

# FIL ROUGE : DE LUCA AU HANNETON COMMUN

Henry Callot, Marie Meister  
Musée Zoologique de Strasbourg  
Mars 2012

## Introduction

Cette série de 9 tiroirs peut être utilisée de plusieurs manières suivant les besoins.

Dans sa totalité elle nous mène grâce à un fil rouge, depuis l'organisme unicellulaire ancêtre de l'ensemble du monde vivant actuel jusqu'à une espèce de hanneton familière. Elle nous pilote, d'une subdivision à l'autre le long de la classification, en expliquant à chaque étape quels sont les innovations ou les critères qui permettent de passer à l'étape suivante. Autant que possible, de vrais spécimens sont présentés ; lorsque ce n'est pas possible ils sont remplacés par des photos.

Les deux premiers tiroirs sont davantage axés sur la phylogénèse des grands groupes du vivant, alors que les 5 suivants permettent de nous guider depuis le clade des Insectes jusqu'à l'espèce choisie, suivant la procédure utilisée par l'entomologiste qui veut identifier un spécimen.

Les deux derniers tiroirs illustrent les différentes embûches et chausse-trappes que rencontrent les entomologistes au cours de ce processus.

La série peut également être suivie à rebrousse-poil en partant du hanneton pour remonter jusqu'à l'ancêtre commun : un procédé utile lorsque l'on veut replacer un spécimen dans ses liens de parenté –ou sa généalogie.

Le texte qui accompagne l'ensemble est à dessein assez exhaustif : c'est à l'animateur d'en tirer les informations adaptées au public qu'il accueille. Un fichier indépendant présente les photos des différents tiroirs ainsi que la liste des spécimens présentés.

**Les deux premiers tiroirs schématisent la classification du vivant avec en rouge le fil conducteur qui va nous amener de LUCA (Last Universal Common Ancestor) au clade des Insectes. Attention : seuls les groupes les plus importants sont représentés.**

## TIROIR A

**A1 : LUCA** (Last Universal Common Ancestor). C'est l'organisme le plus récent dont descendent TOUS les organismes vivants passés et actuels! Il est estimé avoir vécu il y a 3,5 à 3,8 milliards d'années (il n'était évidemment pas le seul organisme vivant à ce moment là, mais lui seul a eu la descendance qui nous occupe !).

Ses **caractéristiques** ont pu être inférées : son information génétique est probablement déjà l'ADN, transcrit en ARNs eux-mêmes traduits en protéines. Le code génétique à 3 codons est donc en place !

L'ATP (adénosine triphosphate) est déjà l'intermédiaire énergétique de la cellule. Celle-ci contient un cytoplasme (milieu aqueux) et est délimitée par une double couche lipidique (membrane cellulaire). Les concentrations intracellulaires en sodium et potassium diffèrent de celles de l'environnement : le gradient est maintenu par des pompes ioniques sur la membrane cellulaire. La division cellulaire est établie.

**A2 : Eubactéries** (11.000 espèces actuelles décrites). Organismes constitués d'une seule cellule sans noyau individualisé (à structure procaryote). Ce groupe rassemble la plupart des bactéries identifiées en microbiologie classique (domaine de la médecine, agroalimentaire...). Les bactéries sont ubiquitaires et sont présentes dans tous les types de biotopes rencontrés sur Terre. A titre d'exemple notre flore intestinale contient 10 fois plus de cellules bactériennes que nous n'avons de cellules humaines dans tout le corps!! La plupart de ces bactéries sont inoffensives ou bénéfiques pour l'organisme. Il existe cependant de nombreuses espèces pathogènes à l'origine de maladies infectieuses comme le choléra, la syphilis, la peste, l'anthrax, la tuberculose. Et n'oublions pas que même la très ubiquitaire *Escherichia coli* peut s'avérer dangereuse à l'occasion...

Les bactéries sont également utiles à l'homme lors des processus de traitement des eaux usées, dans l'agroalimentaire lors de la fabrication des yaourts ou du fromage et dans la production industrielle de nombreux composés chimiques.

**Remarque 1 :** Parmi les Eubactéries on distingue les **Cyanobactéries** qui ont joué un rôle majeur dans l'évolution des plantes ! Elles étaient autrefois appelées « algues bleues ». Elles réalisent la **photosynthèse oxygénique** en présence d'eau, et peuvent donc **transformer l'énergie solaire** en énergie chimique utilisable par la cellule en fixant le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) et en libérant du dioxygène ( $O_2$ ). La **photosynthèse** est la principale voie de transformation du carbone minéral en carbone organique. Les cyanobactéries possèdent à cette fin de la chlorophylle et d'autres pigments, d'où leurs couleurs variées.

Certaines cyanobactéries survivent en **anaérobiose** en photosynthétisant à partir du sulfure d'hydrogène au lieu de l'eau (c'est la **photosynthèse sulfureuse**) : celles-ci ne produisent pas d'oxygène mais du soufre élémentaire. On les trouve dans des zones lacustres anaérobies, riches en sulfures. Elles n'y sont pas seules car d'autres bactéries peuvent effectuer la photosynthèse sulfureuse, notamment les Chlorobiaecae ou bactéries sulfureuses vertes.

Les chloroplastes des eucaryotes photosynthétiques (certaines algues et les plantes) sont très probablement issus de cyanobactéries endosymbiotiques (voir plus loin).

**Remarque 2 :** qui sont les **microbes**?? Dans le langage courant c'est un terme qui est employé pour désigner une entité dangereuse, invisible à l'œil nu, responsable de maladies ! Que recouvre ce terme exactement ? Il peut s'agir de bactéries, mais aussi de virus, de champignons unicellulaires, de 'protistes' ou eucaryotes unicellulaires (ex le protozoaire Plasmodium responsable de la malaria) etc.

Les **virus** posent la question de la définition d'un **être vivant**... Ils ont 3 caractéristiques :

- Un virus contient un seul type d'acide nucléique : ADN ou ARN, jamais les deux, qui représente son matériel génétique. Ce matériel est contenu dans une coque protéique ou capsid
- il est incapable de se diviser pour se multiplier, il se multiplie en assemblant de manière ordonnée ses constituants
- il est totalement dépendant pour synthétiser ses constituants, de l'énergie fournie par la cellule hôte et de son appareil de traduction: un virus est donc un **parasite intracellulaire obligatoire**.

Les virus ne se reproduisent qu'à l'intérieur des cellules vivantes et par conséquent, ils ne peuvent assurer leur pérennité qu'en infectant continuellement de nouvelles cellules. Ils ne peuvent jamais se débrouiller seuls !

*D'où la question : un brin d'acide nucléique encapsidé est-il un être vivant ? Non si on considère les définitions les plus généralement admises du "vivant" :1) activité/entité allant à l'encontre des lois de la thermodynamique; 2) trois composantes réunies : métabolisme + code génétique + membrane l'isolant du milieu extérieur.*

**A3 : Archées** (400 espèces actuelles décrites). Microorganismes unicellulaires sans noyau (donc procaryotes) autrefois classés avec les bactéries (archéobactéries...). Les archées possèdent des gènes et des voies métaboliques plus proches de ceux des eucaryotes que des bactéries. Ce groupe comporte les microorganismes qui colonisent les milieux de vie aux conditions les plus extrêmes : milieux très chauds, très salés ou encore sources hydrothermales des grands fonds marins. Ils ont depuis été trouvés dans de nombreux habitats tels que les océans, les sols et même le colon humain !

**A4 : Eucaryotes.** Êtres vivants de tailles et de formes extrêmement variées, unicellulaires ou pluricellulaires, dont l'information génétique est contenue dans le **noyau** des cellules. Les plus grands eucaryotes actuels sont les baleines (règne animal) et certains arbres atteignant plus de 100m de haut (règne végétal).

Les eucaryotes se caractérisent aussi par la présence de **mitochondries** dans la cellule. Ces organites jouent un rôle physiologique primordial, puisque c'est dans les mitochondries que l'énergie fournie par les molécules organiques est récupérée sous forme d'ATP (adénosine triphosphate, énergie contenue dans la liaison phosphate-phosphate), la source principale d'énergie pour la cellule eucaryote, par le processus d'oxydation phosphorylante. Il est maintenant admis que les mitochondries proviennent de **l'endosymbiose** d'une protéobactérie au sein d'une cellule hôte il y a environ 2 milliards d'années. La théorie endosymbiotique de l'origine des mitochondries, a été développée et argumentée par Lynn Margulis (décédée en 2011...) dès 1966, puis a été appuyée par la découverte de l'ADN spécifique des mitochondries en 1980.

***Remarque :** la symbiose est un processus très fréquent dans le monde vivant. Le terme désigne une association intime, souvent durable, entre deux organismes (parfois plus) appartenant à des espèces différentes. Cette association bénéficie à chaque partenaire. Par endosymbiose on entend que l'un des organismes s'est installé à l'intérieur de l'autre (espace intracellulaire ou intercellulaire).*

*A titre d'exemple : Un **lichen** est une symbiose entre une algue unicellulaire et un champignon : l'algue (autotrophe) retire de la relation un apport important en eau et en sels minéraux ainsi qu'un gîte. Le champignon, hétérotrophe, utilise le glucose nécessaire à sa croissance que produit l'algue par la photosynthèse.*

**A5 : Bicontes.** Organismes dont les cellules flagellées qui apparaissent au cours du cycle biologique, ont toujours **deux flagelles**.

**A6 : Archaeplastida (parfois appelés *Lignée verte*)** (320.000 espèces actuelles décrites). Leurs cellules ont intégré des **chloroplastes**, organites qui sont le siège de la **photosynthèse**. La photosynthèse est le processus bioénergétique qui permet aux Archaeplastida (mais aussi à certaines eubactéries, les cyanobactéries) de synthétiser leur matière organique en exploitant l'eau, le carbone minéral (CO<sub>2</sub>) et l'énergie solaire. Ces organismes sont autotrophes (ou phototrophes) par rapport au carbone. Les Archaeplastida incluent les **glaucophytes** unicellulaires, les **algues rouges et vertes**, et **toutes les plantes**.

*Remarque : les cyanobactéries, apparues il y a environ 3,8 milliards d'années, ont contribué à l'expansion des formes actuelles de vie sur Terre par leur production d'oxygène par photosynthèse (elles sont responsables de la Grande Oxydation) et par leur contribution au premier puits biologiques de carbone et à une désacidification des océans (en diminuant la teneur en CO<sub>2</sub>), lorsqu'elles se sont organisées en colonies fixées (stromatolithes). Les chloroplastes des plantes sont très probablement issus de cyanobactéries endosymbiotiques.*

**A7 : Chromoalvéolés** (120.000 espèces actuelles décrites) et **Rhizariens** (18.000 espèces actuelles décrites). Les Chromoalvéolés rassemblent des organismes très variés comme les Ciliés (dont les **Paramécies**), les **Algues brunes**, les **Sporozoaires** parasites comme *Plasmodium* (responsable de la malaria), les **Diatomées** etc. Ils ne partagent pas vraiment de caractéristiques communes et depuis peu leur monophylie est contestée. Les Rhizariens regroupent des organismes unicellulaires à l'architecture souvent complexe, qui sont parfois pourvus d'un test, enveloppe organique ou minéralisée (comme les **Foraminifères**). Les relations phylogénétiques entre ces groupes sont encore mal définies.

**A8 : Unicontes.** Organismes dont les cellules flagellées qui apparaissent au cours du cycle biologique sont toujours munies d'un **seul flagelle** (comme le spermatozoïde de Mammifères).

**A9 : Amoebozoaires** (730 espèces) et **Champignons** (75.000 espèces actuelles décrites). Les Amoebozoaires sont des organismes unicellulaires qui ont été rapprochés uniquement par la génétique moléculaire. La plupart (comme les **Amibes**) se déplacent de façon caractéristique en émettant des pseudopodes cellulaires (mouvements amiboïdes). Les **Champignons** ont une paroi cellulaire qui contient de la chitine, jamais de la cellulose comme dans la lignée verte. Ils sont hétérotrophes par rapport au carbone car ne font pas de photosynthèse. Le groupe comprend les champignons de nos forêts, mais aussi les levures, moisissures et microsporidies (parasites intracellulaires).

*Remarque : les Myxomycètes, longtemps assimilés aux champignons, sont en fait un groupe un peu particulier qui est maintenant **intégré aux Amoebozoaires**. Un de leurs stades de développement implique la formation d'un 'plasmode', masse gélatineuse correspondant à une seule cellule dans laquelle baignent de nombreux noyaux. Ce plasmode n'est pas enfermé dans une paroi rigide ; il peut donc être animé de mouvements et se déplacer (quelques cm par heure). Il se nourrit par phagocytose et non par absorption comme les champignons. Les Myxomycètes ne produisent pas non plus de mycélium. Cependant par tradition, ils continuent d'être étudiés par les mycologues !*

**A10 : Choanoflagellés** (120 espèces actuelles décrites). Unicellulaires pourvus d'un flagelle entouré d'une collerette de microvillosités. Les Choanoflagellés sont le **groupe frère** des animaux. Ceci a été établi récemment sur la base d'études moléculaires, mais avait déjà été proposé il y a fort longtemps du fait de leur similarité avec les choanocytes des éponges !

**A11 : Métazoaires.** Ce terme regroupe l'ensemble du « **Règne animal** » constitué par des organismes pluricellulaires, généralement mobiles, et qui se nourrissent, contrairement aux végétaux autotrophes, d'organismes ou de fragments d'organismes qui sont ensuite digérés (ce sont des organismes **hétérotrophes**).

**A12 : Eponges ou Porifères.** (10.000 espèces actuelles décrites). Organismes exclusivement aquatiques, marins dans leur immense majorité. Pas de muscles ni système nerveux ni tube digestif (digestion intracellulaire). Surtout : pas de vrais épithelia (*un épithélium est un tissu constitué de cellules étroitement juxtaposées, associées les unes aux autres par des jonctions intercellulaires. Sa principale fonction est un rôle de revêtement*). Presque jamais de forme propre. Des cellules flagellées particulières, les **choanocytes**, tapissent un réseau de cavités internes : ces cellules créent un courant d'eau et capturent au passage les particules en suspension ; les aliments sont digérés dans ces cellules (pas de digestion extracellulaire !). Un squelette interne est formé d'une multitude d'éléments généralement minéraux : les spicules (siliceux ou calcaires suivant les groupes).

**A13 : Eumétazoaires.** Organismes possédant un véritable tube digestif. Formation de l'embryon à partir d'enveloppes cellulaires emboîtées, les feuilletts embryonnaires. Ceux-ci sont au nombre de deux (endoderme et ectoderme) chez les Cnidaires (et Cténaïres), et de trois (+ mésoderme) dans tous les autres groupes d'Eumétazoaires.

**A14 : Cnidaires.** (9000 espèces actuelles décrites). Organismes exclusivement aquatiques (eau de mer et eau douce). De même que les Cténaïres moins connus, ils présentent une **symétrie radiaire** (*ou symétrie axiale : l'architecture de l'animal s'organise autour d'un axe de symétrie antéro-postérieur : un animal possédant une symétrie axiale possède une multitude de plans de symétrie passant par son axe de symétrie*). Innovations au niveau des tissus dans la mesure où l'on a un vrai tube digestif (la digestion, extracellulaire, se fait dans une cavité) à un seul orifice. Epithelia vrais, cellules nerveuses et musculaires. Pas d'organes. Nouveaux types cellulaires : cellules glandulaires de l'endoderme, cellules musculaires et nerveuses, cellules gonadiques. Les Cnidaires ont des cellules spécialisées dans la capture des proies, les **cnidocytes**, qui sont des cellules à venin, souvent localisées sur les tentacules qui entourent la bouche. Ils comprennent les hydres, les méduses, les anémones de mer, les coraux, gorgones et madrépores.

**A15 : Bilatériens.** Ces organismes présentent, au moins au stade larvaire, une symétrie bilatérale (l'organisme peut être divisé, selon un **plan** de symétrie antéro-postérieur, en deux parties égales, une gauche et une droite) et une tête (partie antérieure) au niveau de laquelle se regroupent les structures de capture des aliments et des *organes sensoriels*. Apparition du troisième feuillet embryonnaire : le mésoderme, qui va permettre la mise en place d'organes nouveaux et spécialisés.

**A16 : Deutérostomiens.** Le premier orifice qui se forme chez l'embryon donnera l'anus de l'animal, le second donnera la bouche ; le système nerveux est dorsal par rapport au tube digestif.

**A17 : Echinodermes.** (6000 espèces actuelles décrites) Ce sont des animaux exclusivement marins, planctoniques durant leur vie larvaire et vivant sur les fonds à l'état adulte ; ils présentent un très large éventail de modes de vie. La symétrie bilatérale chez la larve, devient **pentaradiée** (d'ordre 5) chez l'adulte, à la suite d'une métamorphose qui entraîne une modification complète de l'organisation de l'animal. La locomotion est basée sur un système très particulier : un système aquifère consistant en un jeu de chambres, remplies d'eau, qui par pressions différentielles permettent de mettre en mouvement une multitude de petits pieds, les podies ou pieds ambulacraires. Ce groupe comprend les oursins, les étoiles de mer, les holothuries ou concombres de mer, les ophiures et crinoïdes.

