

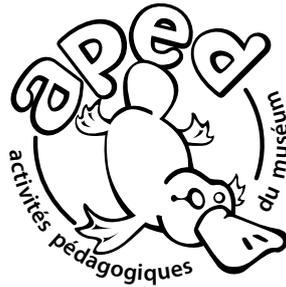


Insectissimo



Christiane Kurth & Daniel Thurre





Ce dossier pédagogique est dédié à

Clairette BÜHLER

qui s'est consacrée avec dévouement pendant 17 ans
aux animations scolaires du Muséum

Le département des Activités Pédagogiques et Culturelles (APED) a choisi pour logo un ornithorynque. Pourquoi?

Si la curiosité vous démange, retournez le document, nous vous offrons la solution ci-dessous!

Cet animal, insolite, ressemble à un défi pédagogique. D'abord, l'orthographe du mot n'est pas simple... Ensuite, l'ornithorynque est un mammifère, mais il présente des caractéristiques attribuées à d'autres groupes : il pond des œufs et est amphibie ; il a des poils et un bec de canard. Il suscite donc bien des interrogations et permet d'éveiller la curiosité et le questionnement des enfants : une mission importante de l'APED.

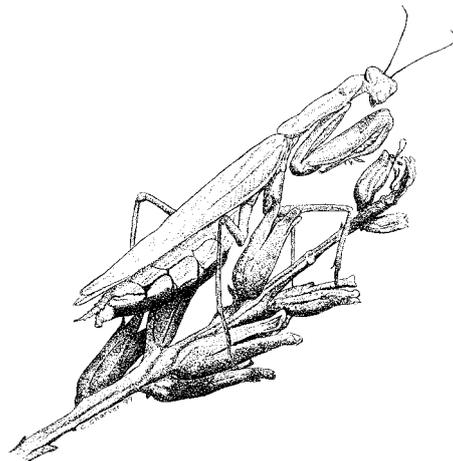
Table des matières

I. Introduction :		
- Contexte de l'exposition		p. 2
- Objectifs et conception du dossier pédagogique		p. 2
II. Les insectes :		
- Qu'est-ce qu'un insecte?	(fiche 1)	p. 3
- Croissance et métamorphose	(fiche 2)	p. 4
- Origine des insectes	(fiche 3)	p. 5
- Classification	(fiche 4)	p. 8
- L'intérieur d'un insecte	(fiche 5)	p. 12
- Habitats naturels :		
a) dans le sol	(fiche 6)	p. 13
b) à la surface du sol		p. 13
c) dans l'air		p. 14
d) sur et dans l'eau		p. 14
e) les nids	(fiche 7)	p. 15
- Mode de vie : voir, entendre, goûter, sentir	(fiches 8 et 9)	p. 16
- Survivre !	(fiche 10)	p. 19
- Quelques chiffres		p. 20
III. L'homme et l'insecte :		
- Les insectes sont-ils nuisibles ou utiles?		p. 21
- Les envahisseurs		p. 22
- Transmission des maladies		p. 22
- L'invisible révélé grâce au microscope électronique à balayage		p. 23
IV. Glossaire		p. 25
V. Références bibliographiques		p. 27

Dossier annexe :

Propositions d'activités

Fiches pédagogiques



I. Introduction :

Contexte de l'exposition

L'exposition temporaire du Muséum « Insectissimo » a été réalisée à l'occasion du centième anniversaire de la fondation de la Société entomologique de Genève. Celle-ci comporte un « salon entomologique », et cinq modules dévolus à :

- l'évolution
- qu'est-ce qu'un insecte
- les insectes en chiffres
- l'homme et l'insecte
- l'entomologie.

Univers fascinant, à la fois beau et cruel, le monde des insectes nous est indispensable. Nous espérons que sa magie aura prise sur vous et sur vos élèves. « *Natura maxime miranda in minimis* » : « *C'est dans les plus petites choses que la nature est admirable* » (auteur inconnu).

Objectifs et conception du dossier pédagogique

Le musée est un lieu de ressources pédagogiques qu'il convient d'intégrer dans le parcours de formation de l'élève. La visite au musée avec une classe, moment privilégié, devrait idéalement s'inscrire dans un projet pédagogique qui commence en amont de la visite par des séquences de préparation et qui débouche en aval sur des activités réalisées en classe. La préparation de la visite est particulièrement importante, puisqu'elle suscite des attentes qui seront, pendant la visite elle-même, source et moteur de l'intérêt de l'élève.

Le dossier pédagogique a pour but de donner à l'enseignant des pistes de travail, des entrées concrètes et formalisées pour pouvoir exploiter au mieux, selon les axes disciplinaires définis, toutes les possibilités offertes par une exposition donnée, en cohérence avec les objectifs d'enseignement.

Il permet de faire le lien avec de nombreux objets faisant partie des collections permanentes du Muséum, donnant ainsi l'opportunité aux enseignants de continuer un travail sur le thème défini, même après la fermeture de l'exposition temporaire. Aussi a-t-il été conçu en trois parties: le dossier du maître, des propositions d'activités ainsi que 10 fiches pédagogiques exploitables en classe.

Ce dossier pédagogique est également accompagné de deux questionnaires interactifs en lien direct avec l'exposition. Le premier questionnaire est adapté aux classes de 3P-4P, et le second aux classes de 5P-6P. Ces questionnaires sont remis lors de la visite commentée ou, pour une visite autonome, sur demande à l'APED. Ils sont également disponibles sur le site : <http://www.geneve.ch/ecoles-musees>.

Pour information, Clairette Bühler a réalisé en 2002 un dossier pédagogique « Portraits d'insectes », toujours disponible sur demande au Muséum.

* * * * *

Le thème des insectes permet notamment d'aborder avec vos élèves les notions de

- classification
- biodiversité
- milieux naturels
- chaîne alimentaire, adaptation, survie.

La révélation de la complexité et de la beauté de la vie devrait, quant à elle, inspirer

le respect de toute forme de vie !

« *Tu crois pouvoir écraser cette chenille? Bien, c'est fait : ce n'était pas difficile. Maintenant, refais la chenille!* » (Lanza del Vasto).

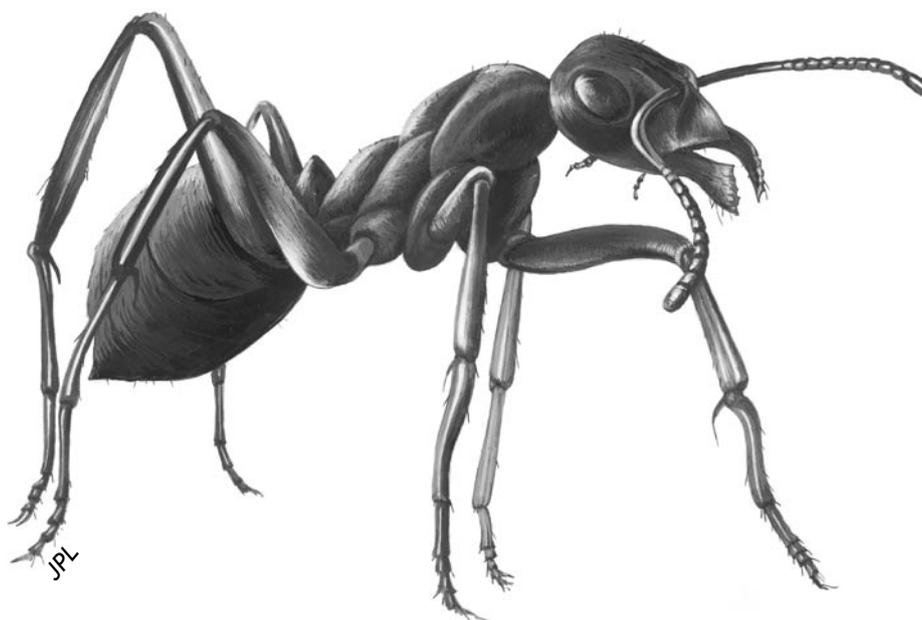
II. Les insectes :

Qu'est-ce qu'un insecte ?

Les insectes constituent le groupe d'êtres vivants numériquement le plus important, puisqu'ils regroupent environ les trois quarts des espèces animales décrites à ce jour. La classe des insectes comporte, selon les estimations, entre deux et vingt millions d'espèces. Un peu plus d'un million d'insectes ont été recensés. En Europe, 40'000 espèces ont été décrites jusqu'à présent. Cette profusion tient à la capacité d'adaptation des insectes : ils sont parvenus à coloniser la terre entière, océans mis à part. Leur impact sur l'environnement est considérable, même si leur taille reste assez modeste : de quelques dixièmes de millimètres à plus de trente centimètres de long.

L'insecte est un *invertébré**, ce qui signifie qu'il est dépourvu de colonne vertébrale. Son « squelette » est extérieur (*exosquelette*) et constitué d'une *cuticule chitineuse*, sorte d'armure protectrice. En d'autres termes : sa surface est assez résistante pour donner sa rigidité à l'insecte.

Son corps se divise en trois parties distinctes : tête, *thorax* et *abdomen*.



⇒ [FICHE 1]

Sur la tête se trouvent toujours une paire d'antennes, une paire d'yeux (le plus souvent composés de facettes) et trois paires de pièces buccales. Les guêpes et les abeilles, par exemple, ont encore trois petits yeux (ocelles) sur le dessus de la tête.

Au niveau du thorax, trois paires de pattes sont présentes ainsi que, généralement, deux paires d'ailes. Nous verrons par exemple, que l'araignée est parfois incluse à tort dans la catégorie des insectes, puisqu'elle a huit pattes et que le critère déterminant est six pattes pour un insecte. L'araignée est un arachnide et, comme les insectes, elle fait partie des *arthropodes*.

L'abdomen sera évoqué plus loin : il renferme une partie des systèmes digestif, sanguin, nerveux, ainsi que le système reproducteur.

* Renvoi au glossaire pour les mots en italique

Croissance et métamorphose

Tous les insectes pondent des œufs.

Depuis l'œuf jusqu'à l'adulte, l'insecte subit une série de *mues*, avec des métamorphoses, qui peuvent être complètes (avec un stade de nymphe) ou incomplètes (pas de nymphe entre la larve et l'adulte).

