopulation n'offre aucune récompense au pollinisateur et elle fut considérée jusqu' à récemment comme étant l'exclusivité des Orchidées. Les *Gorteria* (Compositae) sont caractérisées par des traits floraux qui entraînent obligatoirement des systèmes de pollinisation spécialisés: pollen granuleux, ovules simples, production de nectar dans des fleurs peu profondes, des inflorescences colorées et de symétrie radiale. Les *Gorteria*, que l'on rencontre du Cap à la Namibie, sont en fait pollinisées par des Diptères Bombylides, car leurs florets orangés rayonnants à l'intérieur du capitule miment irrégulièrement des insectes au repos, d'une façon asymétrique. Une des particularités de cette fleur est son extraordinaire variabilité des taches mimétiques. Il y a donc différents degrés de mimétisme sexuel et donc différentes réponses parmi les pollinisateurs: de la simple recherche de nourriture chez les deux sexes à la pseudocopulation du mâle seule. Le pollinisateur, un mâle de *Megapalpus capensis*, est vert métallique comme les leurres et est rapidement couvert de pollen en visitant la fleur. On ne comprend pas encore actuellement comment se développent ces leurres sur les florets.

La mâle bombylide essaie de copuler avec ces taches florales munies des ornements colorés, ce qui diffère des orchidées, qui miment le corps d'un insecte avec le labellum et produisent des pollinies et de nombreux ovules. Ces taches produisant la pseudocopulation sont des ornements tridimensionnels consistant en trois types de cellules spécialisées. (Thomas *et al.*, 2009). Les taches noires des pétales seules produisent seulement une inspection de la part des mâles, mais non la pseudocopulation. La présence d'odeur mimant la femelle n'a pas encore été recherchée. Les mâles Hyménoptères déçus chez les orchidées évitent par la suite à revisiter les fleurs, ce qui expliquerait le faible taux de visites. Tout au contraire chez les bombylides il n'y a guère d'évitement car le système reste moins efficace qu'avec les pollinies. Schiestl (loc. cit.) émet diverses hypothèses pour expliquer ce manque d'évitement chez les bombylides, peut-être dû de la polyandrie des femelles.

Et finalement, on peut évidemment supposer que ces copulations trompeuses des mâles avec des mimes sont beaucoup plus fréquentes dans le règne végétal qu'on ne le pensait. A rechercher dans les Tropiques de l'Ancien et du Nouveau Monde.

Une mise au point récente vient d'être publiée sur la pseudocopulation (Gaskett, 2010). Il semble qu'elle se rencontre partout, même en Nouvelle-Zélande, mais le syndrome semble plus fréquent en Europe et en Australie. Cependant l'auteur semble avoir oublié dans sa liste l'Afrique du Nord, où Kullenberg effectua beaucoup de recherches. Beaucoup d'autres cas restent encore inconnus. Il semble que ces pollinisateurs, après des expériences négatives, apprennent à éviter les pièges des orchidées qui déçoivent, mais cela ne constitue pas une réponse spécifique aux Orchidées et très probablement n'a pas d'influence sur l'évolution du système.

J'avais parlé longuement, dans mes précédents articles sur l'Evolution, des chenilles de l'Amérique Centrale, aux faux yeux, aux allures de serpents et s'agitant à l'approche d'un prédateur, dont les oiseaux (Jolivet, 2010). J'en avais aussi figuré une sur les planches. Il y a d'autres chenilles qui font peur aux oiseaux, mais en sifflant (Knight, 2010; Bura *et al.*, 2011). Ces chenilles ne sifflent que si elles sont attaquées. Il s'agit de chenilles de Bombycoidea, notamment *Amorpha juglandis*, spécialement étudiée. Les fréquences du sifflement s'étalent depuis celles audibles des oiseaux et des humains jusqu'aux ultrasons. Ces sons ne sortent pas de la bouche, mais les chenilles poussent leurs têtes en arrière, comme pour compresser leur corps. Les sons, on l'a constaté après de nombreuses expériences, viennent du 8<sup>e</sup> spiracle, car ces larves sifflent en soufflant de l'air durant au moins 4 secondes. Expérimentant avec des oiseaux, normalement consommateurs de chenilles, on vit les chenilles siffler et l'oiseau s'enfuir dans un coin. Les chenilles lors de l'expérimentation réussirent à effrayer leurs prédateurs potentiels et les oiseaux n'en attrapèrent pas une seule. Donc, comme le résume Kathryn Knight, les chenilles du noyer sifflent contre leurs prédateurs pour les effrayer avant de reprendre leur vie paisible dans le feuillage.

Et nous venons d'apprendre que les chenilles se déplacent à la façon des pistons (Simon *et al.*, 2010). Il est probable que d'autres larves d'insectes, tels les asticots, et même des animaux comme les sangsues se déplacent de la même façon. Les auteurs suggèrent même que des études de biomécanique sur les animaux avec des squelettes rigides montreront l'action de pistons sur les parties molles de leurs corps.

Au Congrès Européen d'Entomologie, à Budapest en 2010, il fut présenté en tomographie les larves et les adultes d'un minuscule Ptiliidae: *Mikado* sp. (Polilov & Beutel, 2009, 2010). La longueur du corps de l'adulte mesure 0.390 - 0.455 mm. La larve semble aussi bien se déplacer par un système de piston. Les facteurs limitant la miniaturisation semblent être la taille du système nerveux, le nombre et la taille des neurones, la masse du squelette, la taille de l'œuf, et finalement le volume du système reproductif. Notons que la taille d'un Ptiliidae de 0.300 mm est inférieure à celle d'un *Amoeba proteus*. Ce sont donc les plus petits métazoaires connus. Dans un autre travail, Polilov et Beutel (2010b) étudient les effets de la miniaturisation sur un autre Coléoptère, *Sericoderus lateral* (Corylophidae), un peu plus gros (0.950-1,200 mm).

## 2. Bioluminescence.

J'ai parlé de la bioluminescence dans un article précédent (Jolivet, 2010) et on m'a demandé des précisions sur l'Adénosine Triphosphate (ATP) et le magnésium dans le phénomène. On ne peut parler de tout cependant dans un article et ce n'était pas un cours sur le sujet que j'entreprenais. Cependant, je dois réaliser que j'ai également oublié de mentionner qu'il y avait parfois de la bioluminescence dans le monde terrestre des algues unicellulaires et des champignons. Les champignons, ces biota intermédiaires entre les plantes et les animaux, ont aussi recours à ce phénomène pour différentes raisons parfois difficilement interprétables. On sait que la lumière du phytoplancton est utilisée pour visualiser les écoulements induits par la nage des dauphins et qu'on identifia pendant la première guerre mondiale un sous-marin allemand en Méditerranée de cette façon-là.

Résumons ce qu'est la bioluminescence: non pas l'absorption d'un rayonnement, comme pour la fluorescence ou la phosphorescence, mais bien une réaction chimique. C'est la vieille histoire de la luciférase, une enzyme, et de la luciférine, un substrat, en présence d'oxygène. Deux autres éléments sont nécessaires: l'ATP (Adénosine Triphosphate), simple catalyseur, et du magnésium, simple activateur d'ATP. En réalité, le système reste assez complexe, et pas compris à 100%, surtout en ce qui concerne la bioluminescence rouge des êtres des grands fonds. Chez les espèces marines, le bleu ou le vert dominant, mais pour la bioluminescence terrestre, chez les insectes, les arachnides et les champignons les couleurs varient selon les biotas (vert, jaune, rouge, brun, etc.). Il y a une bioluminescence intracellulaire, avec des lentilles ou matériaux réflecteurs (urate, guanine), comme chez les lucioles, certains poissons, les calamars, etc. et une bioluminescence extracellulaire chez des crustacés et des céphalopodes abyssaux. Il y a aussi une symbiose avec des bactéries lumineuses. L'animal est capable alors de contrôler son intensité lumineuse, comme les insectes qui changent de couleur le peuvent souvent et aussi beaucoup d'autres animaux.

Plus de 80 champignons sont bioluminescents, souvent en pays tropical. Cette bioluminescence fongique aurait pour fonction d'attirer les animaux nocturnes pour la dissémination des spores. On sait que certains champignons miment l'odeur des fleurs comme certaines fleurs miment l'odeur des champignons pour être fécondées.

Les futures expéditions sur Mars sont en danger d'annoncer de la vie là-bas parce que la molécule Adénosine Triphosphate (ATP) peut survivre des mois ou même des années sur les sondes spatiales. Ceci reste vrai pour toutes les planètes visitées par les sondes. Rien ne remplacera une visite humaine de Mars alors que les robots resteront toujours suspects. Après la canopée, les lacs subantarctiques, la vie extraterrestre sera l'ultime frontière à visiter et à découvrir. A moins, ce qui reste une possibilité, que nous ne soyons les seuls êtres vivants et les seuls êtres pensants dans le système solaire, dans la galaxie et dans l'univers extragalactique. Des êtres pensants probablement non, il n'y en a pas, mais de simples êtres vivants, de simples bactéries, cela reste encore possible. L'Univers est-il fini ou infini, cela nous le saurons jamais, et cela reste réservé aux spéculations gratuites, parce qu'invérifiables, de nos hérauts de la physique théorique.

### 3. Botanique.

Les Rafflesiaceae, proches des Euphorbiaceae, représentent une famille de plantes à fleurs, holoparasites, qui entre autres comprennent la plus grande fleur connue (*Rafflesia arnoldi*). L'eau et la nutrition viennent de la plante-hôte, une Vitacée (Bendiksby *et al.*, 2010). La plante n'a pas de parties végétatives, ni de chlorophylle. Elle est fécondée par des Diptères, attirés par l'odeur de putréfaction, et semble avoir perdu une partie de ses insectes, notamment de présumés Scarabéidés, au cours de l'évolution. Les Rafflesiacées sont restreintes aux forêts humides tropicales de l'Asie du Sud-Est et se rencontrent exclusivement à l'ouest de la ligne Wallace. Les Rafflesiacées semblent avoir été affectées pendant leur évolution par la réduction des forêts à la fin de l'Eocène et au Miocène. Puis il y eut la montée des eaux à la fin Miocène, début Pliocène, qui provoqua sans doute la vicariance et la diversification.

Quatre espèces endémiques de *Varronia* (*Cordia*) aux Galápagos sont originaires du continent américain (Weeks *et al.*, 2010), comme d'ailleurs toute la faune de ces îles. Cela ne fait aucun doute pour les naturalistes, mais le peuplement avec les iguanes et les tortues reste encore à expliquer. Des îles, plus tard submergées, formant une sorte de pont sont envisageables, mais, pour les plantes, les graines peuvent être transportées par le vent ou par les oiseaux.

Les résidus pléistocènes (refugia) ont longtemps été considérés comme étant responsables de la diversité Amazonienne, la plus riche du monde (Hoorn *et al.*, 2010). On imputait cette diversité à une contraction et expansion répétée de ces refuges durant les dernières 3 millions d'années. Cette diversité concerne tout autant les insectes, les mollusques, que les poissons, reptiles, les amphibiens, les oiseaux et les mammifères. On admet à présent que le développement des biotas Amazoniens fut au contraire un processus long et complexe. Les zones de sécheresse, imputées aux glaciations, ont été aussi souvent remises en question. On pense, à présent, que la surrection des Andes fut cruciale pour l'évolution des écosystèmes et que la biodiversité actuelle a ses racines dans le pré-Quaternaire (-66 millions d'années). La diversité du pollen trouvée dans les dépôts du nord de l'Amérique du Sud suggère que les plantes étaient florissantes durant une poussée de chaleur, il y a 56 millions d'années, entre le Paléocène et l'Eocène.