**A18 : Chordés.** (53.000 espèces actuelles décrites) Ce sont des animaux pourvus, au moins au stade larvaire, d'un axe de soutien dorsal rigide, la chorde. Le système nerveux central se présente sous forme d'un tube neural en position dorsale par rapport à la chorde et au tube digestif. Ils se subdivisent en **Céphalochordés** (l'amphioxus), **Urochordés** (ascidies et salpes) et **Crâniates** qui (hormis les myxines) constituent le groupe des **Vertébrés**.

**A19 : Protostomiens.** Le premier orifice qui se forme chez l'embryon donnera la bouche de l'animal ; le système nerveux est ventral par rapport au tube digestif.

**A20 : Lophotrochozoaires.** Ils rassemblent deux groupes importants des Protostomiens, les Lophophorates et les Eutrochozoaires qui ont été associés par les analyses moléculaires et établis comme groupes frères (voir plus loin).

**A21 : Cuticulates.** Animaux couverts d'une cuticule, recouvrant la couche la plus externe de cellules (l'épiderme). Cette cuticule, formée de plusieurs couches emboîtées, présente une structure complexe.

---

## TIROIR B

**B1 : Lophophorates.** Chez l'animal adulte, la bouche est entourée d'une couronne de tentacules ciliés, appelée lophophore. Les deux principaux groupes sont les **Brachiopodes** (350 espèces actuelles décrites; nombreuses espèces fossiles !) et les **Bryozoaires** (4500 espèces actuelles décrites).

*Remarque : parmi les groupes qui sont évoqués ici, la plupart - voire tous - comportent des espèces fossiles, c'est-à-dire qui ont été amenées à disparaître au cours des temps géologiques. Certains groupes sont composés pour la majeure partie de fossiles (par exemple les Brachiopodes ou les Mollusques Céphalopodes), d'autres sont uniquement fossiles tels les Trilobites, des Arthropodes du Paléozoïque. A noter qu'on estime que parmi toutes les espèces qui ont existé sur la planète, 95% sont déjà éteintes.*

**B2 : Eutrochozoaires.** Les larves (appelées larves trochophores), généralement planctoniques, sont pourvues de couronnes de cils qui leur permettent de se déplacer.

**B3 : Rotifères** (1800 espèces actuelles décrites). Organismes aquatiques de petite taille dont la tête est couronnée d'un organe cilié, l'appareil rotateur, intervenant dans la locomotion et la prise de nourriture.

*Remarque : un autre embranchement proche, les **Acanthocéphales**, dont les 1150 espèces connues sont toutes des endoparasites, s'avère être en fait un sous-embranchement des Rotifères : ceci a été établi par des études de phylogénie moléculaire (2011). Les Acanthocéphales seraient en fait des Rotifères modifiés par leur vie parasitaire.*

**B4 : Spiraliens.** Les premiers plans de division de l'œuf sont obliques (développement dit « spirale »).

**B5 : Plathelminthes** (14.000 espèces actuelles décrites) et **Némertes** (1200 espèces actuelles décrites). Les Plathelminthes ou vers plats ont un tube digestif à un seul orifice : ils comprennent les planaires (formes libres) et beaucoup de formes parasites (douves, ténias etc). Les Némertes ou vers rubanés sont marins et fousseurs.

*Remarque : parmi les problèmes que rencontrent les zoologistes pour classer les organismes, l'un est lié à ce que l'on appelle la 'perte de caractères'. En effet, certains modes de vie, et notamment la vie de parasite interne, ou la vie fixée, impliquent que certaines fonctions ne sont plus utiles (telles la locomotion par exemple). Les organismes qui ont adopté ce type de spécialisation vont progressivement perdre certains caractères et aboutir à des formes très simplifiées. De ce fait il devient très difficile de les placer dans un groupe faunistique (exemple de la sacculine, crustacé parasite de crustacés Décapodes, dont la femelle a l'aspect d'un sac informe, et dont les mâles minuscules, quasiment réduits à l'état de testicules, vivent dans les conduits génitaux de la dame ! -hyperparasitisme). Parfois leur développement embryonnaire ou larvaire a gardé des caractéristiques originelles qui permettent de les classer correctement, mais ce n'est pas toujours le cas. Aussi, un certain nombre d'organismes à formes 'simplifiées' ont pu être mal classés autrefois, et seules les analyses génétiques permettent de déterminer leurs réels liens de parenté.*

**B6 : Annélides** (15.000 espèces actuelles décrites). Appelés vers annelés, ils ont un corps segmenté et occupent tous les biotopes aquatiques et même terrestres. Ils comprennent les vers de terre, sangsues, et de nombreux vers marins fixés ou libres.

**B7 : Mollusques** (120.000 espèces actuelles décrites). Groupe extrêmement diversifié à la fois sur le plan morphologique et au niveau des modes de vie, ayant colonisé la plupart des biotopes. Animaux au corps mou, non segmenté, généralement protégé par une coquille calcifiée. Grande importance économique : élevage d'huîtres et de moules, récoltes dans le milieu naturel de nombreux autres coquillages et céphalopodes (seiches, calmars,...). Les relations de parenté entre les différents groupes viennent d'être établies par des études moléculaires (2011).

**B8 : Aplacophores** (320 espèces actuelles décrites). Mollusques de petite taille, vermiformes et sans coquille.

**B9 : Polyplacophores** (900 espèces actuelles décrites) ou chitons ont une « coquille » formée de 8 plaques articulées.

**B10 : Monoplacophores** (15 espèces actuelles décrites). Espèces marines d'eau profondes. L'exemple type, *Neopilina galathea*, découvert en 1952, possède une coquille univalve et des structures répétées le long du corps.

**B11 : Céphalopodes** (800 espèces actuelles décrites). La tête et le pied transformé en tentacules, forment une seule entité à l'avant de l'animal. Ce sont des chasseurs actifs qui comprennent les poulpes, nautilus, seiches et calmars. Ce groupe comporte un grand nombre d'espèces fossiles (près de 11.000 décrites), les plus connues étant les Ammonites et les

Bélemnites. Ces groupes se sont beaucoup diversifiés au Paléozoïque et Mésozoïque et se sont éteints à la fin du Crétacé.

**Remarque 1 :** *les capacités cognitives des Céphalopodes sont depuis longtemps étudiées par les scientifiques. En effet, ils sont considérés comme les plus intelligents des invertébrés et comme un exemple de l'évolution cognitive. À ce jour, la pieuvre est le seul invertébré à avoir démontré sa capacité à faire usage d'outils. Les populations observées et les expériences menées en aquarium ont montré que les poulpes non seulement apprennent par eux-mêmes, mais aussi par l'observation de leurs congénères.*

**Remarque 2 :** *la vision et les yeux. Dans le monde animal, les yeux les plus simples sont tout juste capables de déceler la différence entre lumière et obscurité tandis que les yeux les plus complexes, comme l'œil humain, permettent de distinguer formes, couleurs et mouvements. Il existe deux grandes catégories d'yeux, apparues chacune de nombreuses fois **indépendamment** au cours de l'évolution. Les **yeux simples** ne possèdent qu'une chambre de photorécepteurs, et s'opposent en cela aux **yeux composés**. Les yeux simples incluent les ocelles des Gastéropodes et des Araignées par exemple, mais aussi les organes très évolués que sont les yeux de type chambre obscure des Vertébrés et des Céphalopodes. En effet les yeux des Céphalopodes sont construits sur le même principe que les nôtres, mais sont apparus **indépendamment**. Les yeux composés sont représentés par les yeux complexes à facettes des Arthropodes, surtout des insectes (jusqu'à 30.000 ommatidies chez certains Odonates), et étaient déjà présents il y a plus de 500 millions d'années. Ils sont également observables chez certains Annélides et Mollusques Lamellibranches.*

**B12 : Scaphopodes** (400 espèces actuelles décrites) ou dentales ont une coquille en forme de tube arqué ouvert aux 2 extrémités.

**B13 : Gastéropodes** (plus de 100.000 espèces actuelles décrites). Animaux à coquille d'une seule pièce d'une spectaculaire diversité, ils sont présents dans toutes les niches écologiques des milieux aquatiques. Ce sont aussi les seuls Mollusques ayant colonisé le milieu terrestre. Il faut noter que bon nombre d'espèces présentent une réduction de la coquille, qui peut même avoir totalement disparu (limaces, Nudibranches marins par exemple).

**Remarque :** *le Bernard l'Ermitte n'est pas un Mollusque, mais un Crustacé Décapode qui a élu domicile dans une coquille désaffectée !*

**B14 : Lamellibranches ou Bivalves** (12.000 espèces actuelles décrites). Ils ont une coquille formée de 2 valves mobiles et articulées au niveau d'une charnière et un mode de vie généralement sédentaire, souvent fixé.

**B15 : Cuticulates.** Animaux couverts d'une cuticule, recouvrant la couche la plus externe de cellules (l'épiderme). Cette cuticule, formée de plusieurs couches emboîtées, présente une structure complexe.

**B16 : Ecdysozoaires.** La croissance, discontinue, s'effectue par rejet périodique de l'ancienne cuticule plus ou moins rigide, à l'occasion de mues (*ecdysis* : mot grec signifiant *mue*).



**B17 : Nématodes** (25.000 espèces actuelles décrites, mais certaines estimations proposent plus d'un million d'espèces...). Vers ronds non segmentés, ils sont représentés par les nématodes du sol (très utiles à son équilibre), des espèces aquatiques et d'innombrables espèces parasites (ex l'ascaris).

*Remarque : Les Nématodes sont l'un des groupes qui comportent de nombreuses espèces parasites (au même titre que les Plathelminthes, les Acanthocéphales, les Gordiacés et les Arthropodes). Dans la mesure où souvent une espèce parasite est inféodée à un hôte spécifique, on peut extrapoler le nombre probable d'espèces de Nématodes dont beaucoup sont des parasites d'Arthropodes, ce qui a amené à proposer le chiffre faramineux de un million d'espèces ! Le monde des parasites n'est encore que très partiellement connu et peut nous réserver bien des surprises...*

**B18 : Panarthropodes.** Ce sont des animaux à squelette externe, segmentés et portant des appendices pairs à fonctions variées (nutrition, locomotion, ...).

**B19 : Tardigrades** (plus de 1000 espèces actuelles décrites) et **Onychophores** (160 espèces actuelles décrites). Les Tardigrades ou oursons d'eau sont de minuscules animaux aquatiques ou vivant dans les mousses qui ont une caractéristique étonnante : ils sont extrêmement résistants aux radiations, aux produits toxiques, à la dessiccation, au vide et aux températures extrêmes car ils ont la faculté d'entrer dans un état proche de la non-vie, durant lequel l'activité vitale devient presque indécélable. Les Onychophores sont des animaux vermiformes annelés terrestres.

**B20 : Euarthropodes** ou Arthropodes (plus d'un million d'espèces actuelles décrites). Phylum intégrant, et de loin, le plus grand nombre d'espèces et représentant la biomasse la plus importante sur Terre. Les Arthropodes sont présents dans tous les biotopes (sauf l'Antarctique) et sont avec les Vertébrés les grands colonisateurs du milieu terrestre. La surface du corps et les appendices sont recouverts de plaques rigides, articulées entre elles et formant un squelette externe. La locomotion se fait grâce à des pattes articulées, d'où le nom d'Arthropodes (du grec *arthron* = articulation, et *podos* = pied) Les Arthropodes sont classiquement subdivisés en 3 taxons : les **Trilobites**, les **Chélicérates** et les **Mandibulates**

**B21 : Trilobites.** Groupe de plus de 22.000 espèces, toutes fossiles qui ont disparu à la fin du Paléozoïque (ère primaire), il y a 250 millions d'années. Animaux marins caractérisés par un corps divisé longitudinalement en 3 parties (d'où l'appellation *trilobite* = *trois lobes*). Ils portent des antennes et de nombreux appendices locomoteurs.

**B22 : Chélicérates.** Ils sont caractérisés par l'absence d'antennes et la présence de 4 paires de pattes locomotrices. Les **chélicères** (pinces ou crochets) forment la première paire d'appendices au niveau de la tête. Ils comprennent les **Pycnogonides** et les **Mérostomes** (limules) marins, et un groupe terrestre, les **Arachnides** (75.000 espèces actuelles décrites) : araignées, scorpions et acariens.

**B23 : Mandibulates.** La tête porte une ou deux paires d'antennes suivies d'une paire de mandibules qui servent à prélever et à broyer les aliments.

**B24 : Myriapodes** (12.000 espèces actuelles décrites). Animaux terrestres possédant une paire d'antennes et de nombreux segments qui portent chacun une paire d'appendices (les mille-pattes)

**B25 : Pancrustacés.** Clade monophylétique fondé sur les phylogénies moléculaires, qui regroupe les Crustacés et les Hexapodes ou Insectes.

**B26 : Crustacés** (39.000 espèces actuelles décrites). Animaux essentiellement aquatiques possédant 2 paires d'antennes. Leur cycle de développement passe souvent par diverses formes larvaires planctoniques dont le premier stade, dit nauplius, est très caractéristique. En 2010 on démontre que les Crustacés sont un groupe **paraphylétique** puisque si l'on inclut leur ancêtre commun et tous ses descendants on y inclut les insectes !

**B27 : Hexapodes** (plus d'1.000.000 d'espèces actuelles décrites) : animaux terrestres dont le corps est divisé en 3 parties (tête, thorax et abdomen), et qui possèdent une paire d'antennes, 3 paires de pattes et généralement 2 paires d'ailes. Ce sont les 'Crustacés terrestres' !!

---

## INTRODUCTION AUX TIROIRS SUR LES INSECTES

### Les Insectes amétaboles

Croissance par mues successives durant toute la vie, les mues **se poursuivent durant le stade adulte**. Il n'y a pas de différence ni au niveau morphologique (sauf pour les pièces génitales), ni au niveau du mode de vie entre les larves et les adultes. Ces insectes sont **aptères** (absence d'ailes) et généralement de petite taille (*Lépismes* et ce genre de bestioles; les *Collemboles*, récemment séparés des Insectes entrent dans ce cas de figure).

### Les Insectes hétérométaboles

Ils effectuent une métamorphose "incomplète", en ce sens que l'on voit progressivement apparaître les ébauches des ailes au cours des stades larvaires. Leur métamorphose s'effectue généralement au cours **d'une seule mue** ou mue imaginale de laquelle émerge l'adulte (ou *imago*) qui a acquis sa taille définitive et **ne va plus muer**. Dans les hétérométaboles, on distingue encore les **paurométaboles** (*Hémiptères*, *Orthoptères*, etc)., dont les larves et adultes vivent dans le même milieu et les **hémimétaboles** (*Odonates*, *Ephéméroptères*, *Plécoptères*), qui changent de milieu à la mue adulte (ils passent d'une vie aquatique à une vie terrestre) ce qui implique un remaniement tissulaire plus important que chez les précédents. Les Ephéméroptères sont un peu à part car ils subissent une dernière mue entre un stade très semblable à l'*imago* (le *subimago*) et l'*imago*.

Pour plus de simplicité au long du texte, nous ne ferons pas la distinction entre les 2 sous-groupes et indiquerons simplement « hétérométaboles ».

### Les Insectes holométaboles

(du grec *holos* = tout entier, allusion à une transformation « totale » entre la larve et l'adulte)

Ils ont un développement en **3 étapes** : stade larvaire (en général 5 stades, sauf chez les Diptères supérieurs qui en ont 3), stade nymphal, stade adulte (ou imaginal). La métamorphose se réalise ainsi entre **deux mues successives**, faisant donc toujours apparaître un stade intermédiaire entre la larve et l'adulte. Chacune des 3 étapes se manifeste par une forme différente et souvent un mode de vie différent (ex. chenille > chrysalide > papillon). Au

cours du stade nymphal (chrysalide chez les papillons, pupes des mouches, entouré d'un cocon de soie chez divers groupes) l'insecte, généralement immobile, se métamorphose au cours d'un remaniement quasi-total de ses tissus et organes (*Diptères*, *Hyménoptères*, *Lépidoptères*, *Coléoptères*, etc).

---

## **TIROIR C**

### **C1 : Collembola**

8000 espèces actuelles décrites. Amétaboles. Petites tailles. Premiers fossiles au Dévonien vers -400 Ma.

Séparés récemment des insectes. Organismes hexapodes, petits, mous, aptères, aux yeux rudimentaires, aux pattes à moins de 5 articles. Caractérisés aussi par un organe de saut ventral (*furca*).

Petits animaux très abondants dans les matières végétales plus ou moins décomposées.

D'autres petits ordres voisins (Diplura, 1000 espèces, et Protura, 700 espèces) ont également été sortis des Insectes.

### **C2 : Insecta**

Plus d'un million d'espèces décrites, chiffre très en dessous de la réalité. Tailles (0,2 à plus de 300 mm), modes de développement (des hétéro- et holométaboles) et morphologies très variés. Connus depuis le Dévonien (vers -400 Ma).

Ils ont en commun une bouche équipée de mandibules et de divers organes buccaux bien développés et visibles, des yeux composés bien développés, des pattes à plus de 5 articles, des trachées respiratoires. Chez certains groupes très évolués certains de ces organes pourront être très modifiés (pièces buccales) ou manquer (ouvrières de fourmis aptères, absence d'yeux des cavernicoles)

### **C3. Zygentoma et Archeognatha**

Environ 400 + 500 espèces décrites. Tailles modestes (5-30mm). Amétaboles. Présents depuis le Dévonien.