On distingue donc deux types de métamorphoses :

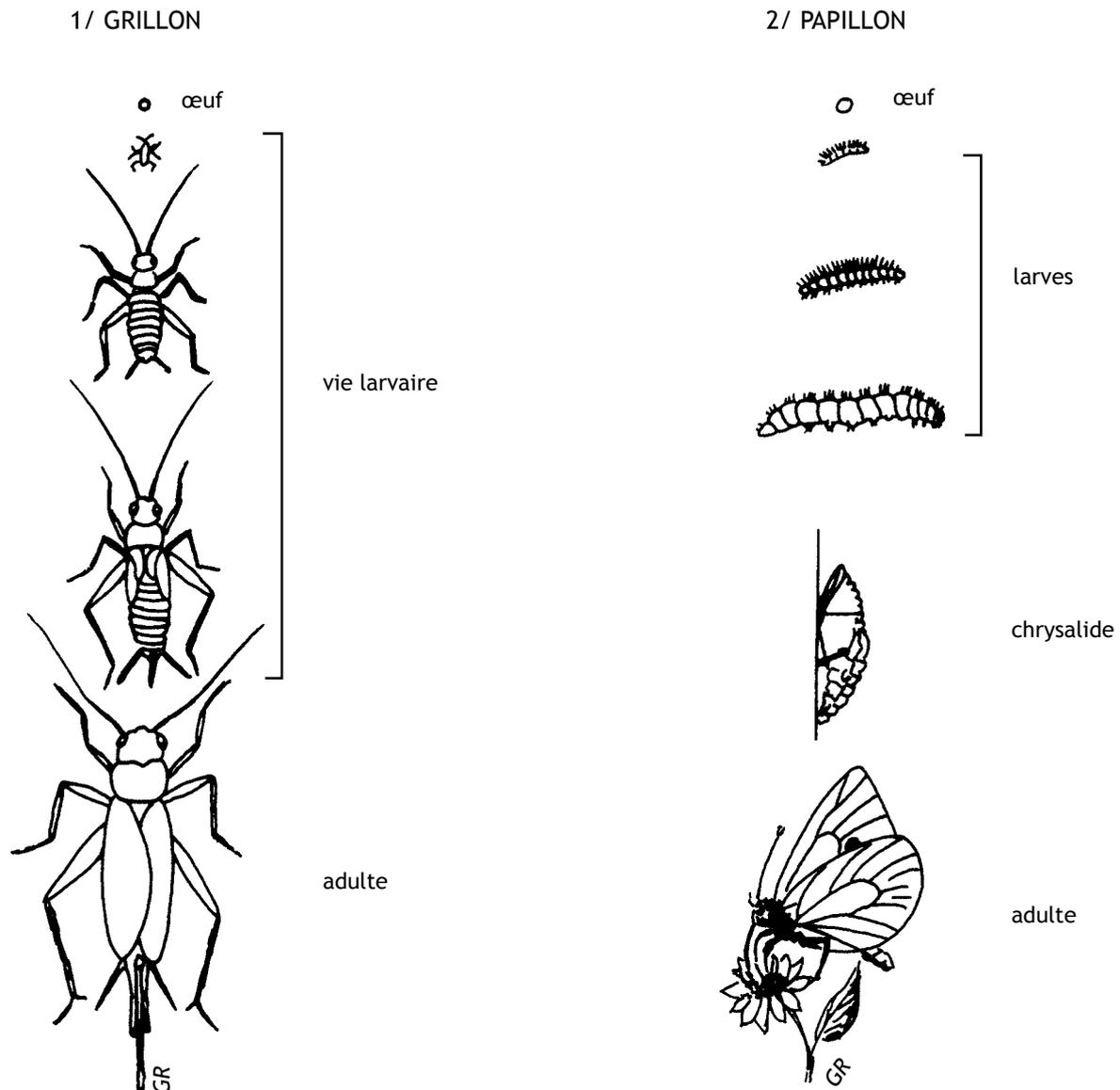
1/ La métamorphose incomplète.

L'*imago*, ou adulte, se développe à partir d'un stade larvaire qui ressemble beaucoup à l'adulte et qui mue régulièrement. Exemples : sauterelles, punaises.

2/ La métamorphose complète.

On distingue généralement quatre étapes : l'œuf, la *larve*, la *nymphe* ou *chrysalide*, l'adulte.

L'*imago* (adulte) se développe à partir d'une larve totalement différente de l'adulte et qui mue régulièrement. La dernière mue, parfois immobile, est appelée chrysalide (papillons), nymphe (coléoptères) ou pupa (mouches).

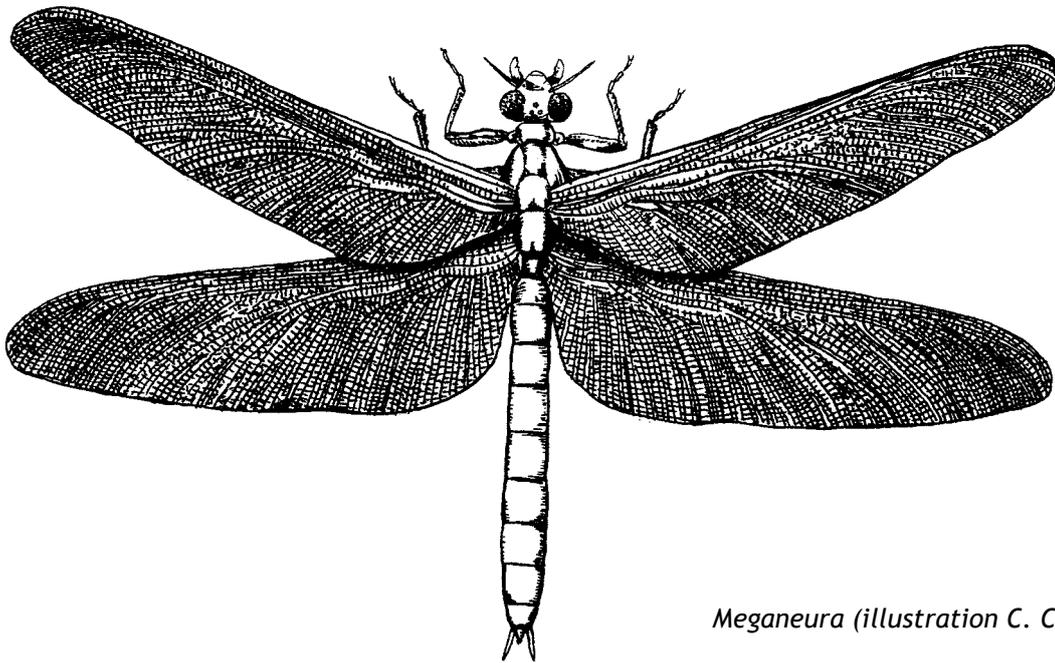


Origine des insectes

L'origine des insectes est fort lointaine, puisque les premiers connus remontent à 396 millions d'années (au Dévonien). Au Carbonifère (il y a environ 300 millions d'années) apparaissent des éphémères et les ancêtres des libellules. Ces insectes étaient de grande taille.

Les coléoptères apparaissent il y a 290 millions d'années (au Permien) et c'est au Trias (250 millions d'années) qu'apparaissent les hyménoptères. Les lépidoptères sont apparus au Jurassique (environ 200 millions d'années).

⇒ Dans les galeries du Muséum, au 3^e étage, il est possible de voir des arthropodes fossilisés, ainsi que la reconstitution d'une *Meganeura* (libellule) dont l'envergure atteignait 70 cm.



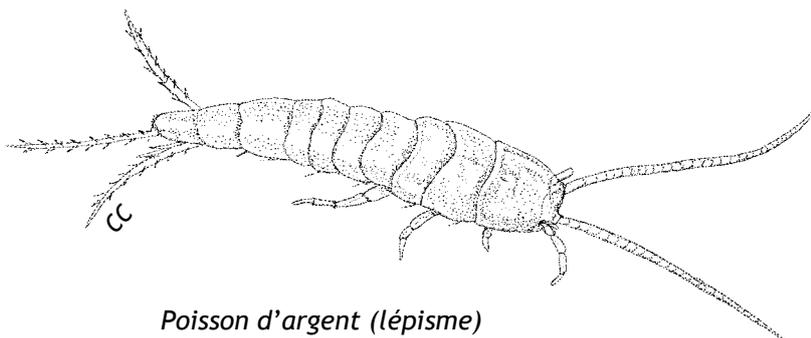
Meganeura (illustration C. Cebreros)

Le mot « insecte » vient du latin « *insectus* » qui signifie « coupé », traduction du grec « *entomos* », mot créé par Aristote dans son *Histoire des animaux*, à cause des étranglements du corps des insectes.

La vie sur notre planète serait bien différente sans les insectes, en ce qui concerne notre alimentation, notre environnement, ou encore nos possibilités de guérir des maladies. Actuellement, si les insectes devaient disparaître, l'homme ne survivrait que quelques années ! (voir infra, chapitre trois).

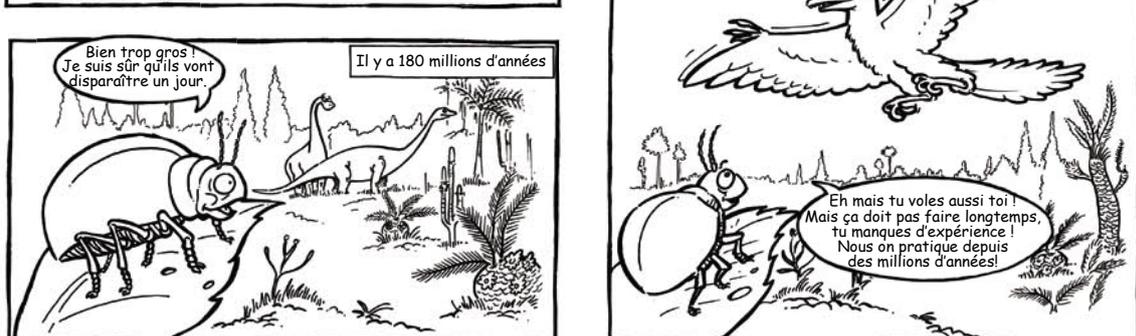
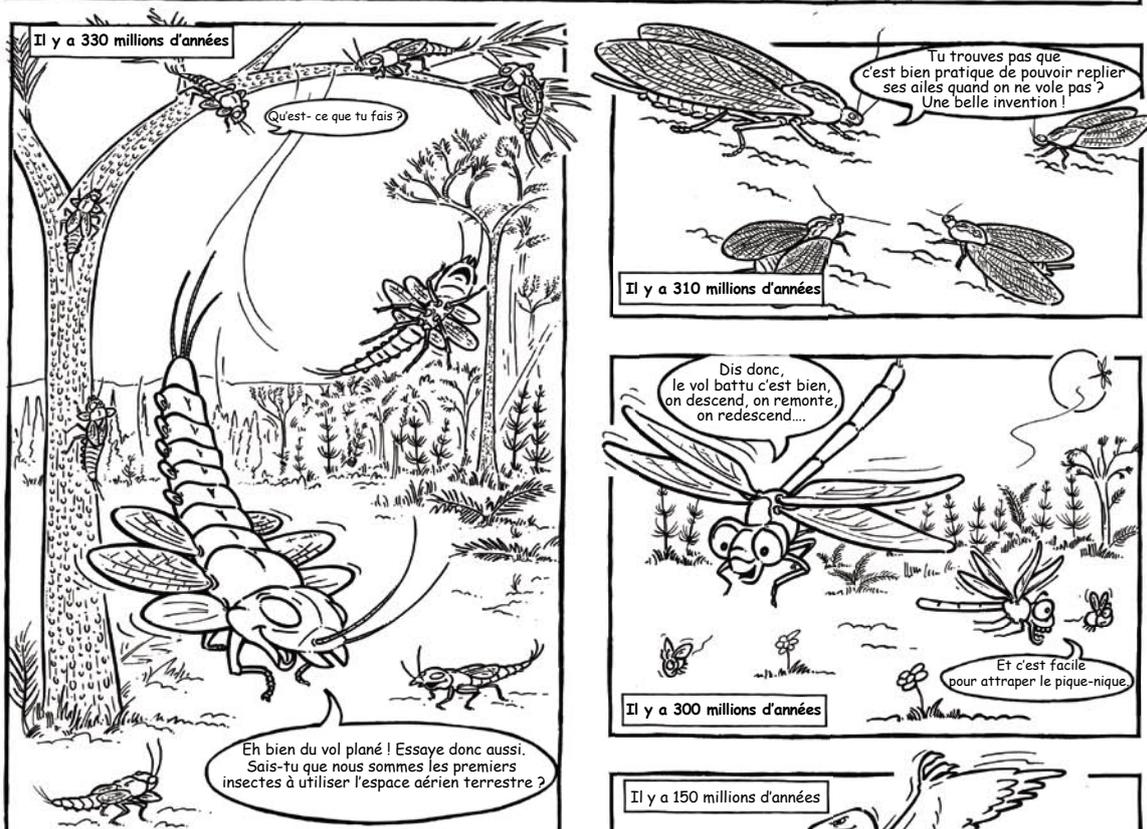
Ci-après, une B.D. met en scène l'évolution des insectes primitifs et permet d'aborder, de manière ludique, la vie des premiers insectes.