Le nombre des plantes grandit avec l'augmentation du dioxyde de carbone, donc la poussée de chaleur favorisa la biodiversité tropicale (Witze, 2010). Certaines plantes sont étonnamment adaptables et le soi-disant réchauffement actuel, une fantaisie de nos écolos, n'est peut-être pas nuisible aux forêts. Les forêts tropicales contiennent actuellement environ 60.000 espèces d'arbres, certaines très rares. Le prétendu réchauffement climatique est supposé augmenter la température dans les régions polaires, mais il pourrait avoir un très grand impact dans la biodiversité des tropiques.

Deux botanistes indiens se sont attaqués récemment à l'évolution de la flore sur la planète (Srivastava & Agnihotri, 2010). Durant le Carbonifère et le Permien, les assemblages de plantes fossiles, sur l'hémisphère nord et l'hémisphère sud, furent distribués en quatre provinces florales, chacune ayant ses propres caractéristiques. La flore à *Glossopteris* était dominante dans l'hémisphère sud (Indes, Australie, Afrique, Amérique du Sud, et Antarctique).

Ailleurs les Ptéridospermées, les Cordaïtes, les Equisétales, les *Gigantopteris* dominaient, mais n'oublions pas que cette période qui a vu en fin de course l'émergence des Coléoptères, a été riche en Insectes phytophages et carnivores. N'oublions pas que la très grande *Meganeura monyi* volait dans ces forêts de *Lepidodendron*, de Prèles géantes et Ptéridospermées à la recherche de proies en rapport à sa taille. Ces libellules géantes étaient répandues dans l'hémisphère nord à la fin du Carbonifère, de l'Europe à la Chine. Toute cette curieuse faune des grosses Blattes et de Palaeodictyoptères dominait partout. La faune entomologique Gondwanienne était un peu différente, mais dans cette faune se rencontrèrent tous les germes des Holométaboles et des échanges s'effectuaient partout entre le nord et le sud, tant entre les insectes qu'avec les plantes.

Trois japonais (Hikosaka *et al.*, 2010) se sont préoccupés de la chute des feuilles d'hiver chez une modeste violette locale, *Viola hondoensis* (Violaceae), qui pousse dans les forêts tempérées, à feuilles caduques, et, ce faisant, ils ont repensé la perte des feuilles en automne. Les feuilles d'été sont produites au printemps et tombent en automne, les feuilles d'hiver sont produites en automne et tombent au printemps. Pour eux, la sénescence des feuilles a été regardée comme étant une stratégie pour obtenir un gain de carbone et un usage efficace de substances nutritives dans un environnement changeant. L'obscurcissement mènerait à la sénescence des feuilles. Avant la chute des feuilles, l'azote et le phosphore seraient résorbées des feuilles et réutilisés par d'autres organes. L'explication du cycle de cette violette n'est pas simple, et, quatre hypothèses sont proposées. En réalité, la chute des feuilles en pays tempéré reste encore, par beaucoup de côtés, énigmatique.

Un récent article (Bebber *et al.*, 2010) écrit que 70.000 espèces botaniques restent encore à découvrir. Ils semblent optimistes, mais précisent qu'avant de les rechercher dans la nature ces espèces existent, récoltées depuis longtemps, dans les herbiers et les Muséums. La majorité des espèces, décrites actuellement, disent-ils, proviendrait de vieux spécimens. Il faut donc, avant de récolter, examiner ce qui reste dans les collections. Pour Steege *et al.* (2011), les herbiers aujourd'hui seraient caractérisés par un excès d'espèces rares et une sous-représentation d'espèces communes. Laissons les botanistes se débrouiller avec leurs collections, l'informatique pouvant aider les spécialistes à s'y retrouver.

Il y aurait une compétition et une coopération entre les plantes grimpantes, d'après Biernaskie (2010). L'auteur a surtout étudié *Ipomoea hederacea* et son environnement. D'après lui, les plantes grimpantes ajusteraient leur stratégie, en réduisant leur compétitivité, avec les espèces apparentées ou franchement parentes, mais resteraient en compétition avec les espèces non parentes. Une interprétation comme une autre.

La présence de populations éparpillées de *Prunus africana* en Afrique de l'Ouest et dans les forêts de montagne à travers toute l'Afrique, y compris l'Est, n'a rien de surprenant (Kadu *et al.*, 2010). En fait, *Prunus africana*, est un arbre typique des forêts des montagnes africaines, mais est également présent aussi à Madagascar, dans le NE, aux Comores, en Afrique du Sud et dans le golfe de Guinée.

En effet, nombre de plantes se retrouvent, avec souvent des variantes des deux côtés de l'Afrique, comme les *Acacia*, myrmécophiles, en plaine, et de nombreuses espèces d'arbres en grande ou moyenne altitude. A mon humble avis, pas besoin de faire appel à un corridor de migrations en Afrique équatoriale.

Les tomates sauvages et cultivées forment un petit clade monophylétique comprenant 13 espèces apparentées, à l'intérieur de grand genre *Solanum*. Toutes ces tomates sont diploïdes et jusqu'à un certain degré interfertiles. Le centre de diversification des tomates se situe de l'Equateur au Chili, le long des Andes et de la côte Pacifique. La structure des populations dans l'adaptation, la divergence et l'hybridation, semble avoir été influencée par la géographie et les conditions climatiques (Nakazato & Housworth, 2010). N'oublions pas que la récente surrection des Andes, à l'Eocène, il y a 55 millions d'années, a créé des microclimats sur une altitude de 6500m au maximum, depuis les déserts le long de la côte ouest, jusqu'à des températures modérées avec saisons dans la montagne, et les forêts tropicales dans le bassin Amazonien. Malgré sa divergence récente, chaque espèce de tomate a une distribution géographique et un habitat distincts. Ces tomates sont toutes diverses morphologiquement et quelques traits sont manifestement des réponses adaptatives à leurs habitats.

Le passage du carbone et de l'eau, entre les plantes et l'atmosphère, est régulé par l'ouverture ou la fermeture des stomates à la surface des feuilles (Brodrigg & McAdam, 2010) La complexité, qui régularise le contrôle des stomates, est absente parmi les lignées vasculaires des fougères et des lycopodes. Il y a donc eu au cours de l'Evolution, une transition fondamentale du contrôle passif au contrôle actif de ces stomates, lors de la divergence des fougères, il y a environ 360 millions d'années.

La dormance prolongée, un stade relativement commun où des plantes herbacées adultes restent sous la terre durant une ou deux saisons au lieu d'émerger et de croître, est un phénomène relativement commun (Gremer *et al.*, 2010). C'est un cas assez fréquent chez les Orchidées, par exemple, mais il a été cité aussi chez plus de 10 familles et 52 espèces de plantes. La remobilisation du carbone structurel permet à ces plantes d'émerger plus tard. Le manque de photosynthèse est finalement compensé d'une autre manière.

*Les petits Crustacés sont les abeilles de la mer*, écrit *New Scientist* (N° 3103, 2016) décrivant l'évidence de la pollinisation des fleurs marines par la faune invertébrée (van Tussenbroek, 2016). Le transport de pollen par l'eau, ou hydrophilie, est une adaptation des plantes à la vie dans un environnement marin. Les fleurs mâles d'une angiosperme tropicale marine, *Thalassia testudinum*, s'ouvrent et libèrent le pollen, la nuit, avec le mucilage, quand la faune invertébrée est active. Ces invertébrés visitent les fleurs, transfèrent le mucilage, avec le pollen, des fleurs mâles jusqu'aux stigmas des fleurs femelles. Les tubes polliniques sont formés sur les stigmas. Les auteurs proposent un syndrome de pollinisation zoobenthophile et les fleurs s'ouvrent donc durant la nuit.

#### 4. Vertébrés.

Un cichlid de l'Amazone (Buckley *et al.*, 2010) alimente ses jeunes de son propre mucus, secrété sur son corps, jusqu'à ce que sa progéniture soit capable de se nourrir toute seule. Cela ressemble aux mammifères qui alimentent leurs jeunes de leur lait. Au début, le mucus montre une forte augmentation des anticorps et des protéines, similaire au changement du lait des mammifères au moment de la naissance. Notons que le cas de ce poisson est exceptionnel. On sait que les cichlides ont plusieurs façons de protéger leur ponte, notamment dans la bouche.

Chez les coucous néotropicaux, *Crotophaga major*, le comportement au nid semble passablement étrange (Riehl, 2010). Plusieurs femelles déposent leurs œufs dans le même nid et contribuent ainsi à la protection de la ponte commune. Les femelles entrent en compétition pour la reproduction en éjectant les œufs des autres. La perte des œufs semble plus grande dans les groupes importants, mais les femelles compensent les pertes d'œufs en déposant des pontes plus abondantes. Chez cet oiseau, l'élevage coopératif chez des individus non apparentés semble favorisé grâce à des bénéfices partagés qui compensent le coût réel de la compétition. Curieuse évolution que celle des coucous qui normalement détruisent la ponte des autres oiseaux.

Les perruches envahissantes (*Psittacula krameri*) ont produit, en certains endroits du sud d'Israël, un déclin rapide de la huppe (*Upupa epops*). Question de rivalité pour les cavités disponibles pour abriter les nids (Yosef & al., 2016).

*Gargaornis ballmanni* Meijer est un ansériforme, sorte de canard géant du Néogène (Miocène tardif) du bassin méditerranéen (Meijer & al. 2017), notamment de l'Italie méridionale. Il ne volait pas, car adapté à une vie terrestre et à cause de sa grande taille.

La rainette américaine, *Dendropsophus ebraccatus*, est pratiquement le seul vertébré connu capable de montrer une plasticité de développement entre l'aquatique ou le terrestre (Touchon *et al.*, 2010). On a encore là invoqué la plasticité phénotypique, en éludant Lamarck évidemment (*horresco referens!*), mais en tolérant l'épigénétique, plasticité qui reste une réponse importante des organismes à la variation environnementale. On admet aussi que quelques contraintes de l'environnement puissent empêcher parfois la capacité des organismes à répondre à des facteurs différents.

Il est aussi évident que des contraintes morphologiques ont empêché beaucoup d'organismes à évoluer des structures et à développer des organes, éliminés au cours de l'Évolution, comme la troisième aile des Palaeodictyoptères au Carbonifère supérieur. Revenons donc à notre grenouille néotropicale. Elle dépose ses œufs au dessus de l'eau sur des feuilles ou bien directement dans l'eau, exposant les œufs à différentes conditions abiotiques et à différents prédateurs. Les œufs secs sont attaqués par les fourmis *Azteca*, symbiontes souvent des *Cecropia*, mais ne dédaignant pas à l'occasion des proies vivantes, et les œufs aquatiques le sont par de gros têtards. Les embryons des œufs ont répondu aux prédateurs terrestres et aquatiques en éclosant prématurément. En un mot, la plasticité agit en modifiant les réponses aux contraintes environnementales.