Représentent les insectes les plus primitifs. Ils sont aptères (ailes absentes, d'où le nom souvent utilisé d' "Apterygota"), les yeux sont peu développés (Zygentoma) et le thorax mal individualisé. L'extrémité de leur abdomen porte trois longs appendices. Un exemple bien connu, les Lépismes ou "poissons d'argent", dont certaines espèces sont souvent trouvées dans les recoins humides de nos habitations.

### **C4. Pterygota**

On peut définir l'ensemble des autres insectes sous le nom de **Pterygota** qui signifie qu'ils sont munis d'ailes (ou du moins que leurs ancêtres l'étaient). Leur thorax est bien distinct (segments plus ou moins soudés) des autres parties de l'animal et bien développé (n'oublions pas qu'il contient la musculature des ailes et des pattes). Ils se reproduisent par copulation et ne muent plus quand ils ont atteint l'état adulte (voir cependant les Ephémères). Les ailes sont apparues au cours du Carbonifère (-350 Ma) ce qui fait des Insectes les premiers animaux volants, devant les Vertébrés (Ptérosaures, Oiseaux, Chauve-Souris) d'au moins 100 Ma.

### **C5. Ephemeroptera**

Ephémères, plus de 3000 espèces décrites. Tailles moyennes. Hétérométaboles. Premiers fossiles au Carbonifère moyen vers -320 Ma.

Caractères des ailes spécifiques: non repliables sur le corps, inégales, nervation spécifique. Les larves sont toujours aquatiques. Les adultes ont une durée de vie très courte, de quelques heures à quelques jours, des pièces buccales rudimentaires et ne se nourrissent pas. Une mue post-larvaire (*subimago* > *imago*) les distingue de tous les autres insectes.

*Remarque : La nervation des ailes est un caractère facile à observer et très utilisé en systématique pour distinguer les insectes, de l'ordre jusqu'à l'espèce... tant que ces ailes sont faciles à observer, ce qui exclut en particulier les Coléoptères. Le schéma des nervures peut être spécifique d'une espèce, d'un genre, d'une famille. Il peut être très rudimentaire chez de petites espèces ailées ou avoir régressé au fil de la régression des ailes (brachyptérisme fréquent dans de nombreux ordres). Inversement, il peut atteindre une grande complexité chez de grands insectes bons voiliers comme les Odonates pour lesquels la rigidité des ailes assurée par les nervures est vitale.*

### **C6. Odonata**

Odonates = Zygoptères et Anisoptères, environ 6000 espèces décrites). Grandes tailles (2 à plus de 15 cm). Hétérométaboles. Des formes primitives ancêtres ou cousines des Odonates actuels sont connues depuis le Carbonifère moyen vers -320 Ma ("libellules" fossiles de plus de 70 cm dans les schistes houillers de Commeny).

Les Odonates ont en commun avec les Ephémères leurs ailes non repliables et leurs larves aquatiques. Les larves et les adultes sont des prédateurs. A la différence des Ephémères ces derniers ont une durée de vie adulte longue et sont extrêmement actifs. La tête très mobile des larves porte des yeux très développés de même que des pièces buccales spécialisées (masque qui se projette en avant en se dépliant). L'émergence de l'adulte après la sortie des larves de l'eau laisse en place une exuvie typique de chaque espèce et très utilisée pour localiser et identifier les populations d'Odonates.

Deux grands groupes d'Odonates actuels: **Anisoptères** en général très robustes (Libellules à l'abdomen très large, Aeschnes...) et aux ailes horizontales au repos, et **Zygoptères** ("demoiselles"), plus graciles, à ailes dans le plan vertical au repos.

### **C7. Neoptera**

Cette division regroupe les plus grands ordres d'insectes en nombre d'espèces. Ils ont en commun des ailes repliables sur le corps au repos car articulées à l'épaule et des larves autant terrestres qu'aquatiques. Leurs ancêtres apparaissent dès le Carbonifère.

A ce stade les études moléculaires séparent d'un côté un groupe aux affinités certaines nommé "Orthoptéroïdes" ou **Polyneoptera** ; ces ordres sont tous hétérométaboles : des structures comme les ailes apparaissent sous la forme de moignons mais ne sont développés et fonctionnels que dans le stade ultime adulte.

L'autre groupe d'ordres d'insectes inclut d'une part les **Paraneoptera**, également hétérométaboles dont les Hémiptères forment la plus grande partie, d'autre part les Holométaboles dont la croissance est marquée par des stades très différents, stades larvaires, nymphe, enfin adulte qui émerge de la nymphe (voir plus haut).

### **C8. Plecoptera**

Perles, environ 2000 espèces plutôt discrètes, bien que parfois de bonne taille (jusqu'à 40 mm pour nos espèces locales). Hétérométaboles. Connues depuis le Permien, vers -280 Ma.

Ces insectes ont des ailes longues et de longueur égale pour les antérieures et les postérieures. Les larves sont aquatiques, omnivores ou détritivores le plus souvent. Les adultes fréquentent les végétaux des rives, volent peu et ont une durée de vie courte. A la différence de nombreux groupes d'insectes, les Perles sont plus fréquentes dans les eaux fraîches des régions

tempérées. Notons que ces insectes qui supportent très mal la pollution des cours d'eau sont de bons bio-indicateurs de leur état de propreté.

### **C9. Dermaptera**

Forficules ou Perce-oreilles ce qui n'est qu'une légende; environ 2800 espèces de tailles modestes (4-25 mm). Hétérométaboles. Premiers fossiles fin du Trias - début Jurassique environ -200 Ma.

Faciles à reconnaître à leurs cerques (pinces) à l'extrémité de l'abdomen. Ces organes servent à manipuler des proies, à se défendre, parfois à s'arrimer pendant la copulation. Chez les espèces ailées, les ailes antérieures sont courtes et sclérifiées (rappelant les élytres d'autres ordres), les ailes postérieures sont arrondies et repliées en éventail. Ils se nourrissent de matières animales et végétales et peuvent occasionnellement faire des dégâts dans les cultures.

### **C10. Orthoptera**

Criquets, Sauterelles, Grillons, Courtilières...; grand ensemble de plus de 22.000 espèces décrites (61 en Alsace), souvent de grande taille (jusqu'à 12 cm). Hétérométaboles. Présents au plus tard depuis la fin du Permien (-250 Ma).

Deux sous-groupes: **Caelifères** (Criquets, à antennes courtes) et **Ensifères** (Sauterelles, Grillons, Courtilières etc, à antennes longues et fines). La plupart possèdent des pattes postérieures allongées et robustes leur permettant de sauter. Inversement certaines espèces fouisseuses creusent leurs terriers avec leurs pattes antérieures aplaties et dentées (noter la convergence entre les Courtilières et des Vertébrés fouisseurs comme les Taupes).

Très caractéristique des Orthoptères: chant spécifique à chaque espèce permettant de "faire la cour" avant la copulation. Le son est produit par des organes spéciaux situés sur les pattes, les élytres, etc.

Enfin, les Orthoptères sont un bon exemple pour observer le développement d'insectes paurométaboles: les jeunes insectes, fréquents en début de saison, sont aptères et, chez les espèces ailées on peut facilement observer les ailes rudimentaires des derniers stades larvaires. Attention, les adultes de certaines espèces sont aptères ou possèdent des ailes modifiées (Ephippigères) et il n'est pas toujours facile dans ces cas de distinguer adultes et larves.

*Remarque : la production de son n'est pas limitée aux Orthoptères et autres Cigales et est apparue dans des lignées très variées d'insectes et par des mécanismes impliquant la modification de pièces anatomiques très diverses. Dans la plupart des ordres on trouve des espèces qui strident, y compris sous l'eau pour les Hémiptères aquatiques. Notre perception de ces sons est limitée par leur faible intensité ou leur émission dans des plages de fréquences qui ne sont pas accessibles à notre oreille.*

### **C11. Phasmatodea**

Phasmes, Bacilles et Phyllies; plus de 3000 espèces décrites en très grande majorité tropicales.

Les plus grands insectes appartiennent à ce groupe (Phasmes de plus de 30 cm).

Hétérométaboles. Certainement individualisés anciennement, mais très mal représentés par des fossiles avant le Crétacé.

Tous ces insectes se nourrissent de végétaux (phytophages) et souvent miment des branchettes (Phasmes) ou des feuilles (Phyllies). Ils complètent ce mimétisme par des mouvements lents ou par des postures feignant la mort.

**Remarque :** De très nombreux insectes se **défendent activement** en mordant, en se "déménant", en arrosant l'ennemi de sécrétions corrosives et toxiques produites par des glandes spécialisées localisées en divers points de leur corps (abdomen le plus souvent, thorax chez les Phasmes, etc). On oublie que les méthodes de **défense passives** sont également très efficaces. Dans tous les ordres d'insectes (et chez beaucoup d'autres animaux dont des Vertébrés) on observe des colorations cryptiques (mimant les couleurs et les motifs de leur environnement). Certains s'immobilisent (Phasmes mimant des branchettes) et positionnent leur pattes de façon désordonnée pour empêcher toute reconnaissance (Phasmes, Charançons). De très nombreux insectes pratiquent la chute réflexe comme moyen de "disparaître" en cas de menace et leur petite taille leur permet d'être indétectables dans la végétation basse, dans les feuilles mortes ou sur le sol.

**C12. Blattodea** (Blattes, Cafards; environ 4000 espèces décrites, de tailles moyennes, 2 à 65 mm). Hétérométaboles. Fossiles de précurseurs des Blattes abondants dès le Carbonifère vers -320 Ma.

Les Blattes, Termites et Mantres sont très proches (parfois regroupés en Dictyoptera) mais bien individualisés. Les données phylogéniques récentes suggèrent que les Termites (anciennement Isoptera) ne représentent qu'une des subdivisions des Blattodea. Leur évolution très particulière justifie cependant de les traiter à part des autres "cafards".

Antennes, yeux et pattes, souvent épineuses, sont bien développés. Les adultes sont souvent aplatis et leurs ailes antérieures sclérifiées en étui protecteur. Les oeufs sont groupés dans un étui protecteur, l'oothèque. Une bonne trentaine d'espèces devenues cosmopolites se rencontrent dans les habitations ("blattes", "cafards") - mais sont peu représentatives de l'ordre dont beaucoup d'espèces sont diurnes, arboricoles, cavernicoles etc. Rappelons qu'une série d'espèces méconnues bien que communes chez nous (et différentes de nos cafards domestiques) sont arboricoles ou fréquentent les litières forestières. Certaines espèces xylophages (se nourrissant de bois) ont un embryon de vie sociale et, comme les Termites, abritent des protozoaires qui aident leurs organes digestifs à dégrader la cellulose.

**C13. Ex-Isoptera** (famille ou groupe de familles très particulières au sein des Blattodea) Termites; plus de 2600 espèces décrites. Tailles modestes, moins de 20 mm sauf pour les femelles âgées des Termitidae dont l'abdomen est hypertrophié. Hétérométaboles. Différenciation récente, au Crétacé inférieur vers -140 Ma.

Les **Termites**, avec certains Hyménoptères, sont les seuls insectes ayant atteint le stade où on trouve des sociétés complexes à castes avec des insectes sexués, oculés et ailés, et des ouvrières et des soldats aptères, stériles et aux yeux absents ou réduits. La tête des soldats de certaines espèces portent diverses armes blanches (mandibules spécialisées) et des canons à sécrétions répulsives. Comme les Termites sont des Hétérométaboles, larves et adultes de la même caste (sauf les sexués) ont des rôles similaires. A la différence des sociétés d'Hyménoptères, les mâles survivent et accompagnent les femelles fondatrices (reines et rois). Le tube digestif des Termites est complexe et contient des microorganismes capables de métaboliser la cellulose pour les espèces se nourrissant de bois. L'échange de nourriture (trophallaxie) permet d' "ensemencer" les jeunes et les individus fraîchement mués. D'autres espèces se nourrissent de champignons et les cultivent - à mettre en parallèle avec les Fourmis du genre *Atta* qui ont également des jardins de champignons. Les colonies construisent des nids pérennes dans le vieux bois ou sous terre ou des constructions impressionnantes en terre mesurant jusqu'à 8 m de haut. Les Termites évitent la lumière et leurs réseaux de tunnels, en surface comme en profondeur, s'étend sur de grandes distances.

L'impact des Termites sur les écosystèmes tropicaux est majeur: recyclage à très grande échelle de toutes les matières ligneuses (bois morts mais aussi excréments de grands herbivores) avec minéralisation du carbone et humification des sols, terrassements considérables se comptant en millions de tonnes sur la durée dans les savanes africaines. Les Termites représentent 10% de la biomasse animale sous les tropiques, plus que l'ensemble des autres insectes et sont responsables de 2 à 5% de la production de méthane.

Si ce petit ordre est surtout connu du public par son impact sur le paysage et les écosystèmes dans les pays tropicaux, il se manifeste aussi à plus modeste échelle en Europe occidentale et méridionale. En effet, des Termites existent en Europe où *Reticulitermes santonensis* (côte centre-atlantique) est redouté. Dans sa région d'origine cette espèce vit dans les vieilles souches et le bois pourri en rase-campagne et craint le gel. Elle s'est acclimatée en ville (Ouest, région parisienne, etc) où elle s'attaque aux vieilles charpentes et planchers, vieux papiers et livres. Elle est favorisée par une relative humidité et la protection contre le gel, et donc les hivers froids et la sécheresse créée par le chauffage central ne lui sont pas favorables - heureusement pour nous.

#### **C14. Mantodea**

Mantes; environ 2300 espèces entre 10 et 150 mm, presque uniquement tropicales; une seule espèce en Alsace ! Hétérométaboles. Les premiers fossiles datent du Crétacé inférieur (vers - 140 Ma).

Tête petite, très mobile, à grands yeux, pattes antérieures ravisseuses et chasse à l'affût, souvent aidée par un mimétisme (morphologie et couleur) avec des branchettes, des feuilles ou des fleurs. Comme chez les Blattes, les oeufs sont déposés dans une oothèque formée d'une mousse durcissant à l'air (genre mousse polyuréthane !). Le mâle, toujours nettement plus petit que la femelle, est parfois consommé pendant ou après la copulation (alors que ces derniers font souvent une cour assez élaborée à la dame...).

*Remarque : les pattes ravisseuses sont apparues indépendamment dans de nombreuses lignées animales, en particulier chez les insectes: Mantispidae (Neuroptera), Héteroptères terrestres et aquatiques, Hyménoptères Dryinidae. Leur élaboration implique le plus souvent "cuisse (fémur)" et "jambe (tibia)" mais parfois des éléments du tarse - ce qui n'est pas sans rappeler l'origine du pouce des Pandas créé par l'allongement d'un os au niveau du poignet). On peut évoquer aussi les organes proches que sont les pinces, apparues dans divers groupes d'Arthropodes par modification des articles des pattes. Tout ce qui précède concerne les pattes antérieures, mais les Sagra (Coléoptères Chrysomelidae) possèdent des pattes postérieures semblables, renflées et armées, servant à se défendre en maîtrisant un agresseur.*

**C15. Paraneoptera:** regroupement d'ordres d'Insectes dont certains ont évolué vers l'obtention de pièces buccales en rostre suceur (attention aux convergences avec les pièces buccales de nombreux Hyménoptères ou Lépidoptères, au développement bien différent par ailleurs); développement larvaire analogue à celui des groupes précédents.

#### **C16. Psocoptera**

Psoques; environ 6000 espèces plutôt discrètes, de petites tailles - au plus 10 mm. Hétérométaboles. Premiers fossiles probables au Jurassique supérieur (-150 Ma). Sous les écorces, dans les détritits végétaux ou les champignons qui les nourrissent. Une seule espèce est bien connue, le "pou des livres" (*Liposcelis entomophilus*), insecte minuscule, aptère, aveugle et dépigmenté, qui peut détériorer des livres ou des collections d'insectes.

### C17. Phthiraptera

Poux; environ 5000 espèces de petites tailles, très spécialisées. Hétérométaboles. Pas de fossiles bien attestés avant le Tertiaire... ce qui est peu significatif, leurs hôtes, les Vertébrés, ne nous ayant légué le plus souvent que leurs os.

Ectoparasites aptères, aplatis, à yeux rudimentaires ou absents, aux pattes terminées par de fortes griffes pour s'accrocher aux poils ou aux plumes. Parasitent tous les Oiseaux et la plupart des Mammifères (sauf les chauves-souris, ce qui ne veut pas dire qu'elles n'ont pas leurs parasites à elles..., et les Cétacés dépourvus de fourrure, mais on en trouve dans celle des Phoques !) où ils se nourrissent, suivant les groupes, de sang, de la peau, ou de plumes. Plus spécialisées que les puces, la plupart des espèces parasitent un hôte ou un groupe d'espèces précis. La coévolution fréquente Poux-hôtes (oiseaux, mammifères) a pu être démontrée.