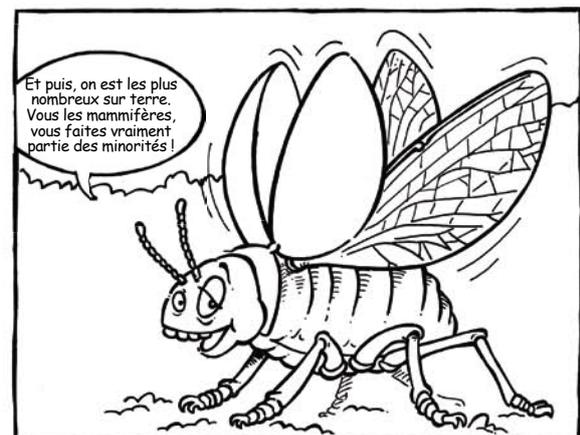
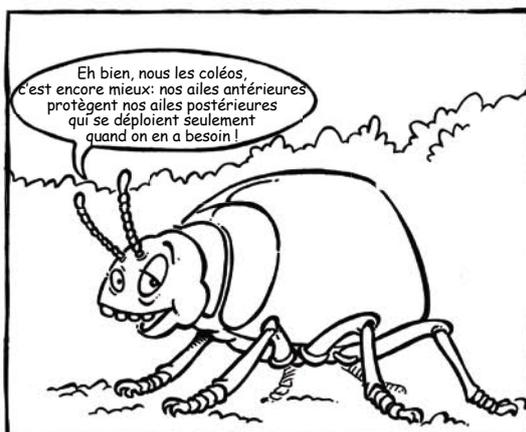
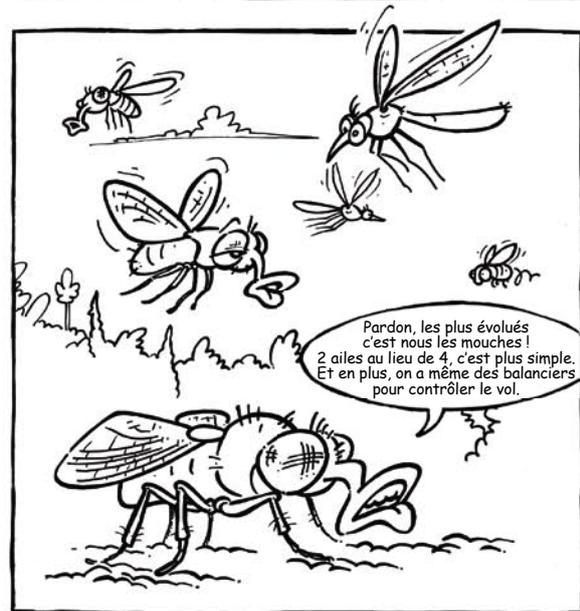
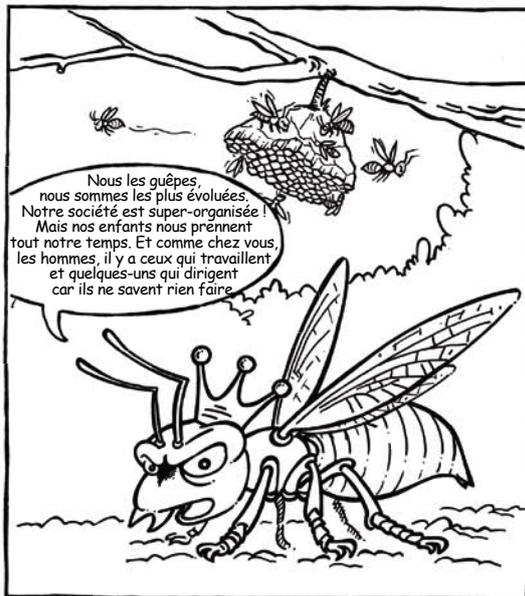
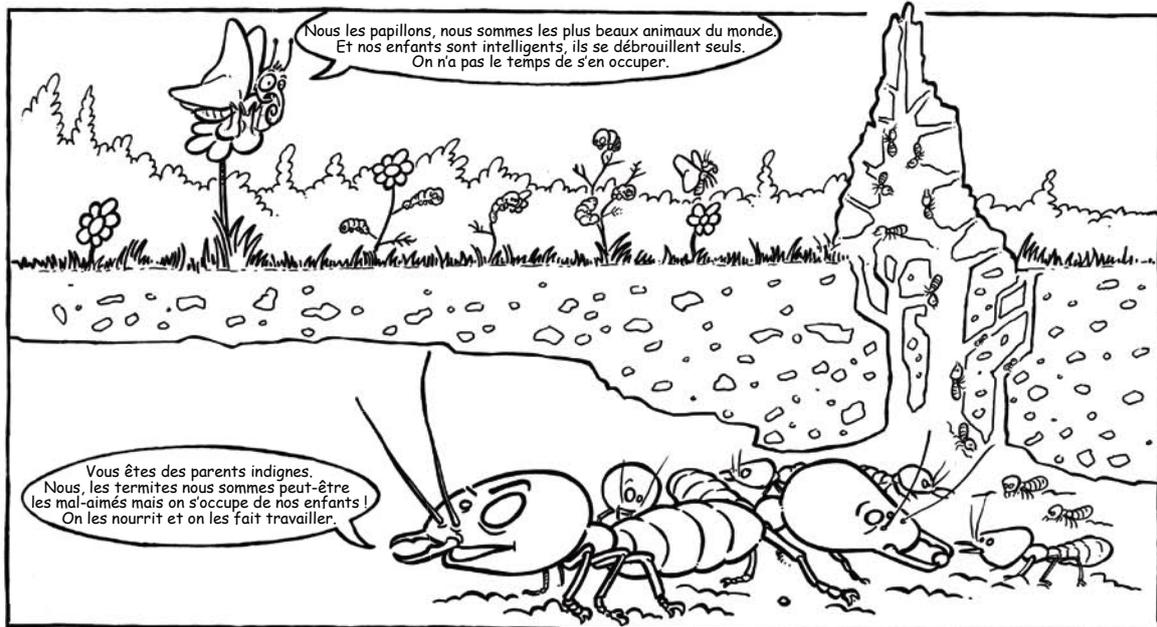
Nous vous proposons de travailler ce thème avec vos élèves [FICHE 3].



Poisson d'argent (lépisme)

L'évolution des insectes

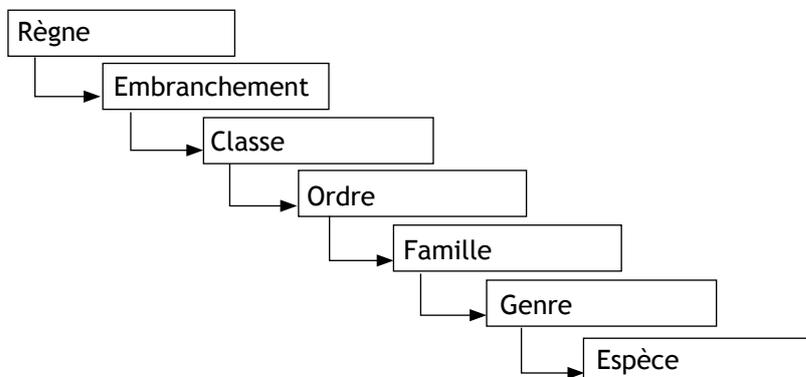




Classification

En biologie, tout organisme est classé selon un système taxinomique composé de plusieurs niveaux hiérarchiques. Le principe de classification remonte à Carl von Linné (1707-1778).

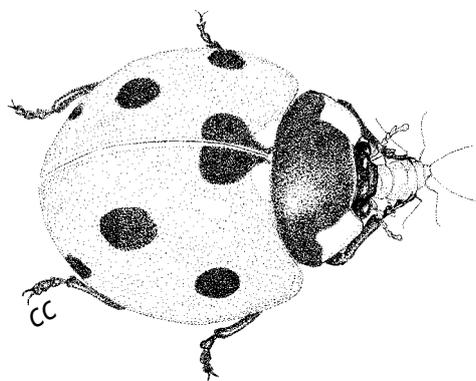
Lorsque l'on étudie un insecte, on détermine :



Exemples :

COCCINELLE

Le règne (animal) Animalia
 L'embranchement (arthropodes) Arthropoda
 La classe (insectes) Insecta
 L'ordre (coléoptères) Coleoptera
 La famille (coccinellidés) Coccinellidae
 Le genre (coccinelle) *Adalia*
 L'espèce (coccinelle à 7 points) *Adalia septempunctata*



FOURMI

Le règne (animal) Animalia
 L'embranchement (arthropodes) Arthropoda
 La classe (insectes) Insecta
 L'ordre (hyménoptères) Hymenoptera
 La famille (formicidés) Formicidae
 Le genre (fourmi) *Formica*
 L'espèce (fourmi rousse) *Formica rufa*



Les insectes entrent dans l'embranchement des **arthropodes** (pattes articulées).

Les arthropodes sont divisés en quatre classes :

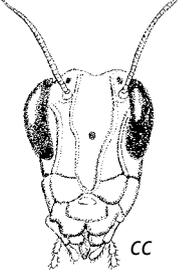
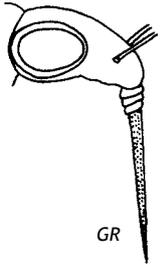
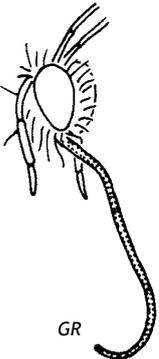
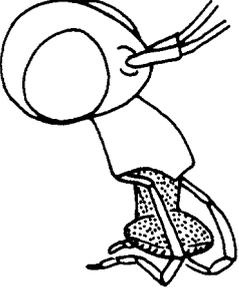
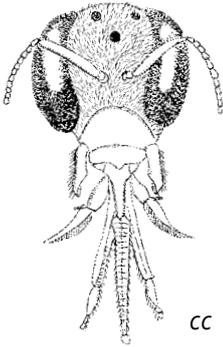
- les **arachnides** (huit pattes: araignées, scorpions, acariens)
- les **myriapodes** (nombreuses pattes; plus de huit pattes)
- les **crustacés** (nombre de pattes variables, mais plus de six: les crabes, par exemple, ont 5 paires de pattes visibles; cuticule imprégnée de calcaire), essentiellement aquatiques, possédant des mâchoires et deux paires d'antennes.
- les **insectes** (six pattes).

Trente ordres d'insectes sont répartis à la surface du globe (dont 28 sont présents en Europe).

Pour classer les insectes entre eux, il faut tenir compte de plusieurs facteurs, notamment : le nombre d'ailes, leur forme et leurs caractéristiques, les pièces *buccales*, la nourriture, les pattes, les pièces génitales.

Les insectes ont des régimes alimentaires très variés. Selon les espèces, ils se nourrissent de feuilles, du nectar des fleurs, de la sève des arbres, du jus des fruits, d'autres insectes... Les insectes ont donc des pièces buccales différentes en fonction de ce qu'ils mangent. L'appareil buccal est adapté au régime alimentaire. Il existe ainsi des insectes de type broyeur (criquet), piqueur-suceur (moustique), suceur (papillon), broyeur-lécheur (abeille) et suceur-lécheur (mouche).