L'Australie perdit 90% de ses grandes espèces de mammifères, il y eut 40.000 années, mais on discute encore sur l'impact humain ou la soudaine aridité comme cause essentielle de cette extinction (Prideaux *et al.*, 2010). Nos auteurs ont étudié une exceptionnelle succession de faune dans une grotte de l'Australie du Sud-ouest. La diversité mammalienne y a persisté pendant au moins 100.000 années, alors que les humains ont pénétré là-bas, il y a seulement 49 mille années. En seulement 10 mille ans, tous ces grands mammifères ont disparu, sauf le thylacine et le kangourou gris. Des changements environnementaux ont commencé il y a 70 mille années, mais les extinctions datent bien en avance des plus forts changements climatiques ultérieurs. Les auteurs concluent que l'arrivée des humains fut probablement décisive dans ces extinctions du sud-ouest australien, mais aussi que les changements climatiques et le feu y ont joué également des rôles additionnels. L'homme est souvent responsable de toutes ces extinctions de gros animaux en Amérique, en Australie, en Europe, mais l'extinction a été moins rapide en Afrique, où tant de gros animaux ont subsisté. Il achève au XXI<sup>e</sup> siècle, ce qu'il avait si bien commencé il y a 30 ou 40 mille ans, et ce malgré Kyoto, Cancun ou Copenhague, ou Paris, où personne ne semble bien conscient de l'impact de la conservation de la biodiversité animale et végétale. Vu l'augmentation de la population humaine, le seul moyen de sauver les espèces sauvages semble être la création et le maintien des parcs nationaux. Bientôt il n'y aura plus de place pour les dernières bêtes sauvages, comme l'avait déjà prédit Bernard Gzimek en 1954. Curieux écolos, ou, prétendus tels, qui font tout à contresens, y compris la destruction des forêts pour la construction de leurs gratte-ciels en bois à culture verticale. Pollution des voitures interprétée aussi à l'envers.

Le lionfish, *Pterois volitans*, dévoreur de coraux, est passé du Pacifique à l'Atlantique et pullule actuellement le long des côtes de Floride et aux Bahamas (Williams, N., 2010b). On le mange, car il est délicieux, et on le chasse aussi pour essayer de le détruire. Je ne pense pas qu'il soit passé par le Canal de Panama, car l'eau douce reste un bon moyen de le stopper, mais peut-être est-il venu grâce à un aquarium endommagé pendant l'ouragan Andrew en 1992. Ce malheureux épisode introduisit de nombreux animaux, dont des reptiles. Quand on pense qu'on élève toujours en aquarium des piranhas à Singapour ! Pourquoi pas des candirus ?

Sander *et al.* (2010) ont repensé le gigantisme des dinosaures du Jurassique et du Crétacé. Certains dépassaient les 50 tonnes ! La grande taille a des avantages contre les prédateurs, mais elle a aussi des limites déterminées par la biologie, la morphologie, et la disponibilité des ressources alimentaires.

Pourquoi les sauroptides atteignaient-ils des tailles gigantesques, si loin de celles des plus grands mammifères terrestres ? Disons que cette croissance démesurée serait peut-être due à l'abondance de la végétation, à cette époque. Les dinosaures n'auraient pas mastiqué leurs aliments mais se seraient contentés de les engloutir directement, Les sauroptides semblent avoir compensé le manque de réduction de la nourriture en particules (et d'être ainsi mis plus facilement au contact des enzymes) par une longue rétention dans le système digestif. Pour ces auteurs, plus l'animal est grand, plus il passe de temps à manger et, pour l'éléphant, cela nécessite, au bas mot, 18 heures par jour, mais l'éléphant mastique. Il a à peine le temps de dormir, mais il a une grosse tête pour permettre la mastication. Donc, les sauroptides étaient si grands qu'ils ne mastiquaient pas, ils avalaient, ce qui leur faisait gagner un temps précieux.

Les sauroptides avaient de longs cous et de petites têtes, qui ne leur permettaient pas de mastiquer, mais dont ils se servaient pour cueillir aux alentours la végétation environnante, ce qui leur permettait de sauver ainsi plus d'énergie de leur environnement que les autres herbivores, dont les mammifères. En fait d'Articulées, il n'y a avait déjà plus de Calamitales au Mésozoïque, ces arbres de 10m de haut, et seulement alors des Equisetales de taille plus modeste. Mangeaient-ils réellement des prêles (*Equisetum*) qui contiennent de la silice et abrasent les dents ? Ils renouvelaient cependant leurs dents régulièrement. De nos jours, peu d'animaux mangent les prêles, mais nous sommes là en pleine hypothèse, car personne n'a encore vu le contenu intestinal d'un dinosaure. Ils avaient des poumons sophistiqués, à l'image de ceux des oiseaux et étant ovipares et se reproduisaient rapidement et abondamment.

La plume d'un théropode non avien (un juvénile voisin de *T. rex*) a été préservée dans l'ambre du Crétacé moyen (-99 millions d'années) de la Birmanie (Lida Xing & al., 2016). Les plumes semblent être brunes au sommet et pâles ou blanches à la face inférieure. Les plumes ont été identifiées avec des traces de sang. Beaucoup de plumes montrent un court et mince rachis avec des barbules alternantes.

On attribue aux œufs de tortue, qui ne peuvent atteindre la mer, déposés sur les plages, une contribution à l'énergie de ces écosystèmes (Diane & al., 2017). Les restes de ces œufs sont attaqués par de nombreux prédateurs amenant l'abondance de petits invertébrés, dont des nématodes.

Une bonne nouvelle de Tasmanie, après la perte du Thylacine, le diable de Tasmanie (*Sarcophilus harrisii*), semble sauvé de son cancer facial transmissible (Epstein *et al.*, 2016), qui a tué en moins de 20 années 80% des individus. Il semble que l'animal évolue une résistance modulée en immunité qui sauvera l'espèce. Cette résistance semble avoir évolué au cours de 4 à 6 générations. Pauvre thylacine, il n'a pas eu cette chance.

## 5.- Invertébrés.

Une découverte invraisemblable (Turzanska et Chachulska, 2016): il semblerait que les grosses limaces du genre *Arion* puissent causer la mort d'oisillons dans des nids. La prédation des limaces sur les oisillons n'est pas facile à observer, malgré les traces de mucus, les excréments et les blessures des oiseaux. Cela semble affecter les oiseaux dont les nids sont près du sol. D'autres observations semblables ont déjà été publiées. Les paysans normands disaient que ces limaces avec de l'herbe sur la queue signifient du beau temps, alors que rien, ou de la terre en cet endroit, serait plutôt un signe de pluie. Ne rions pas. Les observations des paysans sur la prédiction du temps, notamment avec les nuages, ont souvent une part de vérité et valent bien les prédictions de l'ancienne « grenouille » de la météo de la télévision, un certain Simon, qui régnait à la télé, avant les demoiselles actuelles. Si les limaces mangent des petits oiseaux, les poissons-chats des rivières du nord de l'Australie (*Neoarius graeffei*) semblent s'attaquer aux souris (*Notomys alexis*). Il semble donc que ce poisson consomme de grandes quantités de vertébrés terrestres, quand ils sont disponibles (Kelly *et al.*, 2016). Un poisson africain a été vu et filmé capturant une hirondelle en vol, et des poissons-chats ont été observés capturant des pigeons au bord de l'eau. Il y a bien des poissons qui crachent et saisissent ainsi les insectes au vol.

Lorsque j'habitais Manille, aux Philippines, en 1957, j'avais ramené du nord de Luçon, quatre crabes de Cocotier, *Birgus latro*. Je les lâchai dans mon appartement où ils faisaient beaucoup de vacarme la nuit. Je me méfiais de leurs pinces avec mes doigts, mais ils mangeaient gloutonnement le riz cuit que je leur fournissais. Je dois dire honteusement qu'ils finirent à la casserole et étaient délicieux, comme de la fine langouste ou du homard. Ils devenaient vraiment trop bruyants, en appartement, préférant très certainement les arbres, où ils grimpaient pour y couper les noix de coco, qu'ils ouvraient avec leurs fortes pinces, généralement à terre. Ces géants des crabes terrestres du Pacifique (4 kg) ont certes les pinces les plus puissantes de tous les Crustacés (Oka *et al.*, 2016). Ces fortes pinces sont non seulement une arme pour lutter contre d'éventuels prédateurs, combattre les compétiteurs et aussi un outil pour ouvrir d'autres organismes terrestres, avec un extérieur rigide, comme la noix de coco. Ce sont en principe des omnivores. Le crabe de cocotier peut soulever 28 kg., la force des pinces s'accroissant avec le poids du corps.

Deux collègues australiens viennent de sortir deux belles monographies de deux genres d'Eumolpines australo-papous, les *Macrolema* et les *Spilopyra* (Reid et Beatson, 2010a & b). Pour moi, les Spilopyrinae, sous-famille que Reid a créée, ne sont que des Eumolpinae primitifs, dont ils ont les ailes typiques et qui restent distribués sur l'ensemble du continent de Gondwana (Patagonie, Australie, Nouvelle-Guinée, Nouvelle-Calédonie). Probablement, ces formes étaient abondantes dans l'Antarctique, dès le Crétacé. Ces spilopyrines semblent manquer à Madagascar, alors que des Sagrines primitifs (*Megamerus*) y sont représentés, mais personne n'a jamais battu les Myrtacées dans la grande île. Reid & Beatson (2010b) prétendent que leur classification est basée sur le travail de Gomez-Zurita *et al.* (2008), mais je ne suis pas leur logique. Qu'on appelle ces formes Spilopyrinae ou Spilopyrini, elles restent des formes eumolpidiennes primitives, à aedeagi assez particuliers et à larves libres au deuxième stade. Ce sont certainement des formes de transition avec d'autres sous-familles et à la base des Eumolpinae.

Le développement probable de certains genres à l'intérieur des tiges, reste aussi un élément distinct des Eumolpines vrais, qui les rapprocheraient des Sagrinae. Le groupement semble en réalité assez peu homogène.

Il semble que les demandes cognitives du comportement social ont produit des expansions dans le cerveau de plusieurs lignées des Vertébrés. Chez les insectes, ces centres spécialisés, nommés corps pédonculés, qui furent découverts par un français, Félix Dujardin, en 1850, sont une paire de structures qui se rencontrent dans leur cerveau et aussi dans celui d'autres arthropodes. Les corps pédonculés ou « mushroom bodies » interviennent dans l'apprentissage et la mémoire, particulièrement pour la détection des odeurs. Ils sont très importants chez les Hyménoptères et ont été l'objet de recherches intenses. Ces corps ont été comparés au cortex du cerveau des mammifères. Les recherches récentes sur les corps pédonculés révèlent un certain contrôle génétique par ces structures et leur rôle dans l'apprentissage. Chez les insectes, les corps pédonculés sont particulièrement élaborés chez les insectes sociaux, tels que les fourmis, abeilles ou guêpes (Farris & Schulmeister, 2010). Pour ces derniers auteurs, des corps pédonculés grands et élaborés ont été développés concurremment avec l'acquisition d'un mode de vie parasitoïde, 90 Mya avant l'évolution de la vie sociale chez ces Aculéates.

Pour eux, une vie sociale complexe ne pourrait pas être à l'origine de la complexité de ces organes, mais ces modifications peuvent avoir servi en tant que préadaptations à une vie sociale complexe. Une idée assez dérangeante, mais très bien développée.