*Remarque : Les animaux parasites sont décrits comme endoparasites lorsqu'ils se développent à l'intérieur du corps de l'hôte, ou ectoparasites lorsqu'ils se développent sur -ou plus ou moins dans- la peau, dans la fourrure, la chevelure. Parmi ces derniers on trouve de nombreux Arthropodes, mais attention, les Punaises de lit, les Poux, les Morpions et les Puces sont des Insectes, tandis que les Tiques et autres Acariens sont des Arachnides.*

### C18. Thysanoptera

Thrips; environ 5500 espèces de petites tailles (0,5 à 15 mm). Développement intermédiaire entre hétéro- et holométabole. Les premiers stades larvaires montrent un développement progressif vers des formes ressemblant aux adultes mais sans ailes et organes génitaux comme chez les hétérométaboles. Cependant, les derniers stades (2 ou 3) sont immobiles et on observe une réorganisation significative des tissus. Les premiers vrais Thrips sont connus dès le Trias (-220 Ma).

Petits suceurs (végétaux, champignons) rarement prédateurs, mais connus car ils peuvent poser des problèmes en cas de pullulations sur des plantes-hôtes cultivées. Quelques lignées ont évolué vers des sociétés rudimentaires (soins parentaux, présence d'une caste de soldats).

*Remarque : se souvenir qu'il y a de nombreux intermédiaires entre l'individualisme forcené de la plupart des Coléoptères et les sociétés complexes trouvées chez les Isoptères (Termites) et les Hyménoptères (Fourmis, Abeilles, Guêpes, etc). On trouve dans divers ordres d'insectes des soins parentaux (Nécrophores, certaines Punaises et "cafards"), des regroupements de larves ou d'adultes à des fins défensives (Hyménoptères Symphytes), des ébauches de sociétés (Coléoptères Passalidae) avec soldats comme chez certains Thrips. On retrouve la même tendance chez certaines araignées sociales (une vingtaine d'espèces... dans 8 familles différentes sur les quelques 40.000 espèces décrites), des Opilions, et des Crustacés (...autres que les Insectes). Enfin soyons modestes et n'oublions pas que le seul et unique Vertébré qui a créé des sociétés complexes est Homo sapiens...*

### C19. Hemiptera

Pucerons, Cigales, Cicadelles, Fulgores, Psylles, Cochenilles...; près de 100.000 espèces décrites, le groupe le plus important en espèces parmi les Hétérométaboles. Tailles très variables, mais parfois grandes (Cigales de près de 20 cm d'envergure). Les premiers insectes fossiles précurseurs des Hémiptères sont connus dès le Permien (au plus tard -250 Ma). Tous ont les pièces buccales modifiées en **rostre** suceur. L'ordre était traditionnellement divisé en 2 sous-ordres, Heteroptera et Homoptera. Cette dernière subdivision s'est révélée



inadéquate et est actuellement divisée en au moins 3 groupes: Cicadomorpha (Cigales, Cicadelles), Fulgoromorpha essentiellement tropicaux, Sternorrhyncha (Aphides = "puccerons", Psylles...).

Les **Hétéroptères** (= **Punaises** "classiques") ont les ailes antérieures partiellement sclérifiées (hémélytres), la seconde paire membraneuse, les antennes longues et robustes chez les formes terrestres, des pattes natatoires modifiées et parfois des siphons respiratoires chez les formes aquatiques. La plupart des Hétéroptères possèdent des glandes abdominales qui sécrètent des produits (mal)odorants. Près de 40.000 espèces ont été décrites, souvent de bonne taille, dont 4000 aquatiques. Parmi ces dernières on trouve les très rares insectes qui habitent le milieu marin. Les Hétéroptères sont en majorité phytophages, leur rostre suceur leur servant à ponctionner les végétaux (tiges, feuilles, graines) ou à s'attaquer à de petits invertébrés ou des Vertébrés (comme chez les Réduves, et de nombreux Hétéroptères aquatiques à pattes ravisseuses).

Les ex-Homoptères ont en commun des ailes membraneuses, des antennes courtes et fines et un régime phytophage. Citons les **Cigales** (grande taille, développement souterrain très long, chant typique de chaque espèce comme chez les Orthoptères), les **Cicadelles** (souvent très colorées, pattes sauteuses), les **Puccerons** (pullulations et problèmes de dégâts sur les végétaux, cycles complexes avec succession de formes sexuées et parthénogénétiques), les **Cochenilles** (reconnaissables à leur bouclier ciréux de protection), les **Psylles**. Les Psylles sont peu connues, mais pourraient le devenir (si on est optimiste !). En effet, une espèce de Psylle est actuellement élevée et relâchée en Europe pour tenter de contrôler une plante envahissante particulièrement crainte, la Renouée géante (*Fallopia japonica*), en espérant que les piqûres nutritionnelles des insectes affaibliront et peut-être éradiqueront la plante. Cette démarche est identique à celle employée en Australie pour contrôler les Oponces (Cactacées) en introduisant une Cochenille (Hémiptère aussi) américaine (comme toutes les Cactacées).

## C20. Holométaboles

Cette division inclut les ordres les plus importants en nombre d'espèces (Coléoptères, Hyménoptères, Lépidoptères, Diptères).

Les larves sont très différentes des adultes, morphologiquement très peu différenciées au sein de groupes importants (exemple: toutes les larves de Scarabaeidae, très grande famille de Coléoptères ont le faciès bien connu de "vers-blancs") et ont un régime alimentaire parfois très différent de celui des adultes (Puces, nombreux Coléoptères, Lépidoptères...). Leurs appendices (pattes, antennes) sont en général rudimentaires ou absents. Une phase souvent immobile (nymphe), ne se nourrissant pas, précède le stade adulte et donne lieu à une restructuration totale de l'animal par ce qu'on appelle une métamorphose (tous les organes sont remaniés, différenciation des ailes, de l'appareil génital, etc).

## C21. Hymenoptera

Hyménoptères = Abeilles, Guêpes, Fourmis, "mouches à scies", etc....; plus de 115.000 espèces décrites, dont 9500 pour les seules Fourmis). Tailles très variables de 0,15 mm (les plus petits insectes connus sont des "guêpes" se développant dans les oeufs d'autres insectes) à 120 mm. Holométaboles. On estime que l'origine des principales lignées d'Hyménoptères se situe au Trias et au Jurassique (autour de -200 Ma) tandis que l'explosion des Apocrites (voir ci-dessous) est plus tardive (Crétacé -150 à -100 Ma) et est contemporaine de celle des plantes à fleurs.

Deux sous-ordres: **Symphytes** ou "mouches à scies" sans constriction à la base de l'abdomen et **Apocrites** où les segments 1, parfois 2, de l'abdomen forment un pétiole étroit (Abeilles,

Guêpes, Fourmis par exemple). Si les Apocrites sont monophylétiques, ce n'est pas le cas des Symphytes (distinction cependant très commode !) qui sont paraphylétiques car n'incluant pas tous les descendants d'un ancêtre unique (manquent... les Apocrites).

Les larves sont phytophages, munies de pattes et ont l'allure de chenilles (Symphytes) ou sont apodes (absence de pattes) et présentent des grandes variations de formes, y compris au cours du développement, et de régimes alimentaires (Apocrites parasitoïdes, prédateurs, phytophages plus ou moins spécialisés).

Les adultes possèdent deux paires d'ailes qui sont "couplées" par de petits crochets (hamuli portés par les ailes postérieures et s'accrochant à la marge des ailes antérieures) ce qui a fait dire qu'ils volent... comme des mouches lesquelles n'ont qu'une paire d'ailes. Ils possèdent aussi un ovipositeur servant à percer des matières variées (tissus végétaux vivants, bois pourri et autres matières végétales, cuticule de chenilles, etc). Cet ovipositeur est modifié en aiguillon couplé à une glande à venin chez les Aculéates pour l'attaque comme la défense. Ce dernier groupe inclut de nombreux Hyménoptères bien connus, et les familles des Apidae et des Vespidae ("abeilles" et "guêpes" au sens large), de même que les Chrysididae aux couleurs métalliques en font partie. La majorité des espèces d'Apocrites sont parasitoïdes et hyperparasitoïdes (et il en reste certainement encore de très nombreuses à découvrir). Ils s'attaquent à d'innombrables larves et oeufs de tous les ordres d'insectes, Hyménoptères compris bien sûr. De même de nombreuses espèces pondent dans des tissus végétaux vivants et l'activité de la larve déclenche la formation de galles caractéristiques sur les feuilles, les tiges ou les inflorescences.

***Remarque** : un parasite exploite sans scrupules son hôte mais ne le tue pas; un parasitoïde, comme c'est le cas pour de très nombreux Hyménoptères, le tue au passage...; il pond dans les oeufs ou les larves de son hôte et ses propres larves dévorent leur victime de l'intérieur; l'hyperparasitoïde joue le même rôle vis-à-vis du parasitoïde.*

Plusieurs groupes d'Hyménoptères ont développé, comme pour les Termites, des structures sociales complexes: on les trouve chez les Apidae (abeilles = *Apis* et genres proches comme les *Bombus* = bourdons), les Vespidae (*Vespa* = frelon, *Vespula* et *Polistes* = "guêpes" etc) et surtout les Formicidae (Fourmis) qui sont **toutes** sociales. Une caractéristique de ces sociétés est l'existence de **castes**:

- ouvrières = femelles non-reproductrices parfois de plusieurs modèles suivant leur job (soldats, ouvrières majors et minors), toujours aptères chez les Fourmis;
- insectes sexués ailés: mâles à pièces buccales rudimentaires et à durée de vie très courte (vol nuptial et copulation); femelles fécondées (reines) pouvant vivre jusqu'à une vingtaine d'années tout en pondant chez les Fourmis; selon les espèces de Fourmis une ou plusieurs reines assurent la pérennité du nid.

Leurs nids plus ou moins complexes sont annuels (Vespidae) ou pérennes (certains Apidae, Formicidae).

Notons au passage, les **analogies** avec les Termites (nombreuses sociétés à castes, pérennes, construction de nids de grande taille, comme les dômes de *Formica* rousses ou les énormes nids souterrains des *Atta* cultivatrices de champignons, les grands nids des Frelons arboricoles), mais aussi des **différences** importantes: rôle mineur des mâles, élevage du couvain formé de larves apodes, totalement dépendantes et très vulnérables, et phase nymphale immobile (avec ou sans cocon), ce qui implique le nourrissage des larves par les ouvrières et la spécialisation de certaines parties du nid.

## C22. Mecoptera

Panorpes; environ 550 espèces décrites. Tailles petites à moyennes. Holométaboles. Fossiles dès le Jurassique (-200 Ma).

Ces insectes sont souvent appelés "mouches-scorpions" (ce qui est à peu près aussi crétin que d'appeler des Pachypodium - des Apocynaceae comme les Pervenches - palmier-cactus...), ceci en raison de l'extrémité de l'abdomen des mâles ressemblant à l'organe piqueur des Scorpions (en fait l'organe génital mâle, rien à voir...). La tête est prolongée par un rostre allongé au bout duquel se trouvent les pièces buccales. Larves et adultes sont des prédateurs (de Pucerons, Diptères), ou des saprophages (consommation de matières organiques végétales ou animales en décomposition).

Un insecte local, *Boreus* (Boreidae), a la particularité d'être actif en plein hiver ("snow-fleas", les "puces de neige" des anglophones) et vit dans les mousses. Des études moléculaires récentes montrent que parmi nos insectes les Boréidés sont effectivement les plus proches parents des "vraies puces" ou Siphonaptera ci-dessous - (prémonitoire !) : ce sont en fait des groupes frères. A l'heure actuelle on pense que les Mécoptères ne sont un groupe monophylétique que s'ils incluent les puces jusque là considérées comme un ordre indépendant.

*Remarque : l'usage de noms dits "vernaculaires" est souvent très fâcheux. En effet, seul un petit nombre de ces noms correspond à une espèce, à un groupe d'espèces jusqu'à un ordre précis. "Scarabée", dans l'usage courant, peut désigner le Scarabée sacré rouleur de boules d'excrément (Scarabaeus sacer), les diverses espèces du genre Scarabaeus, très proches, .... et jusqu'à l'ensemble des 350.000 espèces de Coléoptères ! De nombreux noms vernaculaires ont d'ailleurs été créés de toute pièce par traduction plus ou moins fidèle des noms scientifiques sans qu'aucun usage réel ne soit attesté. Cette démarche ne serait que ridicule si on ne déplorait pas régulièrement les dangers résultant de traductions successives amenant à des cafouillages et des contre-sens consternants. Dans le doute, il est prudent de se référer systématiquement aux noms scientifiques qui désignent précisément des espèces, genres, familles, etc (abusivement appelés "noms latins" car leurs racines sont souvent grecques, quand elles ne sont pas anglaises ou chinoises; certaines formes francisées sont acceptables). Ils sont univoques car clairement définis par un auteur et une date permettant de toujours se référer à la définition d'origine. N'oublions pas que le nom de l'auteur et la date de description d'une espèce ou de création d'une nouvelle division supraspécifique (genre, famille) font partie du nom scientifique.*

## C23. Siphonaptera

Puces (probablement incluses dans l'ordre des Mecoptera); environ 2600 espèces décrites. Tailles petites, mais sans corrélation avec la taille de l'hôte, car les nids de Taupes abritent notre plus grande espèce. Holométaboles. Traces fossiles bien maigres ce qui était prévisible, mais dès le Jurassique.

Insectes piqueurs de Vertébrés, très spécialisés. Leur morphologie est très spéciale: pièces buccales très modifiées, aptères, cuirassés et comprimés latéralement, couverts de peignes d'épines et de soies, pattes postérieures permettant le saut, yeux réduits à nuls. Les Puces s'attaquent principalement aux mammifères, plus rarement aux oiseaux, parfois à un seul hôte, mais le plus souvent à un groupe d'espèces, un seul hôte pouvant héberger une série d'espèces différentes, plus de 3 dans les nids de nos taupes, bien plus chez certains rongeurs. Elles sont les vecteurs de plusieurs maladies dont la peste. Leur larves vivent très différemment et se nourrissent de débris de peau de l'hôte dans sa tanière (terriers, habitations humaines etc).

## C24. Diptera

Moustiques, Taons, Mouches....; environ 150.000 espèces décrites. Tailles petites à moyennes (jusqu'à quelques cm). Holométaboles. Nombreuses lignées présentes dès le Jurassique (-150 Ma) mais successions de radiations au cours du Crétacé et du Tertiaire.

Caractérisés par une seule paire d'ailes mésothoraciques (sur le 2<sup>e</sup> segment); le métathorax (= 3<sup>e</sup> segment) porte une paire de petits organes allongés les "haltères" ou "balanciers" formés par la réduction des ailes postérieures.

Deux divisions commodes: **Nématocères** (paraphylétique) plus graciles à antennes et pattes fines et allongées (Moustiques, Tipules, etc) et **Brachycères** plus trapus et robustes (Mouches, etc). Leurs développements larvaires, extrêmement variés, s'effectuent aussi bien dans l'eau ou la boue (nombreux Nématocères; les Diptères aquatiques représentent le plus grand groupe d'insectes de ce milieu avec plus de 13.000 espèces) que dans des milieux plus secs (matières végétales et animales, hôtes parasités). L'hématophagie est fréquente (Moustiques, Taons) et même obligatoire pour la maturation sexuelle et la reproduction. Les pièces buccales des adultes sont modifiées pour piquer ou sucer. Les larves des Diptères sont apodes et à capsule céphalique souvent absente ("asticots" bien connus).

L'impact sanitaire et économique des Diptères est très important, par exemple plusieurs milliers d'espèces ont un intérêt médical ou vétérinaire. Ils sont vecteurs de nombreuses maladies humaines (paludisme, maladie du sommeil, fièvre jaune, dengue) et animales (ex fièvre catarrhale du bétail), consomment des végétaux avec formation de galles (Cécidomyidés), ou parasitent le bétail (Oestres). Et n'oublions surtout pas que la Drosophile (Brachycère Drosophilidé) est un des principaux modèles expérimentaux en biologie.

## C25. Trichoptera

Phryganes; environ 13.000 espèces décrites. Tailles petites à moyennes. Holométaboles. Se différencient au Jurassique comme les Lépidoptères.

Groupe frère des Lépidoptères, les Phryganes sont peu spectaculaires au stade adulte et ressemblent à certaines Noctuelles velues à antennes longues et fines. Elles sont surtout connues par leurs larves au développement le plus souvent aquatique. Les larves de nombreuses espèces construisent des fourreaux caractéristiques en utilisant des fragments de végétaux, des grains de sable, des gravillons, les coquilles de petits escargots, ou, faute de mieux des fragments de métal ou des pierres précieuses que leur proposent les bijoutiers. Les éléments du fourreau sont collés par de la soie. D'autres larves sont libres ou s'abritent dans des constructions en soie. Elles sont phytophages, détritivores (consomment des petites particules organiques présentes dans l'eau ou les litières) ou prédatrices.

## C26. Lepidoptera

Papillons; environ 160.000 espèces décrites. Tailles de petites à très grandes (quelques mm à 30 cm). Holométaboles. Fossiles depuis le Jurassique.