Les *mandibules* sont deux pièces buccales dures servant, chez certains insectes, à saisir et broyer la nourriture. Elles servent également, selon les espèces, de pinces, d'outils, d'armes.

 <p>CC</p>	<p>Appareil buccal de type broyeur.</p> <p>ex: Le criquet qui se nourrit de brins d'herbe.</p>	<p>Appareil buccal de type piqueur - suceur</p> <p>ex: Le moustique qui pique pour aspirer le sang</p>	 <p>GR</p>
<p>Appareil buccal de type suceur</p>  <p>GR</p> <p>ex: Le papillon qui se nourrit de nectar</p>	<p>Appareil buccal de type suceur-lécheur</p>  <p>GR</p> <p>ex: La mouche qui se nourrit du liquide des fruits, des viandes...</p>	<p>Appareil buccal de type broyeur-lécheur</p>  <p>CC</p> <p>ex: L'abeille qui se nourrit de nectar liquide et peut faire des travaux de maçonnerie</p>	

Les ailes :

Le tableau ci-dessous vous donne le nom d'ordres d'insectes en fonction du nombre et de l'aspect des ailes.

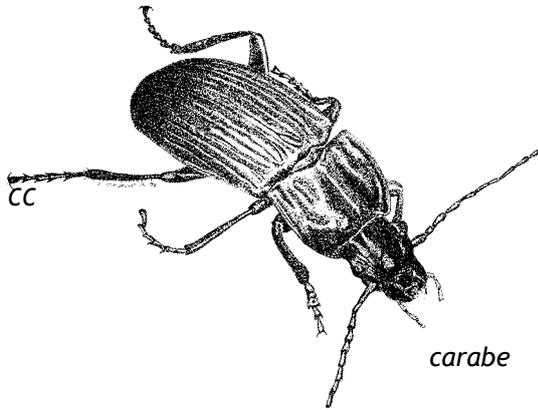
- Pas d'ailes : *aptères* primaires qui n'ont jamais eu d'ailes (poisson d'argent)
 aptères secondaires, qui n'ont plus d'ailes (les poux, les puces)
- Deux ailes : diptères (les mouches, les moustiques)
- Quatre ailes : s'ils ont une paire d'ailes coriaces et colorées, les *élytres*, et une paire d'ailes transparentes, ce sont des coléoptères (coccinelle)
 s'ils ont 4 ailes semblables et transparentes, ce sont des hyménoptères (fourmis, guêpes, abeilles...).

La majorité des insectes ont deux paires d'ailes.

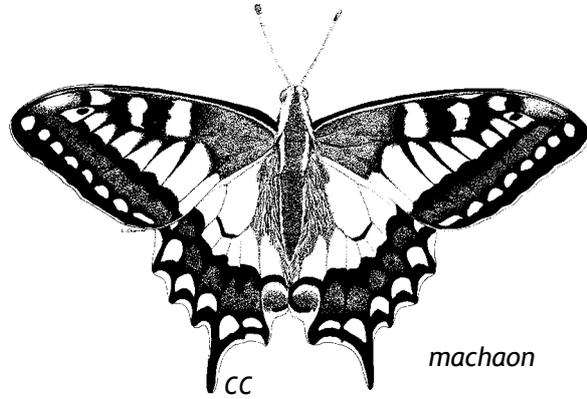
Nombre d'ailes	Caractéristiques	Nom des ordres	Espèces
pas d'ailes		divers ordres d' <i>aptères</i> (Prolura, Collembola, etc.)	poissons d'argent, puces
2 ailes	transparentes	diptères	mouches, taons, moustiques
4 ailes	2 grandes, et 2 petites, transparentes	hyménoptères	fourmis, guêpes, abeilles
4 ailes	2 coriaces et colorées (<i>élytres</i>) et 2 transparentes <i>transversales</i>	coléoptères	coccinelles, hannetons, capricornes, carabes, hannetons
4 ailes	2 membranes (<i>hémélytres</i>) et 2 transparentes <i>transversales</i>	orthoptères	sauterelles, criquets
4 ailes	2 demi- <i>élytres</i> 2 ailes transparentes	hétéroptères	punaises
4 ailes	transparentes	<i>odonates</i>	
	a) ailes dissemblables	anisoptères	libellules
	b) ailes attelées ensemble	zygoptères	demoiselles
4 ailes	semblables et transparentes	nevroptères	fourmilions
4 ailes	semblables et transparentes	isoptères	termites
4 ailes	recouvertes d'écaillés	lépidoptères	papillons

On compte environ :

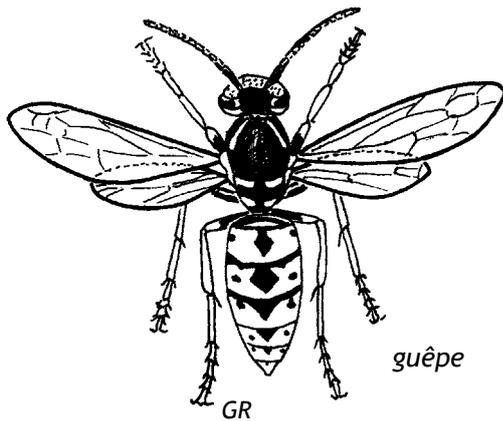
350'000 espèces de coléoptères



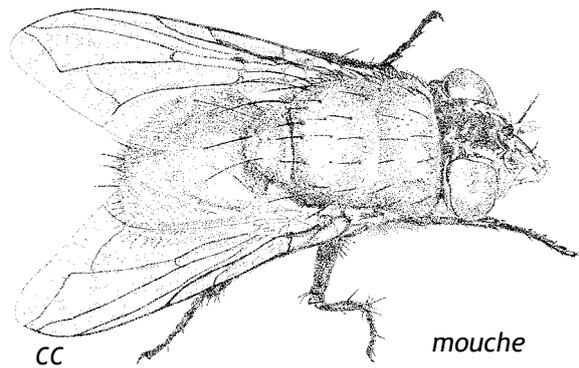
165'000 espèces de lépidoptères



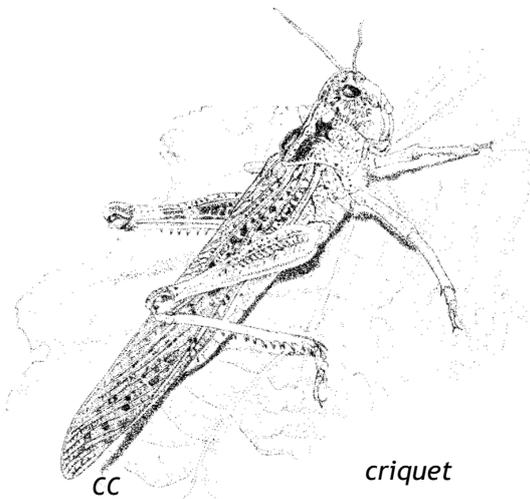
120'000 espèces d'hyménoptères



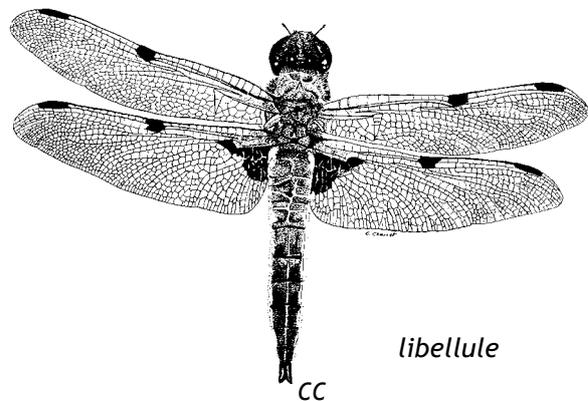
85'000 espèces de diptères



20'000 espèces d'orthoptères



5000 espèces d'odonates (libellules, demoiselles...).



L'intérieur d'un insecte

La tête renferme le cerveau.

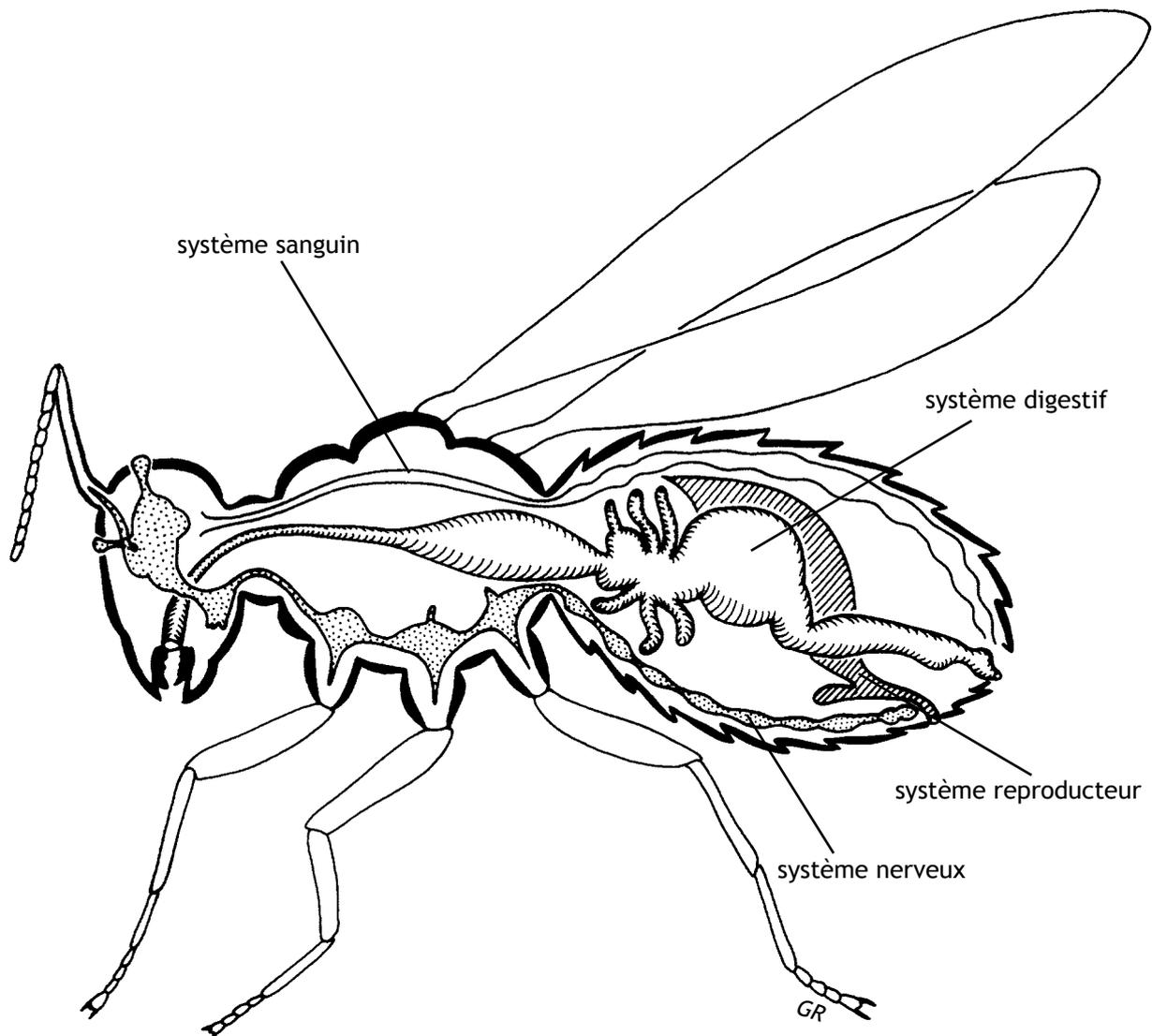
Le thorax sert de point d'attache aux ailes et aux pattes. Ce sont les muscles du thorax qui actionnent les ailes.