Les belles recherches d'Helena Wirka et de son équipe, associée à Olivier Montreuil, ont modernisé le travail de pionnier de Renaud Paulian sur les coprophages (Orsini *et al.*, 2007, Hanski *et al.*, 2008; Wirta & Montreuil, 2008; Wirta, 2009; Wirta *et al.*, 2008, 2010; Viljanen *et al.*, 2010), en y ajoutant l'arme moléculaire. On commence à voir plus clair dans l'Evolution de ces Coléoptères dans une île, qui fut autrefois liée à Gondwana et ensuite séparée de l'Afrique pendant 160 à 158 Mya, et de l'Inde pendant les dernières 80 Mya. Les liaisons avec les Seychelles restent vagues, mais les deux régions s'y partagent les *Nepenthes*, une vicariance Gondwanienne. A vrai dire, le peuplement de Madagascar à travers le large canal du Mozambique reste encore énigmatique et, s'il peut s'expliquer pour les plantes et les insectes, en recourant à la dispersion passive, les radeaux, les oiseaux et les ouragans, il reste encore mystérieux pour explique la venue de l'hippopotame nain, par exemple, au Pléistocène

Notons que Madagascar reste un des plus intéressants « diversity hotspots » de la planète. La grande île possède bien des lacunes, mais infiniment moins que la Nouvelle-Calédonie ou la Nouvelle-Zélande, plus petits et plus isolés, situés à l'est de Gondwana. Ces archipels eurent aussi au Cénozoïque des submersions qui éliminèrent une grande partie de la faune. Le peuplement de Madagascar vient certes à majorité d'Afrique, mais il y a aussi, comme chez les humains, via la dispersion, un apport Indonésien. Des îles temporaires (stepping stones) ont dû comme aux Galápagos contribuer à un peuplement postérieur aux reliques mésozoïques. Parmi ces reliques, citons *Megamerus*, une vicariance gondwanienne reliant le Brésil, l'Argentine, Madagascar et l'Australie. Certains groupes de Chrysomélides sont bien représentés, telles les Cassides. D'autre moins bien.

Par exemple, comme mentionné plus haut, les Spilopyrini, ces eumolpines primitifs, qui ont dû prospérer en Antarctique, durant l'époque chaude, sont présents de la Patagonie à l'Australie, la Nouvelle-Guinée et la Nouvelle-Calédonie, mais ne semblent pas avoir atteint Madagascar, sans doute déjà séparé au moment des migrations. Tellement d'inconnues subsistent que rien n'est moins sûr. Ils n'ont pas non plus atteint la Nouvelle-Zélande, à l'extrême bout de Gondwana. Madagascar a une faune scarabéidienne exceptionnellement importante, surtout parmi les membres de la tribu Canthonini. Ces espèces, d'après Wirta (2010) descendraient de huit colonisations indépendantes. Pour nos auteurs, les radiations des mammifères ont contribué aux hauts niveaux de biodiversité d'autres tribus. Par suite du manque de mammifères en Nouvelle Calédonie, les coprophages se sont adaptés aux excréments d'oiseaux. La destruction des forêts à Madagascar a provoqué l'extinction d'une grande partie de la faune entomologique depuis les années 50. Cependant, beaucoup de coprophages ont survécu, s'adaptant aux bouses du bétail introduit. Ce qui fut un problème en Nouvelle-Guinée et en Australie, l'adaptation aux excréments liquides des ruminants, ne semble pas en avoir été un dans la région malgache. Sur les hauteurs de la chaîne centrale en Nouvelle-Guinée, je ne trouvais sur le crottin de cheval que de petits Scarabéides (*Onthophagus*) qui s'étaient adaptés à des excréments secs à partir de ceux des marsupiaux.

Buckley *et al.* (2010) ont analysé la diversité des vers de terre de Nouvelle-Zélande et pensent que les Megascolecidae ont eu là-bas une longue histoire, qui date du détachement de l'archipel de la marge orientale de l'Australie et de l'Antarctique, datant de la fin du Crétacé. Ces vers évidemment ne peuvent évidemment pas traverser l'eau de mer ce qui explique leur rareté et leur faible diversité dans les îles océaniques. Ici encore, la vicariance apparaît s'imposer, bien que de nombreuses modifications ont eu lieu pendant les changements environnementaux du Tertiaire.

L'évolution de l'eusocialité chez les fourmis et les termites a provoqué leur dominance écologique. L'eusocialité entraîna aussi l'évolution du parasitisme social. Un Aleocharine fossile (Coleoptera Staphylinidae), *Mesosymbion compactus*, de l'ambre crétacé birman, (-99 million d'années) est un parasite social typique (Yamamoto *et al.*, 2016). Il s'agit d'un cas ancien d'eusocialité et de parasitisme social chez des fourmis ou des termites. IL semble que ce soit le cas le plus ancien connu de ce type de symbiose chez les Aleocharines.

La symbiose des attines, ou fourmis coupe-feuilles, paraît être une course coévolutive entre le parasite des jardins souterrains, *Escovopsis*, d'un côté, et l'association tripartite entre l'Actinomycète, *Pseudonocardia*, producteur d'antibiotiques, la fourmi-hôte, et le champignon mutualiste d'un autre côté (Hölldobler et Wilson, 2010). On comprend de plus en plus l'association des Attines et de leurs champignons, mais il reste quand même des questions en suspens. De toute façon, il s'agit indubitablement d'une coévolution, au sens de Janzen, entre le champignon et la fourmi, d'une durée relativement courte (50 millions d'années). En principe, une symbiose résulte d'une coévolution, et le phénomène, s'il déconcerte souvent, semble beaucoup plus fréquent qu'on ne le pense.

Chez les Hyménoptères sociaux, les nombreuses copulations des reines avec différents mâles (polyandrie) ont évolué dans approximativement un tiers de ceux-ci.

L'évolution de la polyandrie accroît le potentiel de conflits à l'intérieur des colonies, parce que les ouvrières sont trois fois plus apparentées avec leurs réelles sœurs, qu'avec leurs demi-sœurs. Bien que les groupes sociaux soient caractérisés par la coopération, il y a également des causes de conflit (Nehring *et al.*, 2010). Les auteurs précédents ont étudié quatre colonies de la fourmi *Acromyrmex octospinosus*. Les hydrocarbures cuticulaires des ouvrières de ces 4 colonies permettent à celles-ci de se distinguer de leurs demi-sœurs avec une haute précision. D'où un potentiel de conflits dans une colonie, quand il y a des différences génétiques.

Les fourmis sont bien connues pour trouver la route la plus directe vers la nourriture (Reid, C. R. *et al.*, 2011). Cela me rappelle les expériences du laboratoire de Jacques Pasteels à l'ULB Bruxelles, il y a pas mal d'années. Trouver la route optimale à travers les circuits reste aussi un challenge pour les humains, les lignes téléphoniques et les analystes de systèmes. Ils n'ont tous qu'à regarder les fourmis et leur façon de résoudre le problème. Reid *et al.* présentèrent aux fourmis d'Argentine le puzzle des Tours de Hanoi (que l'on doit au mathématicien français Edouard Lucas en 1883). L'équipe australienne ne demanda pas aux fourmis de déplacer des disques, mais elle convertit la tâche en des graphiques de mouvements possibles. Rapidement, les insectes trouvèrent la route la plus courte, même lorsque les expérimentateurs bloquèrent la route normale. Les phéromones ont vraisemblablement joué le rôle critique pour trouver la solution.

Quand les fourmis rencontrent un blocage, elles cherchent aussitôt une route autour de ce blocage, plutôt que de revenir en arrière sur son parcours. Je me perdis une fois en Chine dans les rizières de Hainan, la grande île du Sud. Les fermiers aux alentours ne parlaient que la langue locale et ce fut un dialogue de sourds. Je retrouvai enfin mon chemin et revenant mètre par mètre le long de mon précédent parcours. Un pont en planches me sauva. Les fourmis ne procèdent pas du tout de cette façon. Ainsi, ces insectes ne semblent pas recourir à la géométrie pour résoudre un problème, mais elles semblent utiliser leur compas interne. Une belle leçon pour les ingénieurs en informatique !

Les bourdons (*Bombus impatiens*) donnent réellement des leçons d'aptitude au vol à nos propres drones, encore très maladroits, comme le souligne Nicole Kolbe. La nature peut certainement fournir des indications pour améliorer les systèmes de vol des robots en cas de turbulences. Une turbulence modérée affecte réellement la performance du vol et les insectes volants utilisent des mécanismes différents et efficaces pour résoudre ces instabilités (Crall & al., 2017).

Les fourmis semblent parfois défendre leurs pucerons contre des maladies parasitaires (Nielsen *et al.*, 2010). On sait que les fourmis typiquement se nourrissent du miellat produit par ces pucerons, qui en retour gardent et abritent les colonies aphidiennes. Il semble bien que *Formica podzolica* qui élève les pucerons de l'*Asclepias*, *Aphis asclepiadis*, protège les colonies d'infections d'un pathogène obligatoire, *Pandora neoaphidis*. Les corps des aphides tués par le champignon sont rapidement rejetés et les ouvrières sont aussi capables de détecter les conidies sur la cuticule des pucerons vivants et les nettoient. Cela peut très certainement réduire la transmission dans les colonies d'Aphides. Les publications sur les fourmis se multiplient de nos jours et il est impossible de toutes les citer.

Je les vois passer sur internet continuellement et elles sont pour certaines de plus en plus complexes et souvent concernent des cas particuliers (Kropnauer *et al.*, 2010; Dobata *et al.*, 2010), faisant appel à la biologie moléculaire. Ceci concerne plutôt les spécialistes. Le livre récent de Lach Lori *et al.* édité chez Oxford University Press à New York (2010), et que j'ai analysé ailleurs, est l'une des mises au point les plus récentes sur le monde des fourmis. Bonhomme *et al.* (2011) rappellent ailleurs que la liane de Bornéo, *Nepenthes bicalcarata*, reste unique parmi les plantes, car elle est à la fois carnivore et myrmécophyte. J'avais détaillé son syndrome dans mes deux livres sur les fourmis (Jolivet, 1987, 1996) et une étude australienne parut là-dessus en 1995 (Clarke & Kitching, 1995). La découverte originale datait d'ailleurs de Beccari (1884) et n'avait jamais été démentie. En principe, les fourmis obtiennent du nectar et le logement dans le pétiole de la feuille et procureraient une certaine protection contre le pourrissement de l'urne en la nettoyant. La fourmi, *Camponotus schmitzi*, n'est pas agressive et est capable de nager impunément dans le liquide digestif, comme d'ailleurs certains staphylinides dans l'eau des inflorescences d'*Heliconia*, et d'y prélever des proies capturées, ce qui empêcherait donc la putréfaction. Il semble aussi que ces fourmis défendent leur plante-hôte contre un charançon spécifique qui attaque les bourgeons de l'urne (Merbach *et al.*, 2007). Pour Bonhomme *et al.* (2011) cependant, l'interaction des fourmis et des *Nepenthes* n'est pas un mutualisme nutritionnel, comprenant l'association anormale de la carnivorie et de la myrmécophilie. Comprenez qui pourra ! Janda et Konecna (2010) ont étudié les fourmis dans la canopée de la Nouvelle-Guinée.