Ces insectes ont en commun de grandes ailes couvertes d'écailles et des pièces buccales modifiées en trompe enroulable, sauf chez les espèces les plus primitives (Hépiques) qui ont conservé des mandibules. Les adultes se nourrissent de nectar et autres sécrétions de végétaux, de miellat, de même qu'ils sucent parfois des matières animales (excréments etc) pour récupérer des composés azotés. Aucun cependant ne perce les tissus végétaux pour pomper la sève comme les Hémiptères. Leurs larves, les vraies chenilles, ont une tête protégée par une capsule céphalique dure, 3 paires de pattes thoraciques mais également des pseudo-pattes sur certains segments abdominaux. Ce sont les principaux insectes phytophages (chenilles défoliantes), quelques espèces sont prédatrices, d'autres ("mites" et "teignes") se nourrissent d'autres matières végétales ou animales (matières amylacées, reliefs animaux secs, champignons). Les chenilles sont souvent mimétiques, ou, au contraire, exhibent des couleurs

vives d'avertissement pour signaler à des prédateurs potentiels leur toxicité. De nombreuses espèces possèdent des glandes à soie leur permettant de construire un cocon protégeant la nymphe, mais les diurnes ont des chrysalides nues comme les pupes de Diptères. Traditionnellement on distinguait les Papillons diurnes à ailes verticales au repos et les nocturnes aux ailes reposant dans le plan horizontal. Cette séparation souffre cependant de nombreuses exceptions et, pour ne rien arranger, rend très mal compte de la phylogénie.

*Remarque : la production de soie ne se limite pas... au ver à soie, larve du Bombyx du Murier. De très nombreux Arthropodes ont des glandes séricigènes et utilisent ce textile pour leurs cocons nymphaux (très nombreux insectes), la construction de nids ou d'abris larvaires (Fourmis, larves de Phryganes, entre autres) ou de pièges (Araignées, certaines larves de Trichoptères).*

### **C27. Neuroptera, Raphidioptera, Megaloptera**

Névroptères, Raphidioptères et Mégaloptères; respectivement environ 6500, 200 et 300 espèces décrites. Tailles parfois grandes et grande envergure alaire (Névroptères comme les Fourmilions, Mégaloptères comme les Corydales dont les mâles portent des mandibules démesurées). Holométaboles. Ces groupes se différencient dès le Trias (-250 Ma). Ces trois petits ordres sont proches des Coléoptères - mais leur ressemblent bien peu ! Seuls les **Névroptères** sont largement connus car les Fourmilions et les Chrysopes en font partie. Les adultes des Fourmilions, comme d'autres Névroptères, ressemblent superficiellement à des Odonates, mais les larves sont des prédatrices spécialisées dans les Fourmis. Elles les piègent au fond d'entonnoirs creusées dans le sable en les "matraquant" de jets de grains de sable jusqu'à ce que la victime soit à la portée de leurs redoutables mandibules. Les larves des autres Névroptères sont aussi des prédatrices spécialisées, comme celles des Chrysopes se nourrissant de Pucerons, celles des Mantispidés d'oeufs d'Araignées. Chez les Ascalaphidae les adultes jaunes et noirs au vol lent sont souvent confondus avec des Papillons. Les Mantispidés ont des pattes ravisseuses et une allure rappelant de façon étonnante les Mantes et c'est un des plus beaux cas de convergence chez les insectes.

**C28. Coleoptera** (Coléoptères (éviter, si possible, le terme "scarabée", voir plus haut); plus de 350.000 espèces décrites pour au moins 200 familles dont des dizaines ne seront même pas évoquées plus loin...). Tailles de minuscules à très grandes, 0,25 mm à 20 cm, et très lourdes, jusqu'à 100 g pour les Goliaths (Scarabaeidae). Holométaboles. Les premiers fossiles reconnaissables comme Coléoptères datent du Permien inférieur (vers - 280 Ma).

Si les Coléoptères sont actuellement l'ordre le plus important du règne animal en termes d'espèces décrites (une espèce animale sur 4 est un Coléoptère), leur plan de base est conservé de façon très fidèle dans tout l'ordre. Les études récentes confirment que leur succès est essentiellement dû à un taux de survie important des lignées apparues au cours des temps géologiques (dès le Jurassique pour la plupart des groupes actuels) et à une grande efficacité pour occuper toutes les niches qui leur sont offertes. Ceci est sensiblement différent du cas des Hyménoptères qui montrent une diversification rapide, mais plus récente, liée à celles des plantes à fleurs.

Les Coléoptères possèdent 2 ailes antérieures sclérifiées (élytres), plus ou moins dures, servant d'étui protecteur à la deuxième paire d'ailes, membraneuses, et à l'abdomen. Les antennes sont de 11 articles, très rarement plus, parfois moins par fusion d'articles. Les larves, de formes très variées, sont très différentes des adultes, possèdent 6 pattes ou sont apodes, sont dépourvues de fausses-pattes et presque toujours de glandes à soie.

## TIROIR D

### D1. Adephaga

Plus de 40.000 espèces décrites.

Se distinguent de l'autre grande division de base des Coléoptères, les Polyphaga par des caractères anatomiques plutôt discrets (particularités des pièces buccales, glandes "pygidiales" défensives à l'extrémité de l'abdomen, structure des hanches postérieures qui recouvrent le premier segment abdominal), mais les familles qui composent les Adephaga sont faciles à reconnaître même pour un débutant. Presque tous prédateurs, terrestres ou aquatiques.

*Remarque : Les premiers naturalistes modernes, Linné et ses successeurs, qui ont tenté dès le XVIIIe siècle de classer les insectes, étaient évidemment bien moins armés que nous ne le sommes. Sans même parler des aspects moléculaires, très récents, il a fallu d'innombrables observations, sur plus de 2 siècles, pour comprendre les détails de leur anatomie et de leur développement, ou pour collecter et interpréter le matériel fossile. Il est d'autant plus remarquable que de nombreuses divisions proposées dès le départ sur un "air de famille" tiennent toujours la route sur des critères moléculaires, en particulier chez les Coléoptères. Plus encore, ces mêmes critères ont invalidé certains bouleversements fâcheux de la systématique, parfois assez récents, mais seulement fondés sur des caractères anatomiques non appropriés.*

### D2. Adephaga terrestres ou Geadephaga

Plus de 35.000 espèces décrites ( $\geq 367$  espèces en Alsace, dont 15 pour le genre *Carabus*). Tailles très variables (1 à 80 mm). Fossiles dès la fin du Trias (- 220 Ma).

La famille des Carabidae représente la quasi-totalité de Geadephaga. La plupart sont des prédateurs à la démarche rapide, occupant tous les terrains depuis les côtes, dans les fentes des rochers en zone intertidale, aux plus hautes montagnes au bord des névés. De nombreuses espèces sont ripicoles (vivent en bordure des cours d'eau), d'autres arboricoles, certaines très spécialisées (aptères, dépigmentées, aux appendices démesurés) occupent les grottes. Les Carabes (genre *Carabus*, 20-40 mm pour nos espèces) aux couleurs métalliques sont les plus connus et chassent des mollusques. Les Cicindèles chassent au vol dans les espaces découverts (plages, chemins). Certains, surtout dans la sous-famille des Harpalinae, ont glissé vers la phytophagie et peuvent s'attaquer aux céréales (*Zabrus*). Les glandes pygidiales leur servent de mécanisme de défense (jets acides et corrosifs) et ont évolué de façon extraordinaire chez les bombardiers (*Brachynus* et genres voisins). Leurs glandes sécrètent un mélange explosif éjecté avec bruit et nuage ! Enfin une série d'espèces sont parasites de Fourmis (Paussinae).

### D3. Adephaga aquatiques ou Hydradephaga

Plus de 5500 espèces décrites. Tailles petites à moyennes (1 à 50 mm). Fossiles rencontrés dès la fin du Trias (- 220 Ma).

Une famille, les Dytiscidae (Dytiques;  $\geq 93$  espèces en Alsace), est largement majoritaire. Larves et adultes sont des prédateurs très actifs. Les adultes sont bien profilés pour la nage rapide mais doivent remonter régulièrement à la surface pour emmagasiner de l'air sous leurs élytres.

Les Gyrinidae (Gyrins;  $\geq 4$  espèces en Alsace) sont aussi bien connus car ils nagent et chassent en tourbillonnant à la surface des pièces d'eau et possèdent des yeux dédoublés pour voir au-dessus et en-dessous de la surface simultanément. Les espèces de la petite famille des Haliplidae ( $\geq 14$  espèces en Alsace) sont au contraire phytophages.

#### **D4. Polyphaga**

Regroupe près de 90% des Coléoptères; monophylétique mais s'est diversifié de façon remarquable, à la différence des Adepaha.

#### **D5. Histeroidea**

Environ 4000 espèces décrites;  $\geq 57$  espèces en Alsace. Tailles modestes (1 à 20 mm).

La plupart des espèces font partie de la famille des Histeridae (Escarbots), insectes en général très sclérifiés, trapus, sombres. Prédateurs qui chassent souvent dans les matières végétales et animales en décomposition (champignons, charognes). De nombreux Histeridae sont nidicoles (terriers de mammifères, nids d'oiseaux) ou commensaux d'insectes sociaux comme les Fourmis.

#### **D6. Scarabaeoidea**

Plus de 30.000 espèces décrites;  $\geq 122$  espèces en Alsace.

Plusieurs grandes familles, dont les plus connues sont les Scarabaeidae et les Lucanidae (voir tiroir suivant). La phylogénie de détail n'est pas encore "débrouillée" mais c'est une des familles dont les espèces sont les mieux inventoriées et décrites. Leur taille avantageuse, leur aspect flatteur (couleurs, morphologie) et leurs moeurs intéressantes ne sont pas étrangers à la bonne connaissance des Scarabéidés.

#### **D7. Staphyliniformia**

Une fois "écartées" les deux superfamilles précédentes, restent 4 grandes branches au sein des Polyphaga. L'une d'elles comprend une superfamille bien individualisée, les Hydrophiloidea, et un ensemble considérable centré sur les Staphylinidae mais dont les affinités et les subdivisions restent à éclaircir dans le détail. Les Staphyliniformia ont en commun un mécanisme (apparenté à un ressort) pour plier et déplier leurs ailes, action qui est aidée par l'abdomen très mobile des espèces à élytres très courts chez le Staphylinidae.

#### **D8. Hydrophiloidea**

Environ 4000 espèces décrites. Tailles petites à moyennes.

Une famille domine ce groupe, les Hydrophilidae ( $\geq 81$  espèces en Alsace) qui peuvent atteindre une grande taille (*Hydrophilus*). Contrairement à ce que suggère leur nom beaucoup d'Hydrophilidae sont terrestres. Ils sont nombreux dans les eaux stagnantes mais de médiocres nageurs comparés aux Dytiscidae. Les adultes des espèces terrestres peuvent être coprophages (excréments) ou saprophages (végétaux en décomposition), tandis que les larves sont souvent prédatrices.

#### **D9. Staphylinidae** au sens large (plus de 50.000 espèces décrites)

Très grande famille aux limites floues dans la mesure où, d'un spécialiste à l'autre, plusieurs petites familles sont incorporées ou non au sein des Staphylinidae. Seuls les Curculionidae et Chrysomelidae sont plus nombreux (en espèces décrites) à l'échelle mondiale. Les Staphylinidae sont même la famille comportant le plus d'espèces dans nos régions d'Europe moyenne (860 espèces déjà observées en Alsace, certainement plus de 1000 présentes).

Compte tenu des difficultés d'étude de cette famille et du petit nombre de spécialistes (conséquence logique...), on pense que la proportion d'espèces à découvrir est certainement considérable et qu'il s'agit probablement de la plus importante famille d'insectes. Tailles très variables (0,5 à 50 mm). Le plus ancien fossile de Polyphaga est un Staphylin du Trias (-220 Ma).

Les Staphylins sont caractérisés, pour la très grande majorité, par des élytres courts, les ailes étant repliées dessous au repos; en position de défense l'abdomen est relevé (grandes espèces parfois appelées "diables" car on observe des glandes anales qui projettent un liquide corrosif). Les régimes alimentaires sont les plus variés pour une même famille de Coléoptères: nombreux prédateurs chez les grandes espèces (jusqu'à 50 mm), phytophages et saprophages, parasites de pupes de diptères, commensaux d'animaux très variés (terriers et nids de vertébrés, fourmilières, termitières, etc.).

Une sous-famille (ex-famille) est plus spécialisée, les Silphinae. Ce sont de grandes espèces à élytres longs, nécrophages, comme les Nécrophores (*Nicrophorus*) qui enterrent des petits cadavres, les façonnent en petites masses dans lesquelles ils pondent leurs oeufs. L'efficacité de cette opération (mandibules et pattes très puissantes, coopération des adultes) peut avoir comme origine l'obligation de soustraire la charogne à la concurrence, en particulier aux mouches qui y pondent rapidement. Les Nécrophores manifestent des soins parentaux attentifs (femelles accompagnant le développement des larves sur leurs boules de charogne, léchage, etc).

Une série de familles plus modestes, en taille et en nombre d'espèces sont proches des Staphylinidae: Ptiliidae où l'on trouve les plus petits Coléoptères (0,25 mm), Cholevidae nidicoles et souvent cavernicoles, Leiodidae consommateurs de champignons, y compris les truffes.

#### **D10. Dermestoidea**

Environ 1200 espèces décrites, de tailles modestes, en majorité des Dermestidae.

Les Dermestidae ( $\geq 26$  espèces en Alsace) se nourrissent de matières animales sèches (vieux cadavres, jambons, poils, laine). De nombreuses espèces sont devenues cosmopolites et anthropophiles. Certaines espèces du genre *Anthrenus* s'attaquent aux insectes secs et sont les pires ennemis des collections d'insectes (musées et particuliers).

#### **D11. Bostrichoidea**

Environ 3000 espèces décrites; 2 familles principales Bostrichidae et Anobiidae

Les Bostrichidae ( $\geq 8$  espèces en Alsace) sont xylophages, parfois de bonne taille et essentiellement tropicaux; peu d'espèces dans les régions plus fraîches. Attention ! il ne faut pas les confondre avec les Scolytinae, sous-famille des Curculionidae, qui font des dégâts considérables en forêt et ont longtemps été appelés "bostryches" par les forestiers.

Les Anobiidae (Vrillettes;  $\geq 66$  espèces en Alsace) sont de petite taille et phytophages. La majorité des espèces se nourrit de bois sec (en rase campagne comme dans les habitations: vieux meubles, poutres), de plantes herbacées sèches (produits d'herboristerie, cigares), de polypores, de graines et autres matières amylicées (sucres de toute nature). *Stegobium paniceum*, très connu sous le nom de "vrillette du pain", est très éclectique (tous produits à base de farines, piments moulus, chocolat...).

#### **D12. Buprestoidea**

Environ 14.000 espèces décrites pour la seule famille des Buprestidae. Tailles petites à assez grandes (2 à 80mm). Connus depuis le Jurassique supérieur (-150 Ma).

Les Buprestidae, famille nettement thermophile, en grande majorité tropicale et quasi-absente dans les régions fraîches comme l'Europe du nord-ouest ( $\geq 62$  espèces en Alsace) sont surtout connus pour la couleur métallique de nombreuses espèces ("richards"). Certains fossiles vieux de plus de 40 Ma ont conservé ces couleurs métalliques. Ils sont presque tous xylophages, plus rarement s'alimentant de plantes herbacées ou de racines. Larves apodes (pas de pattes),



claires, molles, à thorax élargi (ce dernier caractère les différencie nettement de celles des Cerambycidae qui ont souvent le même mode de vie), creusant des galeries sous les écorces ou dans les branchettes.

### **D13. Byrrhoidea**

Environ 400 espèces de Byrrhidae décrites ( $\geq 13$  espèces en Alsace).

Insectes très globuleux de tailles petites à moyennes (2-15 mm dans nos régions), bien représentés dans les régions tempérées et froides, se nourrissant de mousses.

D'autres petites familles sont aquatiques comme les Elmidae et les Dryopidae ( $\geq 14$  espèces en Alsace). Les Elmidae se nourrissent d'algues dans les ruisseaux vifs et frais.

### **D14. Elateroidea**

Plus de 23.000 espèces décrites; 10-12 familles dont plusieurs bien connues: Elateridae, Cantharidae, Lampyridae.

Les Elateridés ( $\geq 100$  espèces en Alsace), couramment appelés "taupins", ont une allure allongée en fuseau très homogène et une particularité unique, celle de sauter à bonne hauteur quand ils sont tombés sur le dos, saut accompagné d'un "clic" sonore. Ce saut est déclenché par un mécanisme de cliquet entre une épine prothoracique et l'articulation prothorax/mesothorax. Les larves cylindriques et sclérifiées de certaines espèces sont les "vers fil-de-fer" craints des agriculteurs. Certains Elateridés tropicaux ont développé des organes lumineux indépendamment des Lampyridés.

Les Cantharidae ( $\geq 55$  espèces en Alsace) ont des téguments mous et les adultes de nos espèces sont des floricoles colorés très communs en été. Les Lampyridés ("vers-luisants"; 3 espèces en Alsace) portent souvent des organes lumineux. La présence de ces organes (chez les mâles ou les deux sexes), leurs caractéristiques (couleur, rythme des flashes) sont caractéristiques de chaque espèce, et parfois d'une espèce prédatrice d'une autre et qui l'imite pour la tromper.