L'abdomen contient les organes de digestion et de reproduction, ainsi qu'un système de tubes remplis d'air qui alimentent les organes.

L'abdomen et le thorax possèdent des orifices minuscules appelés *stigmates*, où arrivent les *trachées* respiratoires. L'air entre par ces stigmates; l'insecte ne respire donc pas par des poumons.

Le système nerveux est constitué d'une chaîne de ganglions (analogue à notre moelle épinière, mais ventrale) qui s'étend sur toute la longueur du corps.

Les insectes sont dits à sang « froid », c'est-à-dire qu'ils ont la température de l'environnement. Leur sang, appelé *hémolymphe*, baigne tous les organes et circule grâce aux pulsations du cœur dorsal, long tube mince percé de plusieurs trous.

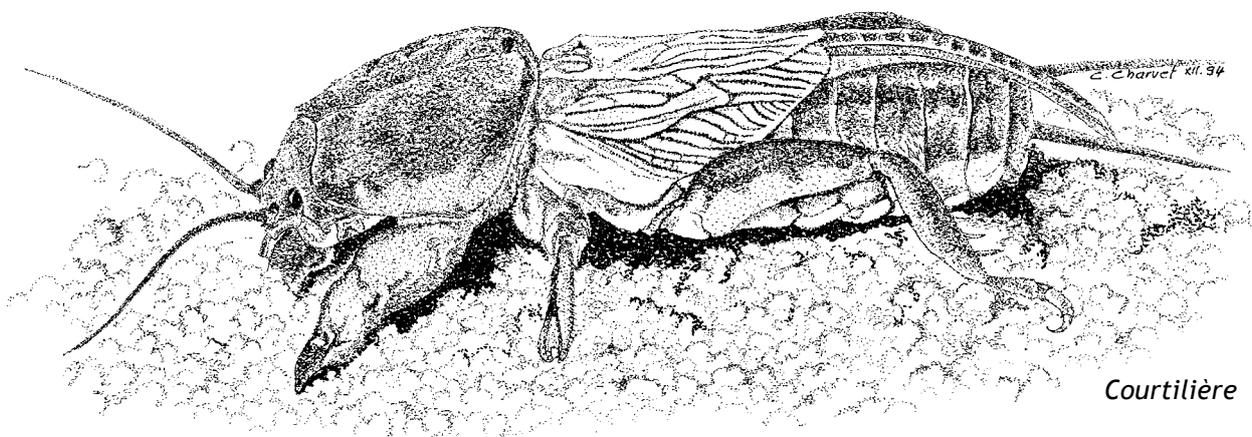


Habitats naturels :

a) dans le sol

Quand les plantes et les animaux meurent, leurs restes tombent au sol. Ainsi, les feuilles mortes en décomposition forment une litière dont se nourrissent de nombreux insectes (asticots, collemboles, coléoptères...) qui participent à son recyclage. Ils seront mangés à leur tour par des coléoptères prédateurs (staphylins, carabes) ou par des courtilières, connues sous le nom de « taupe-grillon ».

Les insectes qui vivent dans le sol font partie des créatures les plus importantes de notre planète : ils contribuent à recycler ces restes, en libérant leurs éléments nutritifs, enrichissant ainsi les cultures et les forêts. Vivre sous terre présente des avantages : pas de risque de déshydratation et de quoi manger en abondance. Beaucoup de larves séjournent sous terre.



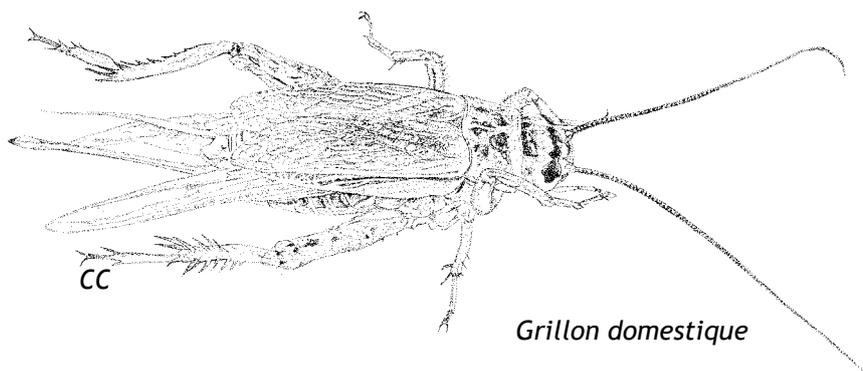
Courtilière

b) à la surface du sol

Les pattes des insectes sont recouvertes de la même enveloppe rigide que le corps. Pour que la patte soit mobile et puisse se plier, elle est divisée en plusieurs parties liées entre elles par des articulations. C'est pourquoi on dit que les insectes sont des *arthropodes* (à pattes articulées), comme les crustacés ou les araignées, qui ont le même type de pattes articulées.

Certains insectes, comme les sauterelles ou les criquets, ont des pattes arrière très développées avec des muscles puissants qui leur permettent de se déplacer en sautant. Pour bondir vers l'avant, ils plient leurs pattes arrière au maximum, puis les détendent en poussant... comme nous quand nous voulons sauter ! D'autres, comme les carabes, sont rapides à la course.

Les insectes ont les pattes qui se terminent par des griffes, avec parfois en plus des poils qui servent de ventouses, comme chez les mouches. Cela leur permet de s'accrocher aux brindilles ou de marcher sur une surface lisse.



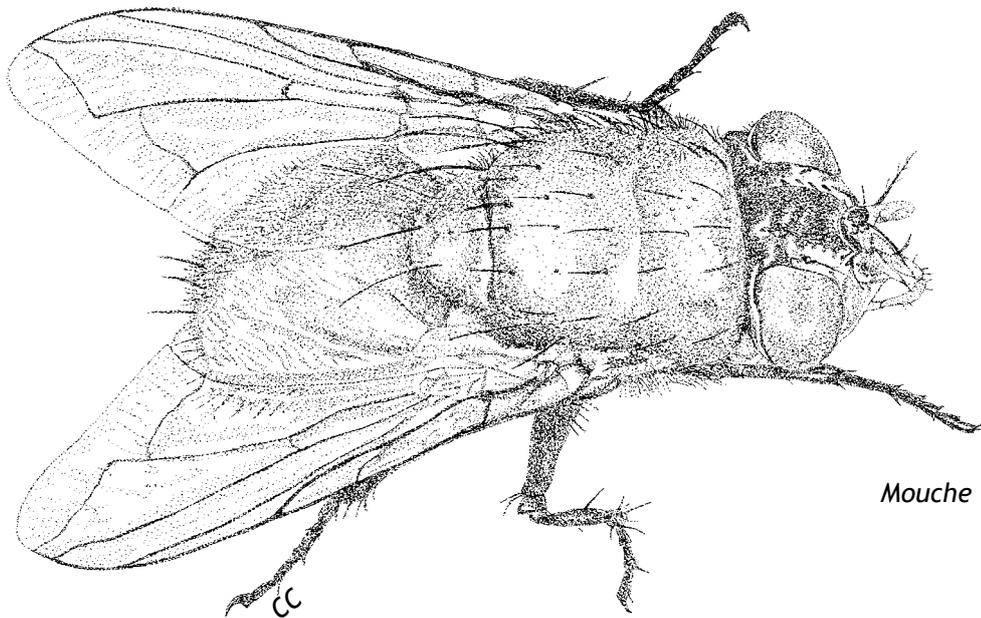
Grillon domestique

c) dans l'air

Les insectes sont capables, pour la plupart, de voler. Les ailes sont constituées d'une fine membrane et sont reliées au thorax par une articulation.

La majorité des insectes, comme le papillon, la guêpe ou la libellule, ont deux paires d'ailes qui battent en même temps. Le battement se fait en forme de 8. Les coléoptères, tels le hanneton et la coccinelle, ont une paire d'ailes rigides, les élytres, qui protègent deux ailes transparentes, seules à battre en vol. Les mouches et les moustiques n'ont qu'une paire d'ailes et dirigent leur vol par une sorte de balancier.

Si les sauterelles se déplacent surtout en sautant, leurs grandes ailes leur permettent aussi de voler. Des coléoptères terrestres comme le scarabée ne volent qu'occasionnellement, pour fuir ou chercher de la nourriture.

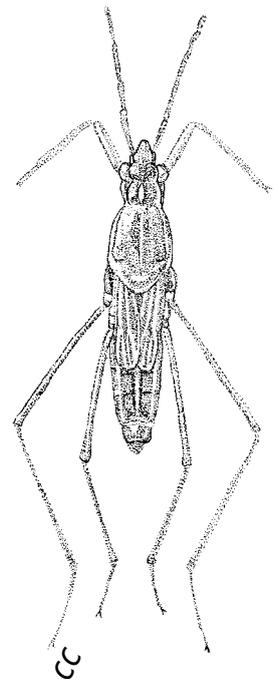


Mouche

d) sur et dans l'eau

L'hydromètre (ou « patineur »), ainsi que le gerris, par exemple, marchent avec légèreté sur l'eau. L'extrémité de leurs pattes est recouverte de poils très fins que l'eau ne peut mouiller ; ils forment ainsi de véritables patins.

D'autres, tels le dytique et la notonecte (punaise d'eau) évoluent, quant à eux, sous la surface de l'eau grâce aux provisions d'air piégées sous leurs élytres ou hémélytres.



Gerris

Les nids

Du plus simple au plus complexe, de la loge creusée dans le sol par une guêpe solitaire à la termitière qui abrite des millions d'ouvriers et une seule reine, il existe une grande variété de nids bâtis par les insectes dits sociaux.

Celui de la **guêpe** est construit par la reine au moyen de plusieurs parois en papier faites de fibres de bois mastiquées et additionnées de salive. Les œufs donnent naissance aux ouvrières qui continuent la construction du nid et nourrissent la reine, laquelle se consacre alors exclusivement à la ponte.

Les **abeilles** forment des colonies complexes consistant en une reine, des mâles et des ouvrières stériles. Le nid des abeilles se compose de rayons de cire verticaux constitués de milliers d'alvéoles où sont élevées les larves et entreposés le pollen et le miel. Les ruches des abeilles sont faites de cire produite par des glandes situées sous l'abdomen. Les alvéoles, comme chez la guêpe, ont six côtés : elles sont hexagonales.

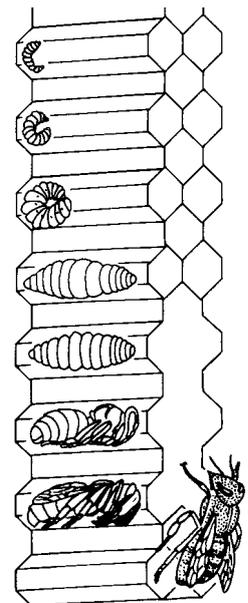
Les **fourmis** vivent en colonies très organisées, comportant une ou plusieurs reines, ainsi que des ouvrières et des soldats. Selon les espèces, le nid peut n'héberger qu'une poignée d'individus ou en compter des dizaines de milliers, voire des millions. Certaines fourmilières atteignent 6 mètres de haut. Les ouvrières adultes s'occupent d'élever les larves.

Ce sont les **termites** qui édifient les sociétés les plus nombreuses et les plus complexes. Le nid de certaines espèces est entièrement « climatisé » et peut abriter jusqu'à 5 millions d'individus. La reine vit avec le roi dans une chambre spéciale, où de nombreux ouvriers la nourrissent. Partant en rayon de la termitière, de nombreux sentiers couverts sont gardés par de grands soldats.