Les résultats ne nous apprennent pas grand-chose de ce qui est connu ailleurs aux tropiques: la majorité des espèces trouvées dans les sommets des arbres sont des omnivores généralistes dépendant de trophobiontes, d'exsudats de plantes, mais aussi de proies animales. Il y a une espèce dominante: *Crematogaster polita*, mais les différentes espèces de fourmis sont disposées partout au hasard. Etudiant la distribution d'*Aphaenogaster senilis*, Boulay *et al.* (2010) arrivent aussi à une évidence, les colonies de la fourmi ajustent leurs ressources et la scission des colonies est adaptée au degré de la compétition intraspécifique et de la réduction en densité de la colonie.

Une unique accumulation d'ouvrières de la fourmi *Formica polyctena* Först., prise au piège dans un vieux bunker polonais, dont elles n'ont pu sortir, faute d'avoir retrouvé le tuyau de ventilation, s'est produite pendant des années (Czechowski *et al.*, 2016), à Templewo, en Pologne. La source de la colonie prisonnière est une grande colonie extérieure. Les individus tombés, dans l'obscurité totale, ont construit un monticule, maintenu toute l'année et qui a survécu très longtemps. La mortalité a été compensée par les nouvelles ouvrières qui sont tombées durant la saison active. La colonie du bunker, avec une centaine de milliers d'individus et pas de reine, n'a produit aucune descendance directe, ceci dû aussi à la basse température et la pauvreté de la nourriture. Des millions de cadavres se sont aussi accumulés au cours des années. Ce qui est curieux, c'est l'instinct de construction du nid, sans reine, sans nourriture, sans lumière. Des zombies, écrit le *New Scientist*.

Mohamedsaid et Barroga (2010) ont souligné la grande variabilité des antennes des galéruques du genre *Aulacophora*. C'est un phénomène fréquent chez les Chrysomélides, et notamment chez les Galerucinae. Il semble qu'il y aurait des relations entre ces antennes modifiées et la taille de l'édéage. Peut-être que ces antennes modifiées servent d'organe de fixation ou de titillation de la femelle.

Cette hypothèse reste spéculative. Réellement, cette évolution des formes d'antennes, qui semblait fantaisiste, a peut-être une fonction précise qui ne peut être vérifiée que pendant l'accouplement et durant ses préliminaires. Eberhard a longuement spéculé là-dessus (Eberhard, 1985, 2009).

On recense actuellement de nombreuses études sur les genitalia des insectes. Cela revient à la mode et William Eberhard (2010) s'est spécialement illustré avec le syndrome du *cryptic female choice*, pratiquement accepté de tous de nos jours. Un des phénomènes le mieux documenté dans l'évolution morphologique est la tendance pour les genitalia males des arthropodes de diverger relativement rapidement, si on les compare aux autres parties du corps. Cette tendance a été regardée comme étant le résultat de la sélection qui favoriserait les barrières de copulation entre les espèces (la clé et la serrure). Une sélection sexuelle post-copulatoire, c'est-à-dire après que les genitalia mâles et femelles ont été en contact, est considérée actuellement comme étant largement responsable pour la rapide divergence des genitalia au cours de l'Evolution. Une possible explication pour une des tendances générales au cours de l'Evolution, la rapide évolution de la divergence entre les genitalia, c'est que les genitalia males sont utilisés comme des instruments de cour qui influencent le choix cryptique de la femelle. Briceño et Eberhard ont étudié la tsétsé, *Glossina morsitans*, pour prouver leur hypothèse (2010). Chez celle-ci, la stimulation durant la copulation déclenche l'ovulation et la résistance au réaccouplement.

La sélection sexuelle par le choix cryptique de la femelle serait responsable de la divergence rapide des genitalia males de la glossine. Les modèles économiques de l'éjaculation du sperme semblent complexes et variés. Parker et Pizzari (2020) ont basé leurs recherches sur la mouche jaune des bouses et la discussion porte sur la compétition du sperme en tant que force dirigeante dans la sélection qui se produit lorsque les éjaculats de différents spermes entrent en compétition pour fertiliser un groupe d'œufs.

Comme on le sait, les *Wolbachia*, fort à la mode de nos jours et fréquemment trouvés chez les Arthropodes et les nématodes, sont des endosymbiontes, hérités maternellement, qui envahissent les populations d'hôtes et manipulent leur reproduction. L'incompatibilité cytoplasmique, nous l'invoquons, lors de nos manipulations génétiques des *Culex pipiens*, à Montpellier, à l'EID, alors que nous ignorions tout, à cette époque, des *Wolbachia*. Cependant, ces translocations, étaient d'une toute autre nature. Depuis nous avons appris que les *Wolbachia* induisent la mort à l'état d'embryon, effet que l'on nomme aussi incompatibilité cytoplasmique, lorsque des mâles s'accouplent avec des femelles non infectées ou infectées avec une souche incompatible. Les populations naturelles de *Culex pipiens* (Atyame *et al.*, 2010) ont de complexes relations avec *Wolbachia*., populations qui sont mutuellement incompatibles. Encore, des espoirs dans la lutte contre les nuisances, mais malheureusement jusqu'ici, toutes les tentatives de lutte génétique ont pratiquement échoué dû à la submersion des souches expérimentales avec la réinvasion des souches sauvages. Le *Wolbachia* qui infecte les moustiques à La Réunion est génétiquement similaire aux populations européennes.

Parlons un peu des Hyménoptères parasites: les ovipositeurs ont des utilisations nombreuses. L'ovipositeur de *Clistopyga* a pour fonction principale de se cramponner à son hôte araignée lorsqu'elle tend à s'échapper et de lui injecter une substance paralysante. Elle introduit ensuite ses œufs dans le nid de soie de son hôte, l'araignée sauteuse. La femelle hyménoptère ferme, en réalité coud en zigzag, comme avec une machine à coudre, ensuite les ouvertures du nid de l'araignée, pour protéger sa descendance (Fritzen & Sääksjarvi, 2016). Normalement, les femelles de ces petites guêpes ont un ovipositeur pour insérer leurs œufs dans les tissus des plantes.

Nombreux sont les Insectes actifs en hiver sur et sous la neige sous nos climats. Une étude sur les insectes de la neige en Pologne révèle que les Chironomides actifs en hiver se montent à 35 espèces. Il y a une différence entre les espèces de montagne et de plaine (Soszynska-Maj *et al.*, 2015). En Pologne, la neige peut durer 3 mois ou plus, et les Arthropodes actifs représentent une part importante de la faune.

On aurait éradiqué, en Décembre 2014, *Pieris brassicae*, de la Nouvelle-Zélande (New Scientist, 3 December 2016), où le papillon avait été introduit accidentellement en 2010. Soulagement là-bas, où 57 sur 79 Brassicaceae endémiques, étaient menacées d'extinction.

La plupart des araignées mâles s'enfuient après la copulation, mais non une espèce sud-américaine, *Manogeta porracea* (Araneidae), réellement un cas exceptionnel d'une araignée mâle s'occupant, comme la femelle, de sa progéniture. (Moura & al., 2017).

Mon ami, Joao Vasconcellos-Neto est l'un des coauteurs de l'article. Non seulement, le mâle aide aux soins des jeunes, mais souvent le fait seul, la femelle étant disparue avant lui. Le mâle construit une toile au-dessus de celle de la femelle, protège les œufs des prédateurs et de la pluie. 68% des œufs, à la fin de la saison, sont soignés par le mâle seul.

## 6. Biogéographie.

Theodore H. Fleming vient d'analyser, dans *Evolution*, 2010, le livre de Losos et Ricklefs (2010) sur la *Théorie de la Biogéographie des Îles, revisitée*. Ce livre vient 43 ans après le traité fondamental de MacArthur et Wilson (1967), qui avaient basé leur raisonnement sur les mathématiques, mais tout cela découle directement du simple bon sens. Les îles représentent seulement 3% de la surface de la Terre, mais tout dépend de ce que l'on considère comme étant des îles, comme par exemple, le Groenland, la Nouvelle-Guinée ou l'Australie, qui elle reste, par sa taille, à elle seule un continent. Bien sûr les îles inspirèrent autrefois Darwin et Wallace et leurs biotas ont toujours fasciné les biologistes à cause de leurs isolation, leur espèces réduites en nombre et dysharmoniques, leurs relations avec le monde continental et ancien (vicariance et dispersion), leur exemples de radiations adaptatives, le nanisme ou le gigantisme de leurs biota, etc. Là aussi, beaucoup de plantes et animaux originaux y ont souffert et souffrent encore une extinction accélérée du fait de l'homme. Bien sûr, si la compétition, et la prédation jouent sur les petites îles un rôle dominant, les interactions trophiques, l'influence du parasitisme et du mutualisme ne doivent pas être négligés.

La biologie moléculaire a montré que la faune insulaire contient une forte dose de diversité génétique et que l'extinction probable de certains éléments ne peut provenir que de l'homme. La spéciation dans les îles, notamment pour les oiseaux et pour les lézards, semble être plus souvent allopatrique que sympatrique. Ce livre reste un digne successeur du livre de MacArthur et Wilson, mais il ne peut pas prétendre à un traitement définitif du sujet.

Le concept de Zealandia que nous avons tellement défendu durant nos séjours en Nouvelle-Calédonie, contre de nombreux opposants, tant en France qu'en Australie, vient finalement d'être officialisé (Mortimer *et al.*, 2017). On ne fait plus venir par la mer les Rhynchocéphales, certains Oligochètes, les Onychophores et tant d'autres animaux qui eussent bien du mal à nager. Une absurdité propagée par certains scientifiques et, à la mode, un certain temps. Zealandia, un continent d'origine Gondwanienne, en grande partie immergé, dont subsistent principalement la Nouvelle-Zélande et la Nouvelle-Calédonie, sis à la droite de l'Australie. On acceptait actuellement 6 continents: l'Eurasie, l'Afrique, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Antarctique, et l'Australie. Un certain nombre de fragments de croûte continentale, dans les océans du globe, comme, par exemple, Madagascar sont appelés microcontinents. Quelques structures élevées, au Nord de Zealandia, sont des candidats possibles pour des prolongations ou des microcontinents séparés. Zealandia, tel qu'il existait, représentait moins de 5% de la surface de Gondwana. Zealandia commença à se séparer de Gondwana à la fin du Crétacé. Ce fut un continent cohérent de 4.9 Mkm<sup>2</sup>. Ce fut le septième plus grand continent géologique et le plus submergé.

## Conclusions.

*Scribitur ad narrandum, non ad probandum*, disait Quintilien. On écrit pour raconter, non pour démontrer. Cela a toujours été l'objet de cette chronique, si chronique il y a. A vrai dire, les hypothèses évolutives varient à partir de certaines idées qui sont toujours dans l'air. Au lecteur de choisir. On a pensé « Hors Darwin, point de salut ! ». Beaucoup pensent autrement de nos jours, car si la microévolution a prouvé et prouve encore la justesse de la théorie, au-delà tout s'efface, et c'est la foi du charbonnier qu'il faut avoir pour encore y adhérer totalement. Beaucoup ne se posent pas de questions. D'autres, comme P. P. Grassé s'en posaient et les développements de l'épigénétique et le transfert horizontal des gènes, que n'a jamais connu notre grand biologiste, nous en posent encore. Alors, me direz-vous: entre les deux mon cœur balance. Cela reste plus compliqué que cela, car si Darwin a été attaqué et encensé, un tout petit peu de Lamarck pourrait quand même revivre, même sans prononcer son nom honni de beaucoup de biologistes modernes. Ont-ils seulement réfléchi profondément aux racines du dogme ?