*Remarque : La production de lumière par les animaux est apparue dans des groupes très divers, particulièrement en milieu marin (par exemple des méduses, salpes, poissons des profondeurs...). Chez les Arthropodes, elle ne se limite pas aux Lampyridae, et plus particulièrement chez les insectes, on trouve la production de lumière chez un Hémiptère, quelques Diptères et plusieurs familles de Coléoptères. Si les organes produisant cette lumière peuvent être localisés en divers points du corps, le mécanisme est unique chez les Coléoptères: l'oxydation (oxygène moléculaire) d'un substrat (luciférine) par une enzyme (luciférase) avec comme source d'énergie l'ATP produit le substrat oxydé (oxyluciférine), du CO<sub>2</sub>. L'excès d'énergie produit par la réaction est émis sous forme de lumière (alors qu'en général il génère de la chaleur, du mouvement, etc). Selon les conditions (pH, présence de sensibilisateurs) la lumière est émise à différentes longueurs d'onde. Ces réactions ont pu être analysées et comprises en détail, soit sur les produits naturels, soit sur des modèles synthétiques plus simples. Des gènes codant pour des enzymes telles la luciférase sont utilisés couramment en biologie moléculaire comme gènes rapporteurs d'une activité génique. Lorsque le gène de la luciférase est placé sous le contrôle des éléments régulateurs de n'importe quel gène étudié, il va s'exprimer au même endroit que lui et au même moment : il rend ainsi compte de son activité de façon aisément visualisable, par simple production de luminescence.*

### D15. Cucujiformia

Ce très vaste groupe de familles (2/3 des Coléoptères) a une origine commune (monophylétique) mais s'est ensuite remarquablement diversifié. Les Cucujidae qui ont donné leur nom à cet ensemble sont une des plus petites familles, alors que les Cucujiformia incluent les deux plus grandes superfamilles à l'échelle mondiale, les Chrysomeloidea et Curculionidea. Les insectes de ces deux superfamilles sont presque tous phytophages (d'où le nom souvent utilisé de Phytophaga) et 99% d'entre eux se nourrissent d'angiospermes ("plantes à fleurs") et ont "co-radié" avec ceux-ci. Ils ont en commun, outre leur régime alimentaire, des tarsi à 4 articles apparents (le 4<sup>e</sup>, minuscule, est presque invisible, le 3<sup>e</sup> le plus souvent bilobé), et d'autres caractères plus discrets.

### D16. Curculionidea

Plus de 70.000 espèces décrites. Tailles petites à moyennes. Fossiles bien attestés depuis le Jurassique supérieur (-150 Ma).

La plupart des insectes de cette énorme superfamille sont reconnaissables à leur tête allongée en rostre à l'extrémité duquel on trouve les pièces buccales (**Curculionidae**, "charançons";  $\geq 738$  espèces en Alsace - pris au sens large) - rien à voir donc avec le rostre suceur des Hémiptères ! Selon les sources on trouve une vaste famille ou un conglomerat de familles. Il est plus important de se souvenir que c'est un ensemble assez homogène (morphologie, habitudes alimentaires). Les Curculionidae, au sens très large donc, exploitent toutes les possibilités de pratiquement toutes les plantes disponibles sur la planète: racines, tiges, feuilles, bourgeons, fleurs, fruits, graines, galles, champignons poussant sur les plantes. Ils sont souvent spécialisés dans une plante, un groupe de plantes, un organe précis de la plante. Leur impact sur le monde végétal est majeur et beaucoup ont donc un impact économique considérable: "charançons" du blé ou du riz, des palmiers, des châtaignes ou des arbres fruitiers.

La sous-famille des Scolytinae correspond à une radiation tardive, mais très réussie au sein des Curculionidae. Les "scolytes" sont redoutés des forestiers car non contents d'attaquer puis de tuer les arbres en creusant des galeries sous l'écorce, certains y élèvent aussi, dans des galeries creusées plus profondément, des champignons dont il se nourrissent et tous peuvent inoculer aux arbres des maladies par les blessures qu'il lui infligent (maladie des ormes par exemple).

### D17. Chrysomeloidea

Plus de 70.000 espèces décrites. Deux familles "poids-lourds" proches et d'importances analogues, Chrysomelidae et Cerambycidae ("capricornes"), dont les représentants ne sont pas toujours très populaires. Tailles petites à moyennes pour les premiers, jusqu'à très grandes (20 cm) pour les seconds.

Les **Chrysomélinés** ( $\geq 355$  espèces en Alsace) sont tous phytophages ou presque, s'attaquant surtout à des tissus mous (feuilles, pousses, racines), parfois durs (graines pour les Bruchinae). Ils sont souvent très colorés (pigments ou couleurs "physiques" métalliques). Ils sont souvent trapus, parfois aplatis (Cassidinae ou "insectes-boucliers") à antennes filiformes mais assez courtes. Un groupe important, les Altises ("puces de terre"), est équipé pour le saut en longueur et est reconnaissable à ses cuisses postérieures renflées. Comme dans le cas des Curculionidea on note une forte spécificité insecte - plantes-hôtes (doryphore –*Leptinotarsa*-des Solanacées, *Diabrotica* des Poacées comme le maïs, etc).

Les **Cérambycés** ( $\geq 131$  espèces en Alsace) sont bien connus sous le nom de "capricornes" ou "longicornes". Leur allure générale est allongée, leur taille moyenne à très grande et leur antennes souvent très longues, jusqu'à 5 fois la longueur du corps chez nos *Acanthocinus*

locaux. Leur larves sont allongées, charnues, apodes ou presque. Les adultes sont soit floricoles de plein jour, soit restent à proximité de leurs arbres-hôtes et dans ce cas sont souvent nocturnes. La grande majorité est xylophage à l'état larvaire (bois mort ou vif, feuillus et conifères, d'autant plus spécialisés qu'ils s'attaquent à du bois vivant ou récemment mort). Quelques groupes sont spécialisés dans les plantes herbacées (racines, collet, tiges). Si quelques espèces posent problème ("capricorne chinois", *Hylotrupes* du pin ouvré) ce n'est pas le cas de la grande majorité d'entre elles.

**D18.** Groupe de familles proches des lignées précédentes (plus de 8000 espèces décrites). Conglomérat de familles de toutes tailles (en nombre d'espèces) dont la phylogénie de détail n'est pas encore débrouillée et dont les représentants sont en général de petite taille. Plusieurs sont cependant intéressantes comme les Nitidulidae aux régimes alimentaires très variés: matières animales et végétales en décomposition, fleurs et fruits. Actuellement en Alsace 3 espèces se repaissent en nombre de fruits pourris à l'automne (pommes, poires, raisins); les 3 sont des Nitidulidae... 2 américaines et une asiatique, ce qui illustre la grande capacité migratrice de la famille. On peut aussi citer les Erotylidae des champignons, souvent très colorés, en particulier chez les espèces tropicales.

### **D19. Cleroidea**

Environ 10.000 espèces décrites; plusieurs familles importantes dont les Cleridae ( $\geq 16$  espèces en Alsace), Malachiidae ( $\geq 25$ ) ou Dasytidae ( $\geq 17$ ).

Insectes petits à moyens, mais bien connus car la plupart des adultes (au moins dans nos régions) sont très colorés et floricoles. Au contraire, les larves ont des modes de vie très variés et discrets: prédateurs de larves de xylophages, parasites d'Hyménoptères, charognards.

**D20.** Groupe de familles proches des Cleroidea. Environ 10.000 espèces de tailles modestes, réparties dans de nombreuses familles à la phylogénie encore à débrouiller; famille la plus connue: Coccinellidae.

Les **Coccinellidae** ("Coccinelles", "bêtes à bon dieu", etc ;  $\geq 66$  espèces en Alsace) sont connues pour de multiples caractères, mais ceux-ci sont loin d'être communs à toutes les espèces ! Seule la petite taille (1 à 10 mm, rarement plus) est commune à toutes. Les couleurs vives et motifs faits de points (qui n'indiquent pas l'âge de l'insecte !) sont fréquents mais de nombreuses Coccinelles sont noires ou brunes unies ou ont des dessins bien différents. Ces motifs peuvent être remarquablement stables chez certaines espèces (classique "coccinelle à 7 points"), extrêmement variables chez d'autres (quand une noire monte sur une rouge sur un bord de fenêtre ce sont des insectes de la même espèce !). Ce sont souvent des prédateurs actifs (larves et adultes) d'Aphides (Pucerons) et de Cochenilles, mais plusieurs groupes sont phytophages (Epilachninae sur les Cucurbitacées) ou mycétophages (comme la famille voisine des Endomychidae). De nombreuses Coccinelles (et pas uniquement la "coccinelle asiatique") sécrètent des composés azotés (alcaloïdes) à l'odeur désagréable et au goût âcre qui servent à les protéger des insectivores (petits mammifères, oiseaux) et sont annoncés par les couleurs vives des adultes et des larves.

Les Coccinelles ont été utilisées avec plus ou moins de bonheur pour la lutte biologique: exemples positifs pour la lutte contre certaines Cochenilles ou Pucerons, mais arrivée un peu désagréable de la "Coccinelle asiatique", *Harmonia axyridis*, .... qui serait arrivée chez nous de toute façon un jour ou l'autre avec une palette de produits chinois ou japonais !

**Remarque :** De nombreuses espèces animales et végétales sont **envahissantes** (ou **invasives**). Parmi elles, les insectes sont particulièrement nombreux car ils sont petits et

*se faufilent partout. Certaines espèces passent parfaitement inaperçues, tandis que d'autres posent de graves problèmes: elles s'attaquent aux cultures ("chrysomèle du maïs" = *Diabrotica virgifera*, Pucerons divers, etc), aux arbres ("capricorne chinois" = *Anoplophora glabripennis*), peuvent être les vecteurs de maladies ("moustique tigre" = *Aedes albopictus*), entrer dans les maisons et sentir mauvais ("coccinelle asiatique" = *Harmonia axyridis*), éliminer au passage des espèces locales proches et donc en compétition... Les causes de ces invasions sont nombreuses et diverses: échanges commerciaux par bateau (containers et palettes), par avion (fret et passagers), réchauffement climatique qui permet l'extension vers le nord d'espèces méridionales, commerce à grande échelle de plantes d'ornement favorisant la diffusion par les pépinières néerlandaises (entre autres)..... Enfin, toutes les régions du monde sont victimes de telles invasions, et l'Amérique du Nord est autant victime d'espèces européennes que nous le sommes d'espèces américaines. Cependant, pour des raisons évidentes liées au commerce international, ces deux régions du globe sont actuellement envahies par de nombreuses espèces originaires de l'Extrême-Orient tempéré et subtropical, dont la biodiversité animale et végétale est très élevée.*

## **D21. Tenebrionidea**

Environ 35.000 espèces décrites;  $\geq 176$  en Alsace. Tailles petites à assez grandes.

Très vaste groupe dont beaucoup de familles montrent des affinités certaines, au point que leurs limites sont fluctuantes, et dont la phylogénie n'est pas encore claire. La majorité des espèces possèdent 5 articles aux tarses antérieurs et médians, 4 aux tarses postérieurs, d'où le nom ancien d'Hétéromères qui recouvrait plus ou moins cet ensemble. Plusieurs familles sont remarquables à divers titres: Tenebrionidae, Meloidae, Oedemeridae, Mordellidae, Pyrochroidae...

Les **Ténébrionidés** ( $\geq 50$  espèces en Alsace) sont très nombreux, de tailles moyennes, et extrêmement divers de formes et de couleurs. On a pu dire qu'au sein de cette famille on trouve des insectes ressemblant aux représentants de toutes les autres familles de Coléoptères, ce qui est vrai et induit pas mal d'erreurs de classement dans les collections ! Ils sont très bien représentés dans toutes les zones désertiques ou méditerranéennes de la planète par de grosses espèces noires, cuirassées, très spécialisées pour se protéger de l'évaporation, pour s'enterrer le jour (pattes fouisseuses). Une bonne série d'espèces se nourrissant de matières végétales sont devenues cosmopolites, la plus classique étant le "ténébrion meunier" (*Tenebrio molitor*) dont la larve est le "ver de farine".

Les **Méloïdés** (8 espèces en Alsace) sont souvent parasitoïdes d'Hyménoptères ou d'Orthoptères; dans le cas des parasites d'Hyménoptères, de minuscules larves trigriffues et agiles (triongulins) éclosent, grimpent sur les fleurs et s'accrochent à leurs cibles; les stades larvaires suivants sont peu actifs et dévorent réserves et larves de leurs hôtes. De nombreuses espèces habitent les régions chaudes, sont souvent de taille importante et très colorées, parasites ou phytophages. Elles se raréfient vers le nord. Les plus connues localement sont les femelles du genre *Meloe*, bleues et aptères, à l'abdomen distendu par les oeufs et rencontrées au printemps sur les chemins. Les Méloïdés (mâles et larves) contiennent un composé très toxique, la cantharidine (autrefois utilisé comme aphrodisiaque ce qui était franchement déraisonnable). Les mâles le fournissent aux femelles pour la protection des oeufs.

Les larves des **Oedéméridés** ( $\geq 22$  espèces en Alsace) et des **Pyrochroidae** (3 espèces en Alsace) vivent dans le bois décomposé, souvent en prédatrices d'autres larves d'insectes. Les adultes sont très visibles car la plupart ont des couleurs métalliques et broutent les fleurs

(Oedemeridae), ou parcourent les plantes basses (Pyrochroidae locaux, rouge vif). Les mâles aux cuisses renflées sont typiques du genre *Oedemera*. Ces insectes contiennent aussi de la cantharidine.

*Remarque : Si l'on exclut les insectes piqueurs (Diptères, Hyménoptères), en plus parfois vecteurs de maladies, la plupart des insectes sont plutôt inoffensifs (du moins en Europe) et chercheront plutôt à vous fuir, mais il convient d'être prudent avant de les tripoter et, par exemple, de se frotter ensuite les yeux. De très nombreuses espèces produisent des substances de défense et n'hésitent pas à envoyer à l'agresseur (vous) une giclée corrosive (nombreux Staphylinidés, Carabidés). Les gros Héteroptères prédateurs terrestres comme les Réduves ou aquatiques comme les Notonectes n'hésiteront pas à vous piquer et leur piqûre est au moins aussi douloureuse que celle d'une guêpe. D'autres sont toxiques au contact comme les Méloïdés ou les Oedéméridés et quelques cas d'irritation (brûlures de la peau, phlyctènes = cloques) dus à ces derniers sont connus en Alsace ! Enfin, beaucoup d'insectes phytophages ont un rostre et les Héteroptères les plus pacifiques piquent s'ils se sentent menacés. De même, les morsures d'un pacifique mais robuste capricorne peuvent faire très mal.*

---

## TIROIR E

**E1.** A partir de ce tiroir, l'esprit dans lequel on va suivre notre fil rouge évolue. Dans les tiroirs précédents, nous avons suivi l'évolution des êtres vivants et leur phylogénie telles que les données moléculaires permettent actuellement de les préciser (ou non !). Nous avons plus ou moins admis que nous savions distinguer ces grands groupes. Quand on entre dans les détails et que nous sommes en face d'un lot d'insectes collectés sur le terrain, pas de laboratoire suréquipé au coin de la rue, mais des faunes classiques, sur papier ou numériques, où l'on trouve des tableaux de détermination dichotomiques (soit A, soit B). Sur le plan pratique, nous avons rejoint le quotidien de l'entomologiste qui doit nommer un insecte, mais dont l'expérience permet de situer immédiatement la superfamille ou la famille à laquelle appartient cet insecte. Nous allons donc reprendre notre fil rouge en partant de la superfamille des Scarabaeoidea avec comme compagnon un insecte bien précis que nous souhaitons nommer, dans notre cas un hanneton, *Melolontha melolontha* L.

Les caractères que nous allons utiliser, en particulier à partir de la famille, sont applicables à nos espèces régionales et les sous-familles, tribus, etc, inconnues chez nous seront ignorées. A une plus grande échelle, d'autres caractères, parfois plus discrets, entrent en jeu, et les exceptions portant sur un caractère ou un autre se multiplient. On remédie à ce problème en utilisant des clés de détermination multicritères qui, statistiquement, permettent de court-circuiter les exceptions, la variabilité au sein des populations ou les problèmes posés par les insectes anormaux. Il est évident que l'utilisation d'ordinateurs est essentielle pour donner toute sa puissance à la méthode, en particulier en pouvant gérer une illustration abondante (photos au microscope électronique à balayage entre autres) et que la mise au point de ces clés est un travail de spécialiste aguerri.

### **E2. Passalidae**

Environ 300 espèces décrites; aucune en Alsace. Grandes tailles (15-70 mm).

Parmi les familles à massue antennaire rigide, les Passalidés sont presque uniquement tropicaux et comportent en majorité des insectes noirs, aplatis. Ils sont tous saproxylophages

(se développent dans le bois en décomposition). Ils montrent une ébauche de vie sociale, les larves vivant avec les adultes.

### **E3. Lucanidae**

Environ 800 espèces décrites; 9 espèces en Alsace. Tailles moyennes à grandes, jusqu'à 100 mm.

A la différence des Passalidés, les Lucanidés, bien qu'en majorité tropicaux, sont encore bien présents dans les régions tempérées. Ils sont également de grande taille (jusqu'à 100 mm). Ils sont rarement cornus mais les mâles ont souvent une tête et des mandibules hypertrophiées comme chez notre "cerf-volant" local (*Lucanus cervus* L.) - qui est d'ailleurs un des plus grands Lucanidés à l'échelle planétaire (jusqu'à 80 mm en Alsace).

Comme les Passalidés, ils sont saproxylophages, dans les vieilles souches pour *Lucanus cervus*.