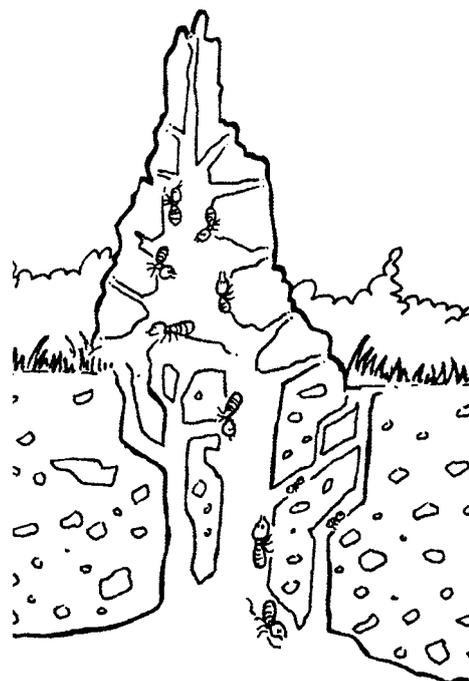


Nid de guêpe
(photo G. & D. Thurre)

Nid d'abeilles (GR)



Fourmilière (GR)



Termitière (JF)

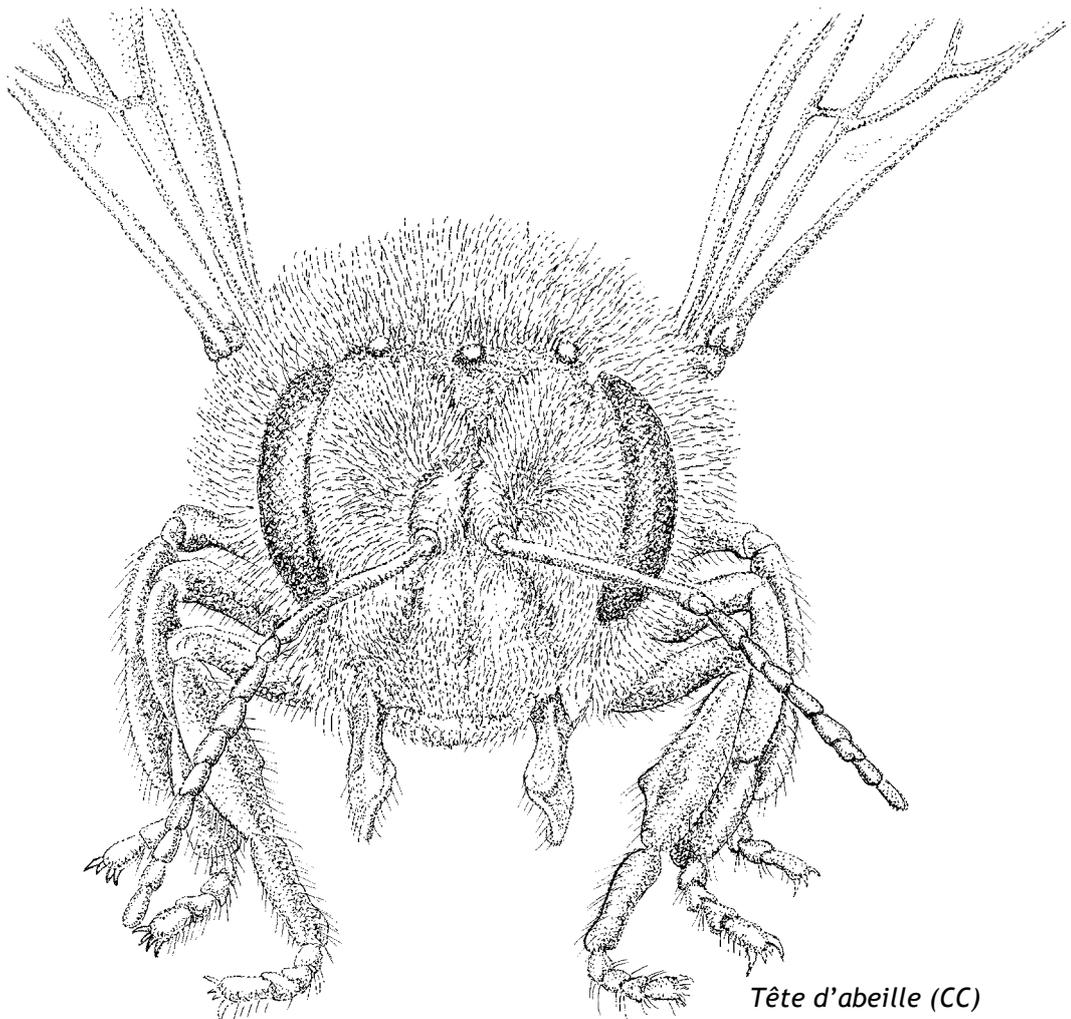
Mode de vie : voir, entendre, goûter, sentir...**a) voir**

Les insectes ont généralement une paire d'yeux composés et des yeux simples. Une guêpe, par exemple, dispose de deux paires d'yeux composés et de trois yeux simples sur le sommet de la tête.

Les yeux composés sont faits de milliers de petits yeux élémentaires assemblés, telle une mosaïque, en hexagone. Ils sont parfois très développés comme chez les libellules, par exemple, qui peuvent voir tout autour d'elles, et même derrière, sans bouger la tête !

Les yeux simples sont appelés *ocelles*. Situés sur le dessus de la tête, ils servent à capter les variations de luminosité.

Nous ignorons comment les insectes identifient les formes et les couleurs, mais savons que certains d'entre eux sont attirés par la lumière ultraviolette et la couleur jaune, alors qu'ils restent insensibles au bleu et au rouge. La vue constitue probablement pour les insectes un sens secondaire car, pour la plupart, le monde est une immense palette d'odeurs et de goûts. Il semblerait qu'en général, les insectes dont la vue n'est pas bonne, sont pourvus d'antennes longues et sensibles.



Tête d'abeille (CC)

b) entendre

Les insectes n'ont pas d'oreilles à proprement parler, mais beaucoup sont quand même capables de percevoir des sons. Ils sentent ces vibrations de l'air grâce aux poils qui recouvrent leur corps ou par leurs antennes, ou encore par leurs *tympan*s, comme les criquets, les sauterelles ou les papillons. Le tympan est une fine membrane située sur le ventre, sur la patte ou sur le thorax selon les espèces, qui capte les sons en vibrant, comme le tympan de notre oreille.



Antenne bipectinée



Antenne filiforme



Antenne lamellée



Antenne en forme de massue



Antenne pectinée



Antenne de moustique

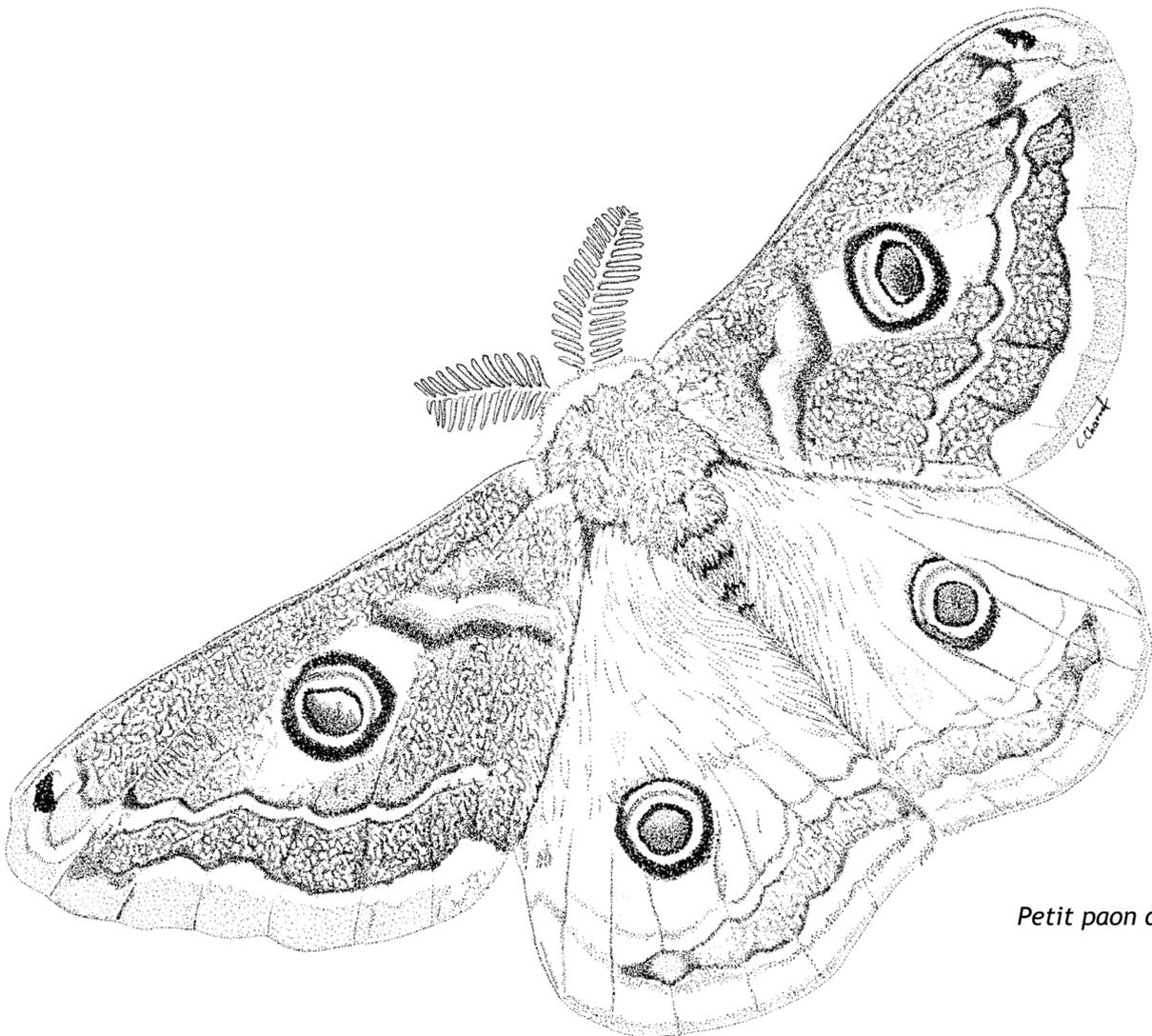
c) goûter et sentir

Les insectes sont beaucoup plus sensibles aux goûts et aux odeurs qu'aux sons et aux images. Les antennes ont un rôle très important : elles permettent aux insectes de se repérer surtout grâce aux goûts et aux odeurs : elles sont à la fois « leur langue et leur nez ». Celles-ci ont des formes et des dimensions très variées en fonction de l'espèce et du sexe de l'insecte. Les antennes sont le principal moyen de communication pour des insectes comme les fourmis, les abeilles, les papillons de nuit...

On sait que la vie des insectes sociaux est régie par des systèmes de communications chimiques qui assurent une synchronisation parfaite des rouages complexes d'une colonie.

Chez les fourmis par exemple, les antennes servent à identifier d'autres fourmis, à chercher de la nourriture ou encore à retrouver le chemin de la fourmilière.

Certains papillons de nuit peuvent sentir l'odeur de la femelle à plus d'un kilomètre de distance grâce à de grandes antennes plumeuses, comme l'illustre l'exemple du petit paon de nuit.



Petit paon de nuit

Survivre !

Le monde des insectes est une « jungle » où il est bien difficile de survivre, alors chacun possède ses trucs et ses astuces pour essayer de tirer son épingle du jeu.