Les raisons qui me font douter de la complète immersion à l'Oligocène de la Nouvelle-Zélande et de la Nouvelle-Calédonie sont multiples, mais pour la Nouvelle-Calédonie, l'angiosperme primitive *Amborella* est à elle seule une preuve éclatante de la persistance de plantes en des lieux protégés, quand elle avait disparu ailleurs. En Nouvelle-Zélande, ce sont les Tuataras ou les *Leiopelma* qui sont la meilleure preuve de la survie d'organismes qui n'ont pas pu passer la barrière océane, quand ils avaient disparu ailleurs depuis longtemps.

Ils sont tous les deux totalement incompatibles avec l'eau de mer. Les oiseaux, oui, peuvent apporter des graines ou des œufs, mais les radeaux flottants font partie d'une mythologie savamment entretenue par nos néocatastrophistes, qu'ils soient géologues ou biologistes. Les deux espèces de *Sphenodon*, *S. punctatus* et *S. guntheri*, sont les derniers représentants des Rhynchocéphales, apparus au Mésozoïque, il y a environ 220 millions d'années. Ils ont décliné, il y a 60 millions d'années, pour s'éteindre tout doucement. Ils sont présents actuellement dans 32 petites îles au large des côtes de la Nouvelle-Zélande et sont parfois en danger à cause des rats importés. Les *Leiopelma* sont des batraciens anoures localisés en Nouvelle-Zélande et comprenant 4 espèces. Eux aussi sont des survivants du Mésozoïque.

Et, malgré Cancun, et les 15 autres conférences sur l'Environnement qui eurent lieu auparavant, on continue à brûler gaillardement l'Amazonie pour y planter du soja, de la canne à sucre et y nourrir chichement des vaches maigrichonnes, destinées aux hamburgers des fast-foods (Aragao & Shimabukuro, 2010; Balch, *et al.*, 2010). J'ai déjà vu maintes fois ce phénomène lors de mon long séjour dans l'Ilha de Maracca, il y a bien des années. Le bois demi-calciné pourrissait sur place et on y plantait des graminées africaines. Les satellites nous montrent les feux et la fumée qui se multiplient ouvertement, mais pas les feux qui brûlent toujours impunément sous la canopée. Les conférences-bidon actuelles n'y ont rien changé, en dépit de la logorrhée qui y coule de source. La nature humaine ne s'est pas modifiée malgré nos écologistes de salon.

Terminons avec les belles recherches de Jacques Livage, un éminent physicien, sur les diatomées et leur technique de fabriquer du verre à froid, alors que le verre industriel se fabrique toujours par fusion de sable à 1000°, en présence de fondants, tels que la soude (Livage & Coradin, 2008; Nassif & Livage, 2010). Imiter la nature, reste le rêve des ingénieurs et de plus en plus on s'inspire de ce qui est déjà réalisé autour de nous dans le monde du vivant. Les *Inventions de la Nature*, ce fut le sujet du petit livre d'Yves Coineau et de Biruta Kresling sur la bionique en 1987. Le travail de Nassif et Livage se termine par la constatation que si des centaines de millions d'années d'évolution furent nécessaires aux diatomées pour obtenir une réelle maîtrise de la synthèse de nanostructures biogéniques de silice, les physiciens espèrent toujours obtenir un résultat semblable, mais plus rapidement.

A l'OMS (WHO), où je vais encore de temps en temps, il semble que l'on n'ait guère progressé depuis le glorieux temps de l'Eradication de la Malaria avec le Dr. Pampana (Jolivet, 2015): Résistance des *Plasmodium* et des vecteurs, négligence et abandon de la surveillance de la part des états concernés, guerres et révolutions, manque d'intérêt et ignorance, abandon des insecticides efficaces, comme le DDT et constat de leur toxicité, et de nombreux autres facteurs responsables. Le paludisme est revenu souvent là où il était pratiquement disparu, mais les bons résultats de beaucoup de régions ont persisté (Taiwan, Corse, Italie, etc.). Qu'a-t-on proposé de nos jours: la moustiquaire imprégnée de pyréthroides, efficace, mais insuffisante. En attendant, l'efficacité des vaccins contre les protozoaires, citons, lors du temps de l'éradication, une réflexion d'un insulaire Corse.

Dans cette région, il existait toujours une indemnité versée aux insulaires du fait du paludisme, alors encore latent dans certaines régions orientales. Comme on interrogeait ce Corse sur le paludisme, il répondit: « Entre nous, en Corse, il y a plus de gens qui en vivent, qu'il n'y a de gens qui en meurent ». Du cynisme, mais aussi du réalisme.

Si l'un de nos hommes politiques, en 2016, semblait un peu climatosceptique, c'est un fait que lorsque le Sahara tourna du vert au désert, il y a seulement plus de 5.000 ans, l'essence des voitures n'était pas en cause. C'est ainsi que Fred Pearce (2016) met sérieusement en doute l'utilité de la ceinture verte du Sénégal à la Somalie en cours de plantation sur 8000 km. Une idée qui semblait intéressante de quelques écologistes et patronnée par l'ONU. Nous avons besoin, dit l'auteur de l'article, de sauver les déserts plutôt que de les détruire. C'est une opinion valable, mais à mon humble avis, l'expérience méritait d'être tentée. Préserver les océans, maintenir les forêts, protéger les animaux en danger d'extinction, c'est de la véritable et solide écologie. Non pas de construire des Disneylands ou des complexes commerciaux gigantesques sur des terres agricoles. Muñoz et Moritz (2016) pensent que durant les 4.5 milliards de la durée de la terre, le climat a sans cesse varié, avec parfois des pics de température, comme au Permien (-252 millions d'années), qui précipita une extinction qui détruisit un très grand nombre d'espèces. Ils n'attribuent pas l'actuel réchauffement à une intervention humaine, pas plus que Garcia-Robledo *et al.* (2016) qui constatent que la tolérance à de hautes températures déterminera la survie de beaucoup d'insectes et autres créatures, durant ce possible actuel réchauffement.

### Remerciements.

Tous nos plus vifs remerciements à nos collègues feu le Dr. Neal Smith, du STRI de Panama, et le Dr. Christian Mille, de l'Institut Agronomique de la Nouvelle-Calédonie, nos infatigables pourvoyeurs de pdfs inappréciables, mais toujours appréciés. Merci à tous les autres, y compris mon ami Ron Beenen, dont je me suis souvent inspiré.

### Références.

Aragao, L. E. O. & Shimabukuro, Y. E. 2010. Response to Comment on « The Incidence of Fire in Amazonian Forests with Implications for REDD. *Science* 17 December 2010. 330: 1627b.

Atyame, C. M., Duron, O., Tortosa, P., Pasteur, N., Fort, P. & Weill, M. 2010. Multiple *Wolbachia* determinants control the evolution of cytoplasmic incompatibilities on *Culex pipiens* mosquito populations. *Molecular Ecology*. doi: 10.1111/j.1365.294X.2010.04937.x: 13 pp.

Balch, J. K., Nepstad, D. C., Brando, P. M. & Alencar A. 2010. Comment on « The Incidence of Fire in Amazonian Forests with Implications for REDD ». *Science* 17 December 2010. 330: 1627b.

Bebber, D. P., Carine, M. A., Wood, J. R. I., Wortley, A. H., Harris, D. J., Prance, G. T., Davidse, G., Paige, J., Pennington, T. D., Robson, N. K. B. & Scotland, R. W. 2010. Herbaria are a major frontier for species discovery. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi/10.1073/pnas.1011841108.: 3 pp.

Beccari, O. 1884. *Piante ospitatrici ossia piante formicarie della Malesia e delle Papuasias*. Malesia 2: 340 pp.

Bendiksby, M., Schumacher, T., Gussarova, G., Nais, J., Mat-Salleh, K., Sofiyanti, N., Madulid, D., Smith, S. A. & Barkman, T. 2010. Elucidating the evolutionary history of the Southeast Asian, holoparasitic, giant-flowered Rafflesiaceae: Pliocene vicariance, morphological convergence and character displacement. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57 (2): 620-633.

Biernaskie, J. M. 2010. Evidence for competition and cooperation among climbing plants. *Proceedings of the Royal Society B*. doi:10.1098/rspb.2010.1771: 9 pp.

Boero, F. 2010. The Study of Species in the Era of Biodiversity: A Tale of Stupidity. *Diversity* 2: 115-126.

Bonhomme, V., Gounand, I., Alaux, C., Jusselin, E., Barthélémy, D. & Gaume, L. 2011. The plant-ant *Camponotus schmitzi* helps its carnivorous host-plant *Nepenthes bicalcarata* to catch its prey. *Journal of Tropical Ecology* 27: 15-24.

Borer, M., Noort, T. van, Rahier, M. & Naisbit, R. E. 2010. Positive frequency-dependent selection on warning color in alpine leaf beetles. *Evolution*. doi:10.1111/j.1558.5646.2010.01137.x: 5pp.

Boulay, R., Galarza, J. A., Chéron, B., Hefetz, A., Lenoir, A., van Oudenhove, L. & Cerda, X. 2010. Intraspecific competition affects population size and resource allocation in an ant dispersing by colony fission. *Ecology*. 91 (11): 3312-3321.

Bowler, P. 2016. Darwin and DNA. *New Scientist* 3088: 40-43.

Briceño, R.D. & Eberhard, W. G. 2009. Experimental demonstration of possible cryptic female choice on male tsetse fly genitalia. *Journal of Insect Physiology* 55:989-996.

Brodribb, T. J. & Mc Adam, S. A. M. 2010. Passive Origins of Stomatal Control in Vascular Plants. *Scienceexpress*. 10.1126/science.11297985: 7 pp.

Buckley, J., Maunder, R. J., Foey, A., Pearce, J., Val, A. L. & Sloman, K. A. 2010. Biparental mucus feeding: a unique example of parental care in an Amazonian cichlid. *Journal of Experimental Biology* 213: 3787-3795.