### **E4. Geotrupidae**

Plus de 600 espèces décrites; 9 espèces en Alsace. Tailles moyennes "autour de celle de nos bousiers bleus communs".

Chez les Scarabaeoidea à massue antennaire mobile, seuls les Geotrupidae ont conservé les 11 articles antennaires typiques des Coléoptères. Dans les familles qui suivent, la fusion progressive des articles a réduit ce nombre.

Les Geotrupidae sont largement répartis dans les régions tempérées et tropicales et sont en majorité coprophages ("bousiers bleus" bien connus consommant des excréments), parfois mycétophages (consomment des champignons) ou saprophages (consomment des matières végétales en décomposition). Ce sont des fouisseurs émérites dotés de pattes très robustes leur permettant de creuser des terriers jusqu'à 1m de profondeur pour abriter leurs larves et la nourriture de celles-ci. Leur vie adulte est assez longue et à l'automne on peut observer deux générations, les anciens de l'année précédente noirs mat, aux pattes usées, et les jeunes tout neufs et brillants.

*Remarque : La longévité n'est pas l'apanage de l'espèce humaine en général et de Jeanne Calment en particulier. De nombreux insectes, même de petite taille peuvent vivre beaucoup plus longtemps que nombre de Vertébrés. En élevage, la reine d'une Fourmi très commune de taille modeste (*Lasius niger*) a atteint l'âge de 28 ans, des durées de vies supérieures à dix ans étant fréquentes. Des élevages de petits Carabidés ont permis de mesurer une mortalité moyenne de 20% par an ce qui permet d'estimer la durée de vie de ces petits insectes à 5 ans en moyenne. Si de nombreux insectes ont la réputation d'avoir une durée de vie très brève, c'est en fait très relatif, car on oublie que la vie larvaire dure souvent plusieurs années. Dans la réalité, l'espérance de vie d'un insecte est essentiellement déterminée... par ses prédateurs ou ses parasitoïdes. Parmi ces prédateurs, les représentants de la même espèce, comme chez les Fourmis, peuvent être les plus féroces car ils sont en concurrence pour les mêmes sources de nourriture. On a estimé qu'en moyenne sur 1000 femelles fécondées, une seule avait la chance de créer une colonie viable et donc, bien protégée dans son dôme, d'atteindre un grand âge, version fourmi.*

### **E5. Trogidae**

Environ 300 espèces décrites;  $\geq 5$  en Alsace.

Les Trogidae sont faciles à reconnaître: ils sont sombres, trapus et d'assez petite taille, leur face dorsale de nos espèces locales est en général très sculptée et porte de fortes soies, le tout souvent un peu encrouté de terre ce qui leur donne un aspect très mat. Ils se nourrissent de

restes animaux secs (charognes très sèches, poils et plumes, ces dernières dans les nids d'oiseaux et les poulaillers).

### **E6. Scarabaeidae**

Plus de 28.000 espèces décrites;  $\geq 101$  espèces en Alsace.

Cette énorme famille est divisée en nombreuses sous-familles inégalement représentées dans les régions tempérées (et souvent érigées en familles elles-mêmes - ce qui n'a d'ailleurs que peu d'intérêt...). Le régime alimentaire des Scarabéidés est varié et sera évoqué pour chaque sous-famille.

### **E7 Aphodiinae**

$\geq 46$  espèces en Alsace.

Les représentants de cette sous-famille sont de petite taille (moins de 20 mm), d'allure allongée, cylindrique, et leurs élytres recouvrent tout l'abdomen jusqu'au pygidium qui est le dernier tergite (segment dorsal de l'abdomen) visible, à la différence des autres sous-familles. Les *Aphodius* et genres voisins sont coprophages (consomment des excréments, en général d'herbivore) ou saprophages (consomment des matières végétales en décomposition). Les espèces coprophages ne creusent pas de terriers mais leur larves se développent dans et sous la masse d'excréments. De nombreuses espèces sont liées aux excréments d'animaux bien précis (bovins, cervidés, lapins, etc).

### **E8. Cetoniinae**

Plus de 4000 espèces décrites; 16 espèces en Alsace.

Cette grande sous-famille est surtout tropicale. Ce sont des insectes de tailles moyennes à grandes et les insectes les plus lourds du monde actuel (100g) sont des Cetoniinae ("Goliaths" africains). L'allure pentagonale et les couleurs souvent vives et métalliques des adultes sont caractéristiques de la tribu des Cetoniini. La plupart sont saprophages à l'état larvaire (terreaux, bois pourri, litières, jusqu'au matériel des dômes de *Formica* pour notre *Potosia cuprea*). Beaucoup d'adultes se rencontrent sur les fleurs comme nos "cétoines dorées" familières (*Cetonia aurata*). La tribu des Trichiini renferme entre autres le célèbre "pique-prune", *Osmoderma eremita*, plus connu pour perturber la construction des autoroutes que par son mode de vie très discret dans les arbres creux. Les *Trichius* sont des floricoles très velus et bariolés de jaune et de noir.

### **E9. Scarabaeinae**

Avec les Aphodiinae, environ 7000 espèces décrites; 14 espèces en Alsace.

Ce sont les bousiers classiques, en particulier le genre-type *Scarabaeus* inclut le "scarabée sacré" d'Egypte (*Scarabaeus sacer*), rouleur de boules d'excréments. Insectes de tailles en général moyennes à grandes, trapus et puissants même chez les plus petites espèces, aux pattes fouisseuses très développées, au dimorphisme sexuel fréquent se manifestant en particulier par les cornes des mâles de nombreuses espèces. Ils sont pour la plupart coprophages, certains également charognards. Essentiellement tropicaux.

Beaucoup d'espèces creusent des terriers plus ou moins ramifiés ou des chambres où elles accumulent les excréments en boules, comme le "scarabée sacré", en poires ou en boudins dans lesquels les femelles pondent leurs oeufs. Dans cette sous-famille on trouve aussi de nombreuses espèces spécialisées, jusqu'à ne vivre que dans les terriers de l'animal-hôte (*Onthophagus vitulus* chez le Grand Hamster en Alsace par exemple).

*Remarque* : Ici on peut évoquer, à propos de cette spécialisation, les limites et les conditions requises pour une **lutte biologique efficace**. Les problèmes créés par les

*bouses de vache en Australie sont dus au fait qu'elles sont dédaignées par les bousiers locaux. Ceux-ci préfèrent les crottes de kangourous et donc les bouses s'accumulaient dans les prés. Il a fallu importer en Australie des bousiers africains amateurs à la fois d'un climat chaud et de bouses de bovidés. De même le contrôle de la "jacinthe d'eau" sud-américaine (Eichhornia crassipes) en Afrique ou dans le sud-est asiatique était vital car cette plante invasive bloquait les voies navigables et les lacs. Il a fallu rechercher et identifier en Amazonie l'espèce précise de petit charançon qui se nourrit de la plante avant de l'implanter, avec succès, dans les régions envahies. Actuellement, un Psylle (Homoptère) est lâché en divers point d'Europe pour contrôler la Renouée géante (Fallopia japonica) espèce invasive particulièrement préoccupante. Dans tout les cas une bonne connaissance (systématique, mode de vie) des espèces susceptibles d'être utilisées est vitale.*

### **E10. Rutelinae**

Environ 4000 espèces décrites; 6 espèces en Alsace.

Surtout tropicaux, de taille moyenne à assez grande. Certains Rutelinae tropicaux (*Plusiotis* par exemple) sont souvent photographiés car leur face dorsale dorée ou argentée est remarquable et peu courante dans le monde animal. Quelques espèces sont communes dans les régions tempérées, parfois défoliantes (*Phyllopertha*, *Popilia*). La tribu des Hopliini porte sur la face dorsale des squamules parfois très colorées (*Hoplia coerulea*).

### **E11. Dynastinae**

Plus de 300 espèces décrites; 1 seule en Alsace.

Insectes presque exclusivement tropicaux de grande à très grande taille (plus de 15 cm pour les Dynastes sud-américains), d'allure cylindrique, connus pour leur cornes spectaculaires - c'est le cas pour l'une de nos rares Dynastinae, le "rhinoceros" (*Oryctes nasicornis*). Les larves sont saprophages ou phytophages, dodues et comestibles.

### **E12. Melolonthinae**

Plus de 4000 espèces; 14 espèces en Alsace.

Grande sous-famille modestement représentée dans les régions tempérées ("hannetons"). Les Melolonthinae sont de taille moyenne, assez allongés, leurs larves souvent rhizophages (mangent les racines de plantes, "vers-blancs" très impopulaires). Les adultes phyllophages (brouteurs de feuilles) sont responsables de défoliations souvent spectaculaires (*Melolontha hippocastani* en mai-juin par exemple). Ces pullulations sont périodiques et fonction du nombre d'années de développement des larves (3 ans pour les *Melolontha* en Alsace).

---

## **TIROIR F**

### **F1**

Plus encore que dans le tiroir précédent, nous allons suivre la démarche dichotomique du tableau de détermination, ici de la sous-famille des Melolonthinae jusqu'à une espèce individuelle, le "hanneton commun" *Melolontha melolontha*.

*Remarque : L'espèce est l'unité de base de la classification biologique. Elle se définit classiquement comme un groupe d'organismes qui sont capables de se reproduire entre eux, et dont la descendance est fertile (ce qui ne s'applique évidemment pas aux espèces fossiles). Chaque espèce est désignée par deux termes "latinisés" où le nom de genre*



(majuscule) est suivi du nom d'espèce puis du nom du premier auteur ayant décrit l'espèce (*Mus musculus* Linné). Cette nomenclature dite binomiale, mise en oeuvre par le naturaliste suédois Linné au XVIII<sup>e</sup> siècle, est toujours d'actualité. Dans la pratique, chaque espèce est définie par un ensemble de caractères communs, le plus souvent morphologiques. Ces critères sont actuellement complétés par ceux issus de la génétique moléculaire qui permet d'ajouter, de façon beaucoup plus rigoureuse, la dimension de leur parenté évolutive.

L'usage est d'écrire les noms de genre et d'espèce en italique pour les distinguer des noms de divisions plus élevées (familles, superfamilles, ordres, classes etc).

Pour plus de détails > voir tiroirs suivants !

Il est important de rappeler que ces critères morphologiques externes n'ont souvent qu'une valeur pratique. Dans la clé présentée dans le tiroir les premières dichotomies sont déterminées par le nombre d'articles antennaires (de l'ensemble de l'antenne ou de la massue). Ces nombres différents résultent de la fusion de certains articles... et ce phénomène se retrouve un peu partout chez les Arthropodes, chez les Coléoptères dans toutes les familles, pour les tarsi ou d'autres pièces anatomiques, comme pour les antennes. Comme c'est souvent le cas, les coupes supra-spécifiques (sous-genres, genres, tribus, sous-familles, familles...) sont souvent critiquables car fondées sur des caractères morphologiques sans grande valeur et sur les idées personnelles des auteurs - ce qui n'arrange rien. A nouveau, il faut rappeler 1) que ces critères sont très commodes, 2) mais qu'en l'absence de renseignements phylogénétiques plus solides (moléculaires, génitaux), il faut les utiliser avec prudence.

Enfin, ce tableau ne concerne que les espèces régionales. Il serait beaucoup trop compliqué si on incluait par exemple les espèces du midi et seul un petit nombre de caractères simples à observer a été utilisé.

## **F2. Genres *Rhizotrogus* et *Amphimallon***

Ils ne diffèrent que par le nombre d'articles antennaires et sont manifestement très proches... On compte 9 espèces en Alsace, le double sur l'ensemble du territoire français. Leurs larves, des "vers-blancs" typiques, se nourrissent des racines de plantes herbacées. Chaque espèce est caractérisée, en dehors de sa morphologie, par des périodes de sortie des adultes différentes (tôt au printemps ou fin d'été, 10h solaire ou au crépuscule, par exemple). L'une d'elle, surnommée "hanneton de juin ou de la Saint-Jean" ou "Junikäfer" (*Amphimallon solstitialis*) est commune jusque dans les milieux urbains et vole fin juin et début juillet au crépuscule. Cet insecte est souvent confondu avec le vrai hanneton (le "Maikäfer" local) bien qu'il soit bien différent et ne soit actif qu'un bon mois plus tard. Ce qui s'explique car, faute d'avoir vu le vrai Hanneton, la plupart de nos contemporains n'ont plus de référence visuelle, entre autres lacunes dans le domaine des "sciences naturelles" réduites à la portion congrue dans notre système éducatif.

## **F3. Genre *Anoxia***

Parmi les Melolonthinae à plus de 3 articles antennaires, et en général de plus grande taille que les genres précédents, on trouve les *Anoxia*, dont une seule espèce existe en Alsace. *Anoxia villosa* ressemble à un gros hanneton brun chocolat au dos mat, et est strictement psammophile (amateur de sols sableux) et localisé autour de Haguenau. Cette espèce est un bon indicateur des secteurs qu'il serait raisonnable de protéger autour de cette ville, secteurs qui font actuellement (2010-11) l'objet de "négociations" assez tumultueuses....

#### **F4. Genre *Polyphylla***

Le "hanneton foulon", *Polyphylla fullo*, est le seul représentant du genre en France et est emblématique des Melolonthinae. Cette grande espèce au dos marbré de crème et de brun ou de noir est plus fréquente dans les secteurs sableux. Cet insecte est connu de quelques captures anciennes d'Alsace et du pays de Bitche (dernière en 1959), mais considéré actuellement comme éteint localement. Il est resté assez fréquent dans les régions littorales (Atlantique, Méditerranée).

#### **F5. Genre *Melolontha***

Les *Melolontha* sont les "vrais" hannetons, caractérisés par leurs côtes élytrales et des taches blanches triangulaires sur les côtés des sternites (segments abdominaux ventraux). Insectes de taille moyenne (20-30 mm), larves rhizophages, adultes phyllophages. Trois espèces en Alsace.

#### **F6. *Melolontha pectoralis***

Cette espèce d'Europe centrale et orientale atteint tout juste le fossé rhénan en limite ouest et n'est connue d'Alsace, que de rares stations proches de Colmar, antérieurement à 1960. On le distingue facilement de nos autres *Melolontha* locaux par sa forte pilosité dorsale et son pygidium (dernier segment abdominal dorsal) non prolongé en pointe.

#### **F7. *Melolontha hippocastani***

Le "hanneton des bois" est le plus souvent trouvé dans les secteurs sableux mais est moins strict qu'*Anoxia villosa*. Il se distingue de *M. melolontha* par son pygidium plus court dont la pointe, courte, est bien marquée par un rétrécissement anguleux. Il est aussi en moyenne un peu plus petit et de couleur plus claire. *M. hippocastani* reste très abondant en Alsace, en particulier sur les lisières des grandes forêts sur sable du nord de la région. Il produit des pullulations impressionnantes tous les 3 ans (printemps 2010 dans le secteur de Haguenau par exemple) environ à la même époque que *M. melolontha*. C'est lui que la plupart des observateurs contemporains confondent avec le "hanneton commun" qui a fortement régressé (voir ci-dessous), d'où la légende "mais non, il y a encore plein de hannetons, tenez, la semaine dernière près de Haguenau (ou Schweighouse, ou Brumath...)".

#### **F8. *Melolontha melolontha***

Plus grand, plus sombre et plus brillant que *M. hippocastani*, la pointe du pygidium longue et sans rétrécissement anguleux. Le "hanneton commun" ne l'est certes plus. Il pullulait jusque dans les années 60 dans les champs, les vergers, les potagers et les jardins où larves et adultes faisaient des dégâts importants. On peut attribuer son recul, localement sa disparition, à plusieurs facteurs, l'un d'entre eux étant clairement les traitements insecticides. Rappelons, qu'avant de hurler avec les loups contre tous les composés de synthèse, il faut aussi, honnêtement se mettre à la place de ceux dont les récoltes pouvaient être totalement détruites par les terribles et invisibles "vers-blancs" ou dont les légumes ou feuillages d'arbres fruitiers étaient totalement défoliés par les adultes. Cependant, un certain aveuglement fait oublier la modification profonde des façons culturales: disparition de la polyculture traditionnelle (y compris vergers) qui offrait de nombreuses niches aux insectes (et bien d'autres ont régressé autant que les hannetons) et généralisation de monocultures comme le maïs totalement hostiles à toute vie animale (sauf une Pyrale (papillon) et *Diabrotica virgifera*...). Le fait que ce hanneton reste sporadique, même dans des secteurs où il pourrait se "refaire" devrait aussi inciter à chercher d'autres pistes.

## **Pourquoi n'est-il pas toujours facile de mettre un nom sur un insecte ?**

Les deux tiroirs G et H et les fiches correspondantes ont pour but de montrer les difficultés qu'il y a à déterminer un insecte, mais aussi à présenter les solutions que les entomologistes, avec toutes leurs spécialités, de la collecte de spécimens en Amazonie jusqu'aux laboratoires de biologie moléculaire, ont trouvées pour s'en sortir.

En tête (tiroir G) seront présentés, dans un ordre un peu arbitraire, les particularités qui rendent la tâche difficile: taille souvent réduite, nombre élevé d'espèces, variabilité individuelle au sein d'une population ou d'un ensemble de populations de la même espèce, convergences morphologiques et mimétisme trompeurs, dimorphisme sexuel souvent spectaculaire, espèces "cryptiques" ou jumelles.