- Face à un danger, la première solution employée est bien souvent de s'enfuir ! Pour tous ceux qui ont des ailes, il est facile de s'envoler rapidement. Mais ceux qui ne peuvent pas voler se débrouillent autrement, en courant très vite comme les blattes, en faisant de grands bonds comme les sauterelles, ou en se laissant tomber comme les chrysomèles.

Lorsqu'un ennemi arrive, certains insectes restent totalement immobiles au lieu de s'enfuir. C'est parce qu'ils ont une apparence qui leur permet de se confondre avec le milieu où ils vivent. Ainsi camouflés, leur tactique est donc de ne pas bouger et d'attendre que le danger passe sans se faire repérer. Les phasmes, par exemple, ont la forme et la couleur de feuilles ou de petites branches. Certains papillons de nuit ont le même aspect que les écorces d'arbres : posés sur un tronc, immobiles, ils sont quasiment invisibles.

En dehors du camouflage qui les fond parfaitement avec leur environnement, les insectes disposent d'autres protections contre certains ennemis. Après une expérience désagréable, un prédateur évitera les individus toxiques, non comestibles, qui pourraient piquer ou mordre. Différents insectes ont de curieux dessins en forme d'œil sur leurs ailes postérieures pour intimider.

Si certains s'enfuient ou se cachent devant un danger, d'autres n'hésitent pas à l'affronter et à se défendre activement. C'est le cas bien sûr des guêpes ou des abeilles qui sont armées d'un dard par lequel elles injectent du venin lorsqu'elles piquent leur ennemi. Les guêpes signalent qu'elles sont dangereuses par leur habit jaune et noir.

Les insectes disposent de passablement de moyens de défense mécaniques ou physiques. Si d'aucuns se cachent ou se raidifient comme mort pour désintéresser les prédateurs, d'autres exhibent pinces, cornes et autres armes défensives en prenant des postures menaçantes. Les punaises émettent d'horribles odeurs, alors que les carabes que l'on nomme « bombardiers » sécrètent des liquides faisant explosion au contact de l'air quand ils sont menacés.

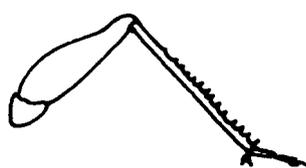
- Certaines espèces d'insectes (des papillons surtout) sont liées à une ou à quelques espèces de plantes en particulier : ils pondent leurs œufs sur cette espèce végétale seulement et les larves se nourrissent uniquement de cette plante : on l'appelle la plante-hôte de l'insecte. Si celle-ci disparaît, l'espèce est menacée.
- Les insectes naissent avec des instruments adaptés aux « métiers » les plus divers. Les insectes aquatiques, par exemple, bénéficient de pattes en forme de rame. Leur abdomen est prolongé par un tuyau qui leur permet de respirer en restant sous l'eau. De nombreux insectes ont des « accessoires » : pattes en crochets, tenailles, aiguille de seringue, trompe-chalumeau, pattes en lame de canif, organes lumineux, ainsi que toute une panoplie de peignes et brosses permettant de se nettoyer.

Diverses pattes d'insectes (GR)

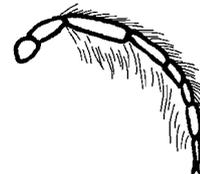
courtilière



sauterelle



dytique



pou



mante religieuse



guêpe



Quelques chiffres

Longévité :

Lorsqu'ils sont adultes, certains insectes vivent seulement quelques heures, d'autres plusieurs années. Les éphémères adultes, sortes de gros moucheron, meurent avant la fin de la journée qui les a vu apparaître, alors que leurs larves ont mis une année à se développer. Les hannetons vivent trois à quatre ans à l'état larvaire, mais une fois adultes, ils ne vivent que quelques semaines.

Voici quelques chiffres :

Durée de vie larvaire et imaginale :

17 jours pour une mouche domestique mâle; 28 jours pour une mouche domestique femelle; 10 semaines pour une abeille ouvrière; 4 ans pour une puce; 5 ans pour une reine abeille; 15 ans pour une reine termite; 17 ans (dont 16,5 à l'état larvaire) pour une cigale; 30 ans (dont 29,5 à l'état imaginale) pour un bupreste.

Taille :

L'insecte le plus gros : le coléoptère goliath, 110 mm de long.

L'insecte le plus petit : le mymar (microguêpe), 0,17 mm de long.

La grande demoiselle a la plus grande envergure chez les libellules : 19 cm.

Le papillon atlas est celui qui possède les plus grandes ailes : 30 cm d'envergure.

Varia :

Vous avez dit « fourmi » ? La famille des formicidés comprend 9538 espèces de fourmis, et le genre *Formica* comporte 157 espèces.

Le moucheron fait 62'760 battements d'ailes par minute; le papillon machaon 300.

Une reine d'abeille peut pondre jusqu'à 1500 œufs par jour.

Le reine de certains termites pond jusqu'à 30'000 œufs par jour, soit une toutes les 3 secondes.

Le lépisme (cousin du poisson d'argent sous nos latitudes) peut connaître jusqu'à 60 mues.

Un criquet peut sauter 35 fois sa taille en longueur.

Il existe 150'000 espèces de papillons.

Certains papillons migrateurs parcourent jusqu'à 3500 km (le monarque).

Les vers, insectes, mille-pattes et autres animaux de la microfaune pèsent 1 tonne à l'hectare (soit 200 fois plus que les grands mammifères).

⇒ L'exposition vous propose bien d'autres chiffres encore.

III. L'homme et l'insecte :

Les insectes sont-ils nuisibles ou utiles ?

Poser la question de l'utilité ou de la nuisibilité, c'est avoir une vision anthropocentrique de la nature. Les vivants existent de leur plein droit et n'ont pas à justifier leur existence. Sans polémiquer, la nature estimerait-elle l'homme nuisible ou utile ?

Les insectes sont indispensables au bon fonctionnement de pratiquement tous les écosystèmes, mais nous ne prenons généralement conscience de leur présence que lorsqu'ils constituent une nuisance.

Le moustique nous agace, mais la coccinelle nous paraît charmante. L'abeille est domestiquée, mais la guêpe dangereuse. Le pou envahit nos classes depuis des générations. Le ver à soie produit, dans un seul cocon, 2 km de fil de soie, mais d'autres « vers » (larves) attaquent et détruisent nos charpentes...

Nombreux sont les insectes qui transportent le pollen, assurent la fécondation des fleurs et la production des fruits, mais les criquets, s'ils s'abattent sur une récolte, peuvent tout ravager et amener la famine ! Manger... et être mangés : on peut rappeler aux enfants qu'il y a des sociétés entomophages et que les insectes sont considérés, depuis l'Antiquité, comme des friandises par certaines civilisations.

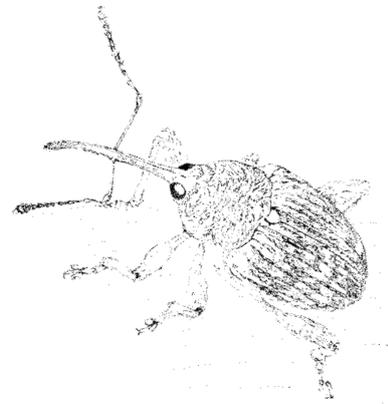
Alors, utiles ? Nuisibles ? Voire neutres ? Ce n'est pas si simple. Tout dépend du milieu où ils se trouvent et de la place qu'ils occupent dans la chaîne alimentaire. Beaucoup d'insectes se nourrissent d'autres insectes et participent au maintien de l'équilibre de la nature. En détruisant certaines espèces avec les insecticides, l'homme a perturbé cet équilibre.

Sur le million et quelque d'espèces d'insectes recensés sur Terre (sur les 20 millions qui doivent exister), seuls quelque 3000 sont considérés comme véritablement nuisibles pour l'homme et son industrie, ce qui représente le 0,3% du nombre d'espèces connues. La grande majorité est donc utile ou neutre (c'est-à-dire qu'on n'a pas encore prouvé leur utilité pour l'homme).

Voici une liste de critères de classement.

Nuisibilité des insectes :

- Destruction de végétaux cultivés, grains entreposés, bois de construction, aliments
- Transmission de maladies aux plantes, animaux et hommes
- Toxicité ou réactions allergiques (venin, poils, salive)



Charançon (illustr. CC)

Utilité des insectes :

- Pollinisation des fleurs (-> fruits, graines,...)
- Insectes prédateurs ravageurs d'autres insectes
- Insectes sources de molécules pharmacologiques (ou colorants)
- Insectes sources de nourriture pour l'homme (larves de palmier, criquets, fourmis, miel,...)
- Insectes phytophages pour lutter contre des plantes envahissantes
- Insectes sources de nourriture pour les poissons, oiseaux, etc.
- Insectes recycleurs de déchets (bois mort, cadavres, crottes)

Imaginons un instant que nous puissions, d'un coup de baguette magique, éliminer les insectes de notre monde, nous défaire de ces innombrables petites bêtes qui grouillent partout. Qu'il serait agréable de vivre dans un monde libéré des mouches, moustiques, guêpes, taons, fourmis et autres termites.

Mais serait-il si agréable, ce monde débarrassé de tout ce petit peuple grouillant ?

Dans les équilibres naturels, les insectes pollinisent les fleurs, recyclent le bois mort, crottes et autres déchets, font disparaître les cadavres et servent de nourriture principale à d'innombrables animaux.

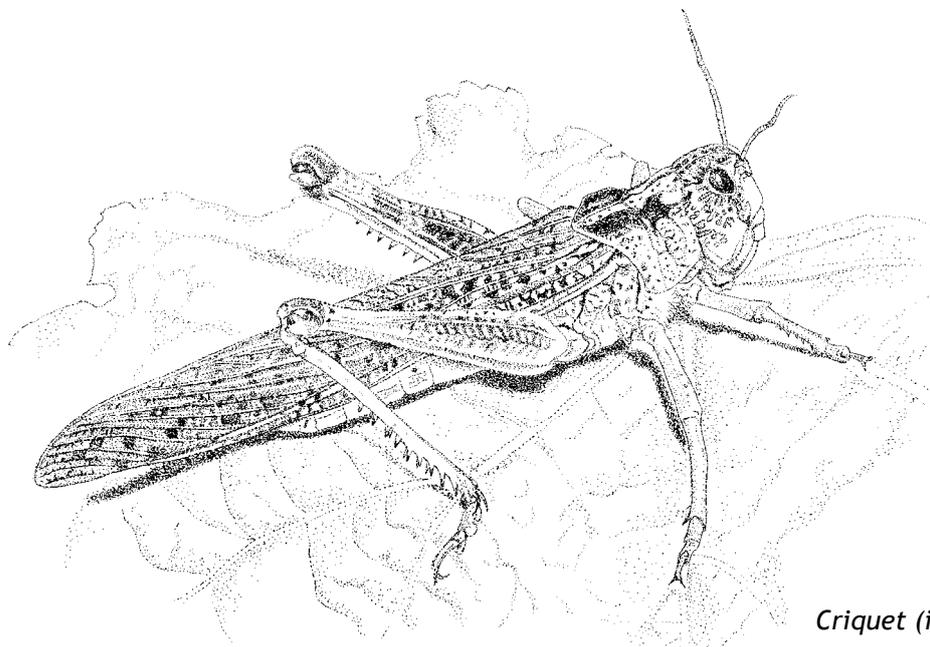
Donc, sans les insectes, il n'y aurait pas de fruits, légumes, fleurs, ni de produits dérivés des plantes à fleurs (vin, sirops, confitures,...). Il y aurait moins d'oiseaux et de poissons. Le bois mort, les cadavres, les bouses et crottes s'accumuleraient et stériliseraient la terre.