Buckley, T. R., James, S., Allwood, J., Bartlam, S., Howitt, R. & Prada, D. 2010. Phylogenetic analysis of New Zealand earthworms (Oligochaeta: Megascolecidae) reveals ancient clades and cryptic taxonomic diversity. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 20 October 2010. doi.10.1016/j.ympev.2010.09.024: 12pp

- Bura, V. L., Rohwer, V. G., Martin, P. R. & Yack, J. E. 2011. Whistling in caterpillars (*Amorpha juglandis*, Bombycoidea) sound-producing mechanism and function. *Journal of Experimental Biology* 214: 30-37.
- Caroll, S. B. 2010. In a Single-Cell Predator. Clues to the Animal Kingdom's Birth. *The New York Times*, 15 December 2010: 4 pp.
- Clarke, C. M. & Kitching, R. L. 1995. Swimming ants and pitcher plants: a unique ant-plant interaction from Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 11: 589-602.
- Cockell, C. S. 2010a. Vacant habitats in the Universe. *Trends in Ecology and Evolution*. doi.10.1016/j.tree.20120.11.004: 3 pp.
- Cockell, C. 2010b. Astrobiology in Antarctica. *Trends in Ecology and Evolution*. 25 (12): 683-684.
- Coineau, Y. & Kresling, B. 1087. *Les Inventions de la Nature*. Hachette, Paris: 101 pp.
- Diallo, B. *et al.* 2016. Resurgence of Ebola virus disease in Guinea linked to a survivor with virus persistence in seminal fluid for more than 500 days. *Clinical Infectious Diseases Advance Access*: 12 pp.
- Crall, J. D., Chang, J. J., Oppenheimer, R. L. & Combes, S. A. 2017. Foraging in an unsteady world: bumblebee flight performance in field-realistic turbulence. *Interface Focus*. rfs.royalsocietypublishing.org: 9 pp.
- Czechowski, W., Rutkowski, T., Stephan, W. & Vepsäläinen, K. 2016. Living beyond the limits of survival: wood ants trapped in a gigantic pitfall. *Journal of Hymenoptera Research* 51: 227-239.
- Diane, Z. M., Le Gouvello, Nel, R., Harris, L. R. & Bezuidenhout, K. 2017. The response of sandy beach meiofauna to nutrients from sea turtle eggs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 487: 94-105.
- Doran, P., Lyons, W. B. & McKnight, D. 2010. *Life in Antarctic Deserts and other Cold Dry Environments*. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.: 320 pp.
- Dobata, S., Sasaki, T., Mori, H., Hasegawa, E., Shimada, M. & Tsuji, K. 2010. Persistence of the single lineage of transmissible « social cancer » in an asexual ant. *Molecular Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04954.x:15 pp.
- Eberhard, W. G. 1985. *Sexual selection and animal genitalia*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., USA: 256 pp.
- Eberhard, W. G. 2009. Postcopulatory sexual selection: Darwin's omission and its consequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (Suppl.):10025-10032.
- Eberhard, W. G. 2011. Experiments with genitalia: a commentary. *Trends in Ecology and Evolution*. 26 (1): 17-21.

- Ellis, A. G. and Johnson, S. D. 2009. The evolution of floral variation without pollinator shifts in *Gorteria diffusa* (Asteraceae). *American Journal of Botany* 96: 793-801.
- Ellis, A. G. and Johnson, S. D. 2010. Floral mimicry enhances pollen export: the evolution of pollination by sexual deceit outside the orchidaceae. *American Naturalist* 176: E143-E151.
- Epstein, B., Jones, M. Hamede, R., Hendricks, S., McCallum, H., Murchison, E. P., Schönfeld, B., Wiench, C., Hohenlohe, P. & Storfer, A. 2016. Rapid evolutionary response to a transmissible cancer in Tasmanian devils. *Nature Communications* doi.10.1038/ncomms12684: 7 pp.
- Farris, S. M. & Schulmeister, S. 2010. Parasitoidism, not sociality, is associated with the evolution of elaborate mushroom bodies in the brains of hymenopteran insects. *Proceedings of the Royal Society. B.* doi:10.1098/rspb.2010.2161: 12 pp.
- Fritzen, N. R. & Sääksjarvi, I. E. 2016. Spider silk felting-functional morphology of the ovipositor tip of *Clistpoyga* sp. (Ichneumonidae) reveals a novel use of the hymenopteran ovipositor. *Biological Letters* doi.org/10.1098/rsbl2016.0350: 4 pp.
- Futuyma, D. J. & Steurus, S. C. 2010. George Christopher Williams 1926-2010. *Evolution*. doi:10.1111/j.1558.5646.2010.01169.x: 5pp.
- Garcia-Robledo, C., Kuprewicz, E. K., Staines, C. L., Erwin, T. L. & Kress, W.J. 2016. Limited tolerance by insects to high temperatures across tropical elevational gradients and the implications of global warming for extinction. *PNAS* 113 (3): 680-685.
- Gaskett, A. C. 2010. Orchid pollination by sexual deception: pollinator perspectives. *Biological Reviews*. doi: 10.1111/j.1469-185x.2010.00134x.
- Gomez-Zurita, J., Hunt, T. & Vogler, A. P. 2008. Multilocus ribosomal RNA phylogeny of the leaf beetles (Chrysomelidae). *Cladistics* 24:34-50.
- Graham, L. 2016. Lysenko's ghost. Epigenetics and Russia. *Harvard University Press, Cambridge University Press. Cambridge, Mass & London, England.* 209 pp.
- Gremer, J. R., Sala, A. & Crone, E. E. 2010. Disappearing plants: why they hide and how they return. *Ecology* 91 (11): 3407-3413.
- Hall, B. L., Denton, G. H., Fountain, A. G., Hendy, C. H. & Henderson, G. M. 2010. Antarctic lakes suggest millennial reorganizations of Southern Hemisphere atmospheric and oceanic circulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi/10.1073/pnas.1007250107: 5 pp.
- Hanski, I., Koivulehto, H., Cameron, A. & Rahagalala, P. 2007. Deforestation and apparent extinctions of endemic forest beetles in Madagascar. *Biology Letters* 3: 344-347.

- Hanski, I., Wirta, H., Nyman, T. & Rahagalala, P. 2008. Resource shifts in Malagasy dung beetles: contrasting processes revealed by dissimilar spatial genetic patterns. *Ecology Letters* 11:1208-1215.
- Hikosaka, K., Kawauchi, Y. & Kutrosawa, T. 2010. Why does *Viola hondoensis* (Violaceae) shed its winter leaves in spring? *American Journal of Botany* 97 (12): 1944-1950.
- Hinton, H. E. & Jarman, G. M. 1972. Physiological Colour Change in the Hercules beetle. *Nature* 238: 160-161.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. 2010. *The Leafcutter Ants. Civilization by Instinct*. Norton and Co., New York & London.: 160 pp.
- Hoorn, C., Wesselingh, F. P., ter Steege, H., Bermudez, M. A., Mora, A., Sevink, J., Sanmartin, I., Sanchez-Meseguer, A., Anderson, C. L., Figueiredo, J. P., Jaramillo, C., Riff, D., Negri, F. R., Hooghiemstra, H., Lundberg, J., Stadler, T., Särkinen, T. & Antonelli, A. 2010. Amazonia through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscape Evolution, and Biodiversity. *Science* 330: 927-931.
- Janda, M. & Konecna, M. 2011. Canopy assemblages of ants in a New Guinea rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 27: 83-91.
- Johnson, S. D. & Midgley, J. J. 1997. Fly pollination of *Gorteria diffusa* (Asteraceae) and a possible mimetic function for dark spots on the capitulum. *American Journal of Botany* 84: 429-436.
- Jolivet, P. 1986. *Les Fourmis et les Plantes. Un exemple de Coévolution*. Boubée, Paris: 254 pp.
- Jolivet, P. 1994. Physiological colour changes in tortoise beetles. In Jolivet, P. H., Cox, M. L. and Petitpierre, E. (eds.) *Novel Aspects of the biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands: 331-335.
- Jolivet, P. 1996. *Ants and Plants. An Example of Coevolution*. Backhuys publ., Leiden, Netherlands: 303 pp.
- Jolivet, P. 2010a. En marge de l'Evolution ! De nouvelles idées, de nouvelles hypothèses, de nouvelles propositions ! *L'Entomologiste, Paris* 66 (4):199-213.
- Jolivet, P. 2010b. Evolution et coévolution. *L'Entomologiste, Paris*. 66 (5): 263-280.
- Jolivet, P. 2015. Un Flash-back: les équipes consultatives antipaludiques. *OMS Quarterly News* 100:13-14.
- Kadu, C. A. C. *et al.* 2010. Phylogeography of the Afromontane *Prunus africana* reveals a former migration corridor between East and West African highlands. doi:10.1111/j.1365-294X.2010.04931.x: 14 pp.

- Kelly, E., Travouillon, K. J., Keleher, J., Gibson-Kueh, S. & Morgan, D. L. 2016. Mammal predation by an ariid catfish in a dryland river of Western Australia. *Journal of Arid Environments* 135: 9-11.
- Knight, K. 2010. Whistling caterpillars startle birds. *Journal of Experimental Biology* 214: ii.
- Kronauer, D. J. C., O'Donnell, S., Boomsma, J. J. & Pierce, N. E. 2010. Strict monandry in the ponerine army ant genus *Simopelta* suggests that colony size and complexity drive mating system evolution in, social insects. *Molecular Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04945.x: 9 pp.
- Kullenberg, B. 1961. Studies in *Ophrys* Pollination. *Zoologiska Bidrag.*, Uppsala 34: 1-340.
- Lach, L., Parr, C. L. & Abbott, K. L. (eds.). 2010. *Ant ecology*. Oxford University Press, New York, USA. xvii + 402 pp.
- Lang, H. G. & Santiago-Blay, J. A. 2012. Contributions of deaf people to entomology: A hidden legacy. *Terrestrial Arthropod Reviews* 5: 223-263.
- Leonard, A. S., Dornhaus, A. & Papaj, D. R. 2011. Flowers help bees cope with uncertainty: signal detection and the function of floral complexity. *Journal of Experimental Biology* 214: 113-121.
- Livage, J. & Coradin, T. 2008. Le verre biologique inspire les chimistes. *Pour La Science, Paris* 371: 30-37.
- Losos, L. B. & Ricklefs, R. E. 2010. *The Theory of Island Biogeography Revisited*. Princeton University Press, Princeton, NJ: 476 pp.
- MacArthur, N. J. & Wilson, E. O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, N. J.: 203 pp.
- Merbach, M. A., Zizka, G., Fiala, B., Merbach, D. J., Booth, W. E. & Maschwitz, U. 2007. Why a carnivorous plant cooperates with an ant-selective defense against pitcher-destroying weevils in the myrmecophyte pitcher plant *Nepenthes bicalcarata* Hook f. *Ecotropica* 13: 45-56.
- Mohamedsaid, M. & Barroga, G. F. 2010. A study on the morphology of antenna and aedeagus in males of *Aulacophora* Chevrolat (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae). *Oriental Insects* 44: 405-414.
- Mortimer, N. *et al.* 2017. Zealandia: Earth's Hidden Continent. *GSA Today* v. 27. doi: 10.1130/GSATG321A.1: 8 pp.
- Moura, R. R., Vasconcellos-Neto, J. & de Oliveira Gonzaga, M. 2017. Extended male care in *Manogeta porracea* (Araneae: Araneidae): The exceptional case of a spider with amphisexual care. *Animal Behaviour* 123: 1-9.