Le deuxième tiroir (H) montrera d'abord quelles peuvent être les conséquences fâcheuses de ces pièges multiples, puis présentera les "bons usages" qui permettent de limiter les causes d'erreurs : bonne utilisation des informations disponibles, dissection de spécimens mâles ou femelles, prise en compte de populations et non d'individus, règles de description d'espèces "nouvelles pour la science", types et collections de référence, utilisation de critères moléculaires pour mieux définir les espèces.

### **TIROIR G**

#### **Taille**

Première difficulté évidente, les insectes sont petits. Si beaucoup de promeneurs sont terrifiés à la vue d'un beau mâle de "cerf-volant" (eh, oui, c'est un fait d'expérience) ce n'est que la partie émergée de l'iceberg. La plupart des insectes sont petits, moins de 1 cm, et ceci est vrai sur toute la planète. Entre les plus petits (Coléoptère Ptiliidé d'environ 0,4 mm par exemple) et les plus grands (jusqu'à 57 cm pour la plus grande espèce de Phasme, pattes allongées) le rapport est de 1/1500. Si on considère le poids, entre un Goliath africain de 100 g et le même Ptiliidé on frôle le 1/12.000.000, et notre Ptiliidé n'est pas le plus léger des insectes.

Il faut également imaginer des méthodes pour capturer, préparer, manipuler, déterminer sous loupe binoculaire ou microscope des animaux de cette taille. Si, de plus, la détermination nécessite des dissections on peut imaginer la course d'obstacles.

#### **Nombre très élevé d'espèces**

Il y a autant d'espèces de Coléoptères en Alsace qu'il a d'espèces de Mammifères sur la totalité de la planète, autour de 5000. Ce chiffre peut paraître élevé mais correspond à une région tempérée très "ordinaire", sans hautes montagnes, cavernes, secteurs salés, endémiques insulaires, faune spécifique méditerranéenne, forêts tropicales, commensaux de Termites, flore exubérante, etc, etc.

De plus, sans même qu'on puisse parler d'espèces jumelles ou cryptiques (voir plus loin) de nombreux genres, parfois familles, montrent un faciès très homogène et cohabitent dans les mêmes lieux avec plus ou moins le même mode de vie. Il n'est pas rare, même en Alsace, de trouver plus de 10 espèces du même genre, très ressemblantes, dans un lot collecté le même jour, dans la même station, en moins d'une heure, dans les mêmes conditions.

**Remarque :** Comment peut-on expliquer une telle multiplication des espèces d'insectes, un tel succès évolutif ? Plusieurs arguments peuvent être avancés :

- présence d'un exosquelette dur protecteur (mais les insectes ne sont pas les seuls à en bénéficier)
- métamérisation avec paires d'appendices/segment qui permet la spécialisation de certains (pas les seuls non plus)
- le **Vol** ! il permet de coloniser rapidement une multitude de niches, d'autant plus que les insectes sont tout de même de **petite taille**.
- chez les holométaboles, les phases larvaires et nymphales permettent de faciliter des périodes de **diapause** pendant les moments difficiles, ou d'exploiter des **régimes différents** suivant la phase de la vie, ce qui permet de mieux partager le biotope. Il faut aussi noter que les insectes peuvent connaître des spéciations allochroniques : c'est-à-dire que plusieurs espèces peuvent partager le même biotope, à des **moments différents** (émergences d'adultes sur de courtes périodes, en différé par rapport à d'autres espèces ; déjà illustré plus haut à propos des Rhizotrogus)
- Souvent nombre important d'œufs/femelle, ce qui joue un rôle encore plus important pour la spéciation que le temps de génération court (ce qui n'est pas toujours le cas en plus...). Exemple frappant de la drosophile : une femelle pond 100 œufs, dont la moitié donne des femelles etc : au bout de 25 générations on a une masse > à celle de la terre... Une génération chez la drosophile c'est 10 jours à l'optimum.
- La vie en milieu aérien est plus favorable pour récupérer l'oxygène (20% de l'air que nous respirons) que la vie en milieu aquatique où l'oxygène est à faible concentration car les gaz sont peu solubles dans l'eau.

## Variabilité individuelle au sein d'une ou de plusieurs populations de la même espèce

La Coccinelle noire à points rouges grimant sur la rouge à points noirs doit nous rappeler la très grande variabilité individuelle de nombreux insectes. Cette variabilité peut se manifester par des couleurs différentes (nature de la couleur, motifs différents, et ce sur chaque partie du corps colorée), ce qui est le cas le plus simple. Elle peut aussi influencer la longueur ou l'épaisseur des pattes, des antennes, des cornes, des mandibules, la sculpture des téguments. Le développement plus ou moins complet des ailes aura des conséquences majeures sur l'allure générale des insectes. Chez les ailés, le thorax qui contient les muscles alaires sera développé, les épaules seront "carrées"; chez les aptères ou microptères de la même espèce, l'insecte aura les épaules tombantes, le thorax et les élytres plus étroits, parfois même une coloration différente, ce qui a amené à la description d'espèces différentes. La même espèce peut montrer des variations géographiques importantes, particulièrement quand elle est montagnarde ou/et aptère et que ses populations sont isolées les unes des autres.

## Mimétisme

Si le phénomène du mimétisme a des sources bien différentes de celles des convergences vues plus haut, il a donné lieu aux mêmes errements. L'un des cas les plus classiques est celui d'un insecte parfaitement dégustable par ses prédateurs (oiseaux, mammifères insectivores) qui mime un insecte toxique ou armé. Celui-ci porte des couleurs vives avertissant de sa non-palatabilité, livrée qui va être imitée, par un mécanisme de sélection, par son ou ses mimes (que l'on appelle mimétisme batésien pour ceux qui ont rencontré le terme). On arrive ainsi à des séries mimétiques, elles-mêmes régulées par la perte d'efficacité du "truc" quand il se multiplie. Quelque soit d'ailleurs la raison de leur ressemblance il faut constater l'existence,

dans nos régions comme sous les tropiques, de séries d'insectes de groupes très variés colorés (couleurs et motifs) de façons très similaires. La "série jaune et noire" qui fait prendre des mouches, papillons ou capricornes bien "innocents" pour des guêpes est bien connue.

### **Dimorphisme sexuel**

Le dimorphisme sexuel (différences externes et internes entre mâles et femelles de la même espèce) est suffisamment net chez *Homo sapiens* pour qu'il ne soit pas nécessaire d'aller plus loin dans l'explication. Chez la très grande majorité des insectes, cette différence est faible (le plus souvent moindre que chez nous !), mais peut être plus ou moins marquée jusqu'à atteindre des cas extrêmes. On trouve souvent des différences de taille (dans les deux sens, bien que les femelles plus grandes soit le cas le plus fréquent), des femelles aptères pour des mâles ailés, moins colorées (femelles aux couleurs ternes et/ou unies pour des mâles aux couleurs vives). Quand les mâles portent des attributs spécifiques (cornes, épines, dents, cuisses de sprinters belges, touffes de poils plus ou moins gracieuses, et tout ce que l'on peut imaginer qui "dépassent") les femelles en sont en général dépourvues (mais pas toujours !). Dans certains cas on trouve des mâles à l'allure très classique et des femelles larviformes (pas d'ailes, pas d'élytres, pattes réduites, corps mou souvent distendu par les oeufs). Cette situation est fréquente chez les Coléoptères Lampyridés, Drilidés et familles voisines, et dans les cas extrêmes les femelles seront réduites à des sacs indifférenciés, endoparasites d'autres insectes alors que les mâles sont dotés de tous les appendices normaux d'un insecte (Strepsiptères). De tels exemples ne se limitent de loin pas aux insectes (ex Copépodes parasites...).

De telles situations ont conduit à des "plantages" nombreux dans la systématique comme pour les déterminations. Il faut reconnaître que même actuellement il reste des groupes où femelles et mâles sont décrits en toute connaissance de cause sous des noms différents, faute d'avoir pu les appairer par l'observation d'accouplements.

### **Espèces cryptiques**

L'évolution a souvent eu apparemment des "réponses" multiples à la même pression de sélection mais dont les raisons, au premier abord, nous échappent. Deux séries d'insectes, piqués dans un carton, peuvent sembler identiques, provenir de la même région et avoir selon toute probabilité le même régime alimentaire mais montrer des différences minimales et des pièces génitales différentes. Dans de tels cas il est rare qu'en creusant un peu on ne s'aperçoive pas que les uns se reproduisent en avril, ou les soirs, ou au sommet des arbres, tandis que les autres sortiront en juillet, le matin, et copuleront au sommet des herbes. Le créneau alimentaire est le même, le créneau temporel est totalement différent (*Rhizotrogus*). D'autres espèces jumelles peuvent être très semblables, sortir en même temps, mais ne fréquenter qu'une essence - pas la même (*Leiopus* des chênes et des noisetiers distingués plus de 200 ans après la confusion initiale et linnéenne). Dans d'autres cas une espèce dont l'aire s'est fragmentée (glaciations, variations du niveau marin) peut regagner du terrain après un laps de temps tel que les populations concernées ont évolué au point qu'elles se rencontreront à nouveau mais ne se reconnaîtront plus, tout en restant très proches à tout point de vue. Un cas extrême est celui d'espèces quasi-identiques mais soit de printemps soit d'automne, ce qui suppose au départ un décalage, probablement accidentel mais répété (coups de chaud de septembre et éclosions anormales ?) puis l'exploitation de cibles automnales (Méloés). De telles situations expliquent la découverte d'espèces nouvelles, appelées "cryptiques" = cachées, souvent de bonne taille et jusque dans les régions les mieux connues du globe

comme l'Europe des années 2000. De telles découvertes nécessitent la correction de l'ensemble de la littérature correspondante (faunes, données à révéfier).

---

## **TIROIR H**

### **Oeufs, Larves, Nymphes**

S'il est facile d'identifier une larve d'Orthoptère comme telle (mais pas si facilement jusqu'à l'espèce) c'est souvent mission impossible dans des groupes comme les Coléoptères où celles-ci sont très uniformes au sein de la même famille. Comme nombre d'insectes ont une vie larvaire longue, la probabilité de tomber sur des larves (ou des oeufs ou des nymphes) est importante et il en résulte une perte d'information regrettable. Cela s'applique aussi dans des genres où les femelles sont indéterminables, hors de l'observation de copulations, alors que les mâles, aux pièces génitales plus typées et sclérifiées, le sont. Seuls des travaux de génétique moléculaire pourront résoudre sans équivoque de tels problèmes.

### **Convergences**

Au cours de l'évolution, l'accès à de nouvelles sources de nourriture s'est traduit par des réponses semblables à un même problème: par exemple, 1) se déplacer dans l'eau quand au départ on est un animal terrestre, 2) creuser le sol à la recherche de racines appétissantes ou de vers, 3) attraper à l'affût efficacement des insectes très vifs.

Ces réponses concernant chaque fois les pattes sont semblables mais pas toujours identiques. Dans nos exemples les "produits" sont 1) des tibias en palettes et frangés, 2) des pattes antérieures fouisseuses très robustes et élargies en pelles, 3) des pattes ravisseuses dont deux éléments peuvent jouer le rôle de pinces armées de dents pour une plus grande efficacité.

En **1)** on trouvera les Tortues marines, mais aussi les Dytiques ou les Nautonectes

Le cas **2)** est abondamment illustré chez les Vertébrés (Taupes) ou les Insectes - nombreux "bousiers" (Coléoptères), Courtilières (Orthoptères) et **3)** par les Mantes (Mantoidea hétérométaboles), les Mantispidés (Névroptères holométaboles), de nombreux Hétéroptères (Phymata, aquatiques divers), les Drinyidés (Hyménoptères utilisant un article de tarse pour réaliser la moitié de la pince). On peut donner de tels exemples à l'infini.

Pour la classification comme la détermination de telles convergences sont autant de pièges et il faut se souvenir que les Cétacés ont pu être considérés comme des "poissons", et constater le nombre d'erreurs dans certaines collections pour s'en convaincre.

### **Conséquences fâcheuses de ces pièges et autres casseroles à la patte que traîne l'Entomologie**

#### **Descriptions multiples, synonymies**

Les problèmes d'identification des espèces ont eu pour résultat les descriptions multiples de certaines espèces, jusqu'à des dizaines de noms (synonymes), et par manque de vérifications bibliographiques, d'homonymes, plusieurs espèces étant décrites sous le même nom. En particulier, certains entomologistes (et pas seulement des amateurs, les professionnels chutent parfois dans les mêmes ornières) ont pulvérisé les taxons en s'accrochant à n'importe quelle petite variation de forme ou de couleur pour décrire une nouvelle espèce (tout est bon pour passer à la postérité). Plus les insectes sont gros et brillants et plus le phénomène est net et

plus les "splitters" ou "variétistes" ont sévi en encombrant la littérature de leurs rêves pas très scientifiques. Pour ne rien arranger, l'inverse existe et les "lumpers" regroupent sous un seul nom des espèces différentes, sans faire le travail de fond qui aurait permis d'éviter les bévues. Faire le ménage dans cette jungle représente un travail considérable et sans fin, à la portée de quelques spécialistes dans chaque secteur, s'il y en a. La possibilité d'échanges rapides d'informations qu'offre internet représente maintenant une aide certaine.

Inversement, de nombreuses faunes sont rédigées de façon assez sommaire, descriptions trop courtes, illustration indigente, indications sur la répartition fantaisistes ou "à la louche". Si un spécialiste peut s'y retrouver, un débutant, quelle que soit sa formation, aura des difficultés. Si de plus, il est peu attentif, on peut aboutir à des noms tirés d'un chapeau. Enfin, et on n'insistera jamais assez auprès des amateurs, il existe d'excellents livres de vulgarisation (et de mauvais), mais ce ne sont pas des faunes complètes, et la navigation sur internet peut conduire à des catastrophes, même si certains sites universitaires, ou parfois d'amateurs éclairés, sont très utiles. On ne détermine pas un insecte par un vote dans un forum (5 disent que c'est peut-être A, 2 que cela pourrait être B, donc c'est A - pathétique).

### **Comment être rigoureux ?**

Recenser les sources d'informations fiables, articles, faunes.  
Aller consulter le ou les types s'ils sont disponibles. Type = insecte(s) qui a (ont) servi à la première description de l'espèce.  
Ne pas hésitez à contacter les spécialistes.  
Lire la totalité d'une description.

### **Dissection des pièces génitales**

Une première approche vers plus de rigueur a consisté à disséquer les pièces génitales des animaux étudiés. Ceci est en rapport direct avec la théorie de la clé et de la serrure qui veut que ces organes, mâles et femelles, s'adaptent de façon unique pour chaque espèce. S'il faut certes nuancer cette vision simpliste, il reste que des pièces génitales mâles bien sclérifiées (comportant des éléments durs qui ne seront pas déformés par le stockage en alcool, la dessiccation, etc) permettent très souvent de déterminer une espèce ou confirmer une détermination. Les pièces génitales des femelles (vagin etc) sont plus souvent molles et plus difficiles à utiliser. Cependant, dans de nombreux groupes, le sperme du mâle est stocké (chez la femelle) après la copulation dans un petit organe spécialisé, la spermathèque, où il est en attente de la maturation des oeufs ou de la saison propice. Ce petit organe est moins différencié, souvent mou, mais dans certains cas son étude peut être décisive. Ces dissections ont été cruciales dans de nombreux cas où derrière des séries d'insectes identiques ou presque se cachaient plusieurs espèces. Il reste une difficulté évidente: disséquer un insecte submillimétrique requiert un certain coup de main...

### **Règles s'appliquant à la description d'espèces "nouvelles pour la science"**

\* Prise en compte de populations et non d'individus isolés  
De nombreuses espèces ont été décrites sur un insecte unique. Il suffit que cet insecte soit un tant soit peu hors norme (insecte anormal, petite population montagnarde isolée un peu aberrante) pour qu'il ne soit pas représentatif de l'espèce. Un descripteur devrait toujours travailler sur une série d'insectes, de plusieurs localités, avant de prendre le risque de baptiser une nouvelle espèce.

\* Description détaillée

L'ensemble de l'insecte doit faire l'objet d'une description détaillée du bout des antennes au dernier article des tarsi. Ceci inclut évidemment les pièces génitales.

\* Iconographie appropriée

Photos et dessins, si possible images prises au microscope électronique à balayage pour des organes de petite taille, doivent obligatoirement accompagner la description.

\* Recherche bibliographique et examen des types des espèces voisines (si possible)

permettant de repérer d'éventuels risques: espèces tellement proches que la distinction peut être remise en cause, risques de synonymies et d'homonymies.

\* Si l'auteur est convaincu de la validité de la nouvelle espèce, publication de sa description dans un périodique accessible aux collègues (la circulation des .pdf a grandement amélioré ce point).

\* A cette occasion et mais aussi périodiquement si possible, révision des divers groupes ayant été complétés, et ce par les dernières méthodes disponibles, entre autres analyses de matériel génétique...

\* Dépôt d'un certain nombre d'exemplaires, types ou co-types, dans des musées et dans les collections de collègues s'intéressant au même groupe. Côté musées, cela implique aussi de vérifier que le musée en question peut conserver le matériel dans des conditions satisfaisantes (stockage et protection contre les destructeurs appropriés, accès facile pour les collègues...).