- Muñoz, M. M. & Moritz, C. 2016. Adaptation to a changing world: Evolutionary resilience to climate change. In Losos, J. B. & Lenski, R. E. (eds.) How evolution shapes our lives. Essays on Biology and Society. *Princeton University Press and Oxford*. 16: 238- 252.
- Nakazato, T. & Housworth, E. A. 2010. Spatial genetics of wild tomato species reveals roles of the Andean geography on demographic history. *American Journal of Botany* 98 (1): 1-11.
- Nassif, N. & Livage, J. 2010. From diatoms to silica-based biohybrids. *Chemical Society Reviews*.39: 1-11.
- Nehring, V., Evison, S. E. F., Santorelli, L. A., d’Ettorre, P. & Hughes, W. O. H. 2010. Kin-informative recognition cues in ants. *Proceedings of the Royal Society B*. on line. doi:10.1098/rspb.2010.2295: 7 pp.
- Nielsen, C., Agrawal, A. A. & Hajek, A. E. 2010. Ants defend aphids against lethal disease. *Biology Letters* 6: 205-208.
- Oka, S-i, Tomita, T. & Miyamoto, K. 2016. A Mighty Claw Pinching Force of the Coconut Crab, the Largest Terrestrial Crustacean. *PLOS One* 11 ((11):e01166108.doi. 1371/journal.pone.01661108. 8 pp.
- Oliver, J. C. & Monteiro, A. 2010. On the origins of sexual dimorphism in butterflies. *Proceedings of the Royal Society B*. on line. doi:10.1098/rspb.2010.2220: 8pp.
- Orsini, L., Koivulehto, H. & Hanski, I. 2007. Molecular evolution and radiation of dung beetles in Madagascar. *Cladistics* 23:145-168.
- Parker, G. A. & Pizzari, T. 2010. Sperm competition and ejaculate economics. *Biological Reviews*. 86 (4): 897-934.
- Pavia, M., Meijer, H. J. M., Rossi, M. A. & Göhlich, U. B. 2017. The extreme insular adaptation of *Garganornis ballmanni* Meijer, 2014: a giant Anseriformes of the Neogene of the Mediterranean Basin. *Royal Society Open Science* 4:160722. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.160722>: 10 pp.
- Pearce, F. 2016. Green and desert land. *New Scientist* 3090: 16-17.
- Pishchany, G., McCoy, A. L., Torres, V. J., Krause, J. C., Crowe Jr., J. E., Fabry, M. E. & Skaar, E. P. 2010. Specificity for Human Hemoglobin Enhances *Staphylococcus aureus* infection. *Cell Host & Microbe* 8: 544-550.
- Polilov, A. A. & Beutel, R. G. 2009. Miniaturisation effects in larvae and adults of *Mikado* sp. (Coleoptera: Ptiliidae), one of the smallest free-living insects. *Arthropod Structure and Development* 30: 1-24.
- Polilov, A. A. & Beuttel, R. G. 2010a. Anatomy of *Mikado* sp. (Coleopetra: Ptiliidae), one of the smallest free-living insects and limits to insects miniaturization. *IXth European Congress of Entomology. Programme and Book of Abstracts. 22-27 August 2010, Budapest, Hungary*: 70.

Polilov, A. A. & Beutel, R. G. 2010b. Development stages of the hooded beetle *Sericoderus lateralis* (Coleoptera: Corylophidae) with comments on the phylogenetic position and effects of miniaturization. *Arthropod Structure and Development* 39: 52-69.

Pouyanne, A. 1917. La fécondation des *Ophrys* par les insectes. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 8: 6-7.

Prideaux, G. J., Gully, G. A., Couzens, A. M. C., Ayliffe, L. K., Jankowski, N. R., Jacobs, Z., Roberts, R. G., Hellstrom, J. C., Gagan, M. K. & Hatcher, L. M. 2010. Timing and dynamics of Late Pleistocene mammal extinctions in southwestern Australia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi/10.1973/pnas.1011073107: 6 pp.

Priscu, J. C. & Foreman, C. M. 2009. Lakes of Antarctica. *Encyclopedia of Inland Waters*. Elsevier Inc., Amsterdam, Netherlands: 555-566.

Reid, C. A. & Beatson, M. 2010a. Revision of the Australo-Papuan genus *Macrolema* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae: Spilopyrinae), with description of a new genus. *Zootaxa* 2486: 1-60.

Reid, C. A. & Beatson, M. 2010b. Revision of the Australo-Papuan genus *Spilopyra* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae: Spilopyrinae). *Zootaxa* 2692: 1-32.

Reid, C. R., Sumpter, D. J. T. & Beekman, M. 2011. Optimisation in a natural system: Argentine ants solve the Towers of Hanoi. *Journal of Experimental Biology* 214: 50-58.

Riehl, C. 2010. Living with strangers: direct benefits favour non-kin cooperation in a communally nesting bird. *Proceedings of the Royal Society B*. doi:10.1098/rspb.2010.1752. on line.

Roberts, J. R., Piatt, T. R., Orelis-Ribeiro, R. & Bullard, S. A. 2016. New genus of blood fluke (Digenae, Schistosomatoidea) from Malaysian freshwater turtles (Geoemydidae) and its phylogenetic position within Schistosomatidea. *Journal of Parasitology* 102 (4): 451-462.

Rudall, P. J., Bateman, R. M., Fay, M. F. & Eastman, A. 2002. Floral anatomy and systematics of Alliaceae with particular reference to *Gillesia*, a presumed insect mimic with strongly zygomorphic flowers. *American Journal of Botany* 89: 1867-1883.

Sander, P. M. *et al.* 2010. Biology of the sauropod dinosaurs: the evolution of gigantism. *Biological Reviews*. doi:10.1111/j.1469.-185x.2010.00137.x.

Schiestl, F. P. 2010. Pollination: Sexual Mimicry Abounds. *Current Biology* 20 (23): R1020-R1022.

Schiestl, F. P. & Cozzolino, S. 2008. Evolution of sexual mimicry in the orchid subtribe orchidinae: the role of preadaptations in the attraction of male bees as pollinators. *BMC Evolutionary Biology* 8: 27.

Scopece, G., Cozzolino, S., Johnson, S. D. & Schiestl, F. P. 2010. Pollination efficiency and the evolution of specialized deceptive pollination systems. *American Naturalist* 175: 98-105.

Simon, M. A., Woods, W. A., Serebrenik, Y. V., Simon, S. M., van Griethuljzen, L. I. & Skloot, R. 2010. *The immortal Life of Henrietta Lacks*. Crown publisher group, N. Y.: 369 pp.

Socha, J. J., Lee, W.-K. & Trimmer, B. A. 2010. Visceral-locomotory pistoning in crawling caterpillars. *Current Biology* 20: 1458-1463.

Soszynska-Maj, A., Paasivirta, L. & Gilka, W. 2015. Why on the snow? Winter emergence strategies of snow active Chironomidae (Diptera) in Poland. *Insect Science*. doi 10.1111/1744-7917.12223. 17 pp.

Srivastava, A. K. & Agnihotri, D. 2010. Dilemma of late Palaeozoic mixed floras in Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 298: 54-69.

Steege, H. ter, Haripersaud, P. P., Banki, O. S. & Schieving, F. 2011. A model of botanical collectors behavior in the field: Never the same species twice. *American Journal of Botany* 98 (1): 1-7.

Thomas, M. M., Rudall, P. J., Ellis, A. G., Savolainen, V. & Glover, B. J. 2009. Development of a complex floral trait: the pollinator-attracting petal spots of the beetle daisy, *Gorteria diffusa* (Asteraceae). *American Journal of Botany* 96: 2184-2196.

Touchon, J. C., Urbina, J. & Warkentin, K. M. 2010. Habitat-specific constraints on induced hatching in a treefrog with reproductive mode plasticity. *Behavioral Ecology*. doi:10.1093/beheco/arq192: 7 pp.

Turzanska, K. & Chachulska; J. 2016. Arion slugs as nest predators of small passerine species. doi.1111/jav.01189: 16 pp.

Van Tussenbroek, B. I., Villamil, N., Marquez-Guzman, J., Wong, R., Monroy-Velasquez, L. V. & Solis-Weiss, V. 2016. Experimental evidence of pollination in marine flowers by invertebrate fauna. *Nature Communications*. doi 10.1038/ncomms12980: 6 pp.

Vigneron, J. P., Pasteels, J. M., Windsor, D. M., Vertesy, Z., Rassart, M., Seldrum, T., Dumont, J., Deparis, O., Lousse, V., Biro, L. P., Ertz, D. & Welch, V. 2007. Switchable reflector in the Panamanian Tortoise Beetle *Charidotella egregia* (Chrysomelidae: Cassidinae). *Physical Review E*. 76 031907: 11 pp.

Viljanen, H., Wirta, H., Montreuil, O., Rahagalala, P., Johnson, S. & Hanski, I. 2010. Structure of local communities of endemic dung beetles in Madagascar. *Journal of Tropical Ecology* 26: 481-496.

Weeks, A., Baird, K. E. & McMullen, C. K. 2010. Origin and evolution of endemic Galapagos *Varronia* species (Cordiaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57 (2): 948-954.

- Welch, V., Lousse, V., Deparis, O., Parker, A. & Jean-Paul Vigneron. 2007. Orange reflection from a three-dimensional photonic crystal in the scales of the weevil *Pachyrrhynchus congestus pavonius* (Curculionidae). *Physical Review E* 75 041919: 9 pp.
- Williams, N. 2010a. Prize for the HeLa cell story. *Current Biology* 20 (23): R1003-R1004.
- Williams, N. 2010b. Major lionfish hunt launched. *Current Biology* 20 (23): R1005-R1006.
- Wirta, H. 2009. Complex phylogeographical patterns, introgression and cryptic species in a lineage of Malagasy dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 96: 942-955.
- Wirta, H. & Montreuil, O. 2008. Evolution of the Canthonini Longitarsi (Scarabaeidae) in Madagascar. *Zoologica Scripta* 37:651-663.
- Wirta, H., Orsini, L. & Hanski, I. 2008. An old adaptive radiation of forest dung beetles in Madagascar. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47:1076-1089.
- Wirta, H., Viljanen, H., Orsini, L., Montreuil, O. & Hanski, I. 2010. Three parallel radiations of Canthonini dung beetles in Madagascar. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57 (2): 710-727.
- Witze, A. 2010. Warm spell spurred tropical diversity. Number of plant species rose along with atmospheric carbon dioxide. *Science News*. November 11th, 2019. web edition: 3 pp.
- Wolfe-Simon, F., Blum, J. S., Kulp, T. R., Gordon, G. W., Hoefft, S. E., Pelt-Ridge, J., Stolz, J. F., Webb, S. M., Weber, P. K., Davies, P. C. W., Anbar, A. D. & Oremland, R. S. 2010. A Bacterium that can grow by using Arsenic instead of Phosphorus. *Science express*.doi:10.1126/science.1197258. 2 December 2010: 9 pp.
- Xing, L. *et al.* 2016. A Feathered Dinosaur Tail with Primitive Plumage Trapped in Mid-Cretaceous Amber. *Current Biology* 26: 1-9.
- Yamamoto, S., Maruyama, M. & Parker, J. 2016. Evidence for social parasitism of early insect societies by Cretaceous rove beetles. *Nature Communications* doi.10.038/ncomms13658: 9 pp.
- Yosef, R., Zduniak, P. & Zmihorski, M. 2016. Invasive Ring-Necked Parakeet Negatively Affects Indigenous Eurasian Hoopoe. *Annales Zoologici Fennici* 53 (5-6): 281-287.

**La *Revista Nicaragüense de Biodiversidad* (ISSN 2413-337X)** es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

**The *Revista Nicaragüense de Biodiversidad* (ISSN 2413-337X)** is a journal of the Nicaraguan Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

**Todo manuscrito para RNE debe enviarse en versión electrónica a:**  
*(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNE editor):*

Dr. Jean Michel Maes (Editor RNB)  
Museo Entomológico, Asociación Nicaragüense de Entomología  
Apartado Postal 527, 21000 León, NICARAGUA  
Teléfono (505) 2311-6586  
jmmaes@bio-nica.info  
jmmaes@yahoo.com

#### **Costos de publicación y sobretiros.**

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión pdf de su publicación para distribución.