Ne resteraient que les plantes fécondées par le vent (conifères, arbres comme le noisetier, les céréales), les graminées, la viande des ruminants et les produits dérivés (fromage, laitages) et l'eau comme seul breuvage.

Bien sûr, l'absence d'insectes signifierait aussi que certaines maladies auraient disparu (malaria, maladie du sommeil, filarioses), mais, nous l'avons dit plus haut, la suppression des insectes signifierait un arrêt de mort pour l'espèce humaine dans l'espace de quelques années seulement.

Les envahisseurs

Le qualificatif « dangereux » est appliqué aux espèces susceptibles de faire des dégâts sur les cultures vivrières ou industrielles. L'ingestion par les criquets de pesticides ou de végétaux toxiques peut provoquer des empoisonnements chez l'homme lorsque ce dernier en consomme. Mais aucune maladie ne paraît devoir être transmise aux hommes et aux plantes par les criquets, encore que quelques coïncidences aient été notées entre des arrivées massives de criquets et des maladies respiratoires chez l'homme.



Criquet (illustr. CC)

Transmission des maladies

La malaria est répandue dans les contrées tropicales. Avec plus de 500 millions de personnes atteintes, c'est l'une des maladies les plus répandues sur Terre. Près d'un million de personnes meurent chaque année du paludisme ! Cette maladie est transmise par la salive de certains moustiques (*Anopheles* sp.) qui se nourrissent de sang humain. Le *Plasmodium* (le genre de protozoaire agent du paludisme), est prélevé par le moustique lors d'une piqûre sur un homme porteur de plasmodium. Il traverse la paroi intestinale, se développe et produit en masse des sporozoïtes qui se rendent dans les glandes salivaires du moustique. Certaines espèces de plasmodium peuvent occasionner des blocages de la circulation, entraînant des complications cérébrales mortelles.

L'invisible révélé grâce au Microscope Electronique à Balayage (MEB):

Longue est l'histoire des appareils permettant de voir des objets ou des détails trop fins pour être observés par l'œil humain. Les plus anciennes loupes datent de l'Antiquité et étaient de simples billes de verre. Vers 1600 apparaissent les premiers microscopes composés de plusieurs lentilles; ils utilisent la lumière comme source d'éclairage et les grossissements sont limités à environ 200x. Ces microscopes optiques évoluent ensuite pour atteindre aujourd'hui des grossissements de 1000x. Au début du XX^e siècle, on envisage l'utilisation d'un faisceau d'électrons pour «éclairer» l'objet, ce qui permet d'obtenir des grossissements bien supérieurs. Nous avons actuellement à disposition des appareils nous permettant de produire l'image d'un objet à des grossissements allant de 1x (taille réelle de l'objet) à 1'000'000x.

Le MEB est un microscope qui utilise un faisceau d'électrons pour «éclairer» la préparation. Si les caractéristiques des électrons lui permettent d'obtenir des grossissements de plus de 100'000x avec une netteté excellente, il ne peut cependant produire que des images de la surface des objets, car les électrons ne pénètrent pratiquement pas dans la matière.

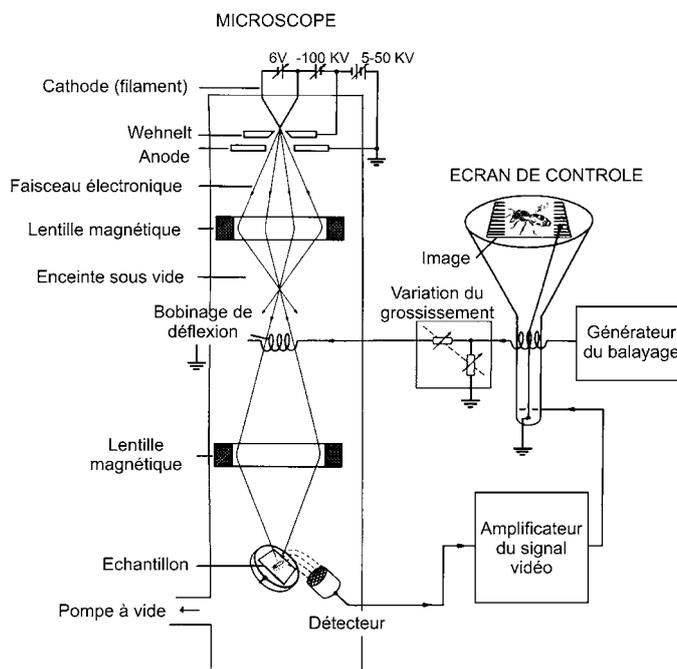
Le fonctionnement du MEB peut être résumé ainsi: un filament de tungstène chauffé sous vide à de très hautes températures (environ 2400°C) évapore des électrons. Ces derniers sont ensuite accélérés par un champ électrique puissant (créé entre le filament et l'anode) pour former un faisceau cohérent. Celui-ci est rendu ponctuel (réduit à un «point») par des lentilles magnétiques qui le font converger au niveau de l'échantillon à observer. Les électrons de ce faisceau ponctuel rebondissent en partie sur un point de l'objet, ou lui arrachent des électrons. Ces électrons sont détectés par des capteurs qui envoient un signal vers un ordinateur. Le faisceau est ensuite déplacé, et l'opération se répète pour le point voisin. L'objet est ainsi balayé point par point et ligne par ligne par le faisceau électronique pour former l'image sur l'écran de contrôle.

Le grossissement est obtenu par le déplacement du faisceau sur l'objet: si le faisceau balaye largement l'objet, le grossissement sera faible, s'il balaye une toute petite portion de l'objet, le grossissement sera fort. La profondeur de champ (plage nette dans une photo) est très grande du fait que le faisceau électronique est très étroit. On estime que la profondeur de champs est de 500 à 1000 fois plus grande qu'avec des appareils optiques.

L'utilisation d'un faisceau d'électrons implique que toute la partie entre le filament et l'échantillon soit sous haut vide. Sinon les électrons sont immédiatement arrêtés par les molécules de l'air et ne peuvent former un faisceau optiquement utilisable. On ne peut donc pas, sans autre, observer des objets vivants ou contenant de l'eau, qui doivent alors être fixés et séchés soigneusement.

Pour assurer une qualité parfaite des images, on dépose sur les objets une fine couche de métal pour éviter que les électrons s'accumulent sur l'échantillon.

Il n'y a pas de couleurs dans la génération d'images électroniques. En MEB, toutes les photos en couleurs sont colorées arbitrairement, soit à la main, soit avec un ordinateur. Le MEB du Muséum d'histoire naturelle permet des grossissements très faibles (2x) et très forts (jusqu'à 300'000x) avec tous les intermédiaires. L'agrandissement est spécifié pour chaque photo illustrée ci-dessous.



PHOTOS PRISES AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE À BALAYAGE

(Photos J. Wüest)



A G = 37,5x



B G = 15x



C G = 12x



D G = 34x



E G = 100x



F G = 18x

A faire rechercher par les élèves

A: puce de face / B: puce de profil / C: pou / D: charançon / E: tête de coléoptère / F: tête de mouche

IV. Glossaire

abdomen (n.m) : troisième partie ou partie postérieure du corps de l'insecte.

aptère (adj.) : se dit d'un insecte qui n'a pas d'aile.

arthropode (n.m) : animal dont le corps est recouvert d'une enveloppe rigide et dont les pattes sont formées de plusieurs parties articulées. Les araignées, les crustacés, les insectes, sont des arthropodes.

buccal (appareil buccal, pièces buccales) (adj.) : qui est relatif à la bouche. Les pièces buccales sont des appendices qui entourent la bouche des insectes. L'ensemble des pièces buccales constitue l'appareil buccal dont la forme varie beaucoup selon les insectes.

chitine (n.f) : constituant caractéristique de la cuticule des insectes.

chrysalide (n.f) : ce mot désigne l'état intermédiaire du développement de certains insectes. C'est l'état qui sépare la larve de l'adulte. Seuls les insectes à métamorphose complète passent par l'état de chrysalide. Synonymes : nymphe, pupa.

cuticule (n.f) : enveloppe externe et rigide du corps des insectes.

élytre (n.m) : ailes antérieures de certains insectes. Les élytres sont rigides et recouvrent les ailes postérieures souples lorsque l'insecte est au repos. La présence d'élytres est caractéristique d'un ordre d'insectes, celui des coléoptères.

entomologie (n.f) : science consacrée à l'étude des insectes.

exosquelette (n.m) : squelette externe des insectes formé par la cuticule, il a un rôle de soutien et de protection du corps.

hémolymph (n.f) : nom que l'on donne au sang des insectes. Il circule librement dans tout le corps alors que chez les hommes le sang circule dans des vaisseaux (les veines par exemple).

imago (n.m) : désigne un insecte entièrement développé, arrivé à l'état adulte, que l'on appelle aussi insecte parfait.

invertébré (n.m) : animal qui n'a pas de colonne vertébrale. Les mollusques, les arthropodes (etc.) sont des invertébrés alors que les poissons, les batraciens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères sont des vertébrés (ils ont une colonne vertébrale).

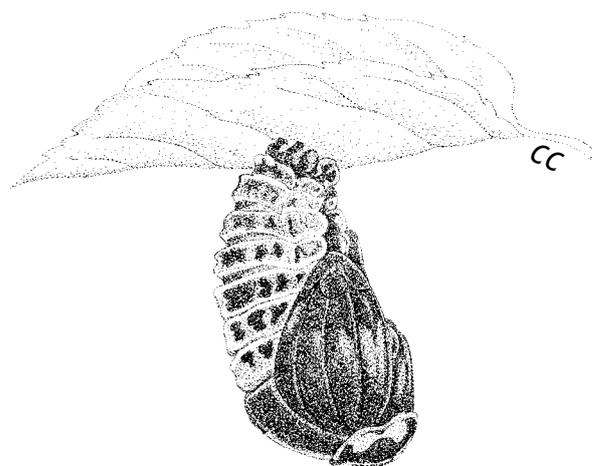
larve (n.f) : état qui suit la sortie de l'œuf et précède l'état imaginal (insecte à métamorphoses incomplètes comme le forficule) ou l'état nymphal (insectes à métamorphoses complètes comme le papillon).

mandibule (n.f) : les mandibules sont deux pièces buccales dures servant, chez certains insectes, à saisir et broyer la nourriture. Elles servent également, selon les espèces, de pinces, d'outils, d'armes (comme chez les lucanes)...

métamorphose (n.f) : série de transformations que subit un insecte avant d'arriver à l'état adulte. La transformation est complète lorsque l'insecte passe par quatre états : œuf, larve, nymphe (ou chrysalide chez les papillons). La transformation est incomplète quand il n'y a pas d'état nymphal différencié.

mue (n.f) : pour un insecte, c'est le fait de changer de cuticule (sa « peau »). Cela se produit à plusieurs reprises au cours de la croissance de l'animal à l'état larvaire.

nymphe (n.f) : état de développement précédant celui d'imago (adulte). La nymphe est le stade intermédiaire de la métamorphose complète, après la larve.



ocelle (n.m): œil simple des insectes qui permet de capter les variations de luminosité. Chaque insecte possède généralement trois ocelles qui sont disposés en triangle sur la tête.

œil composé (n.m): appelés également yeux à facettes, les yeux composés dont sont dotés certains insectes sont constitués de centaines ou milliers de lentilles (sortes de «petits yeux»). Ils permettent de percevoir les formes et les couleurs différemment par rapport à l'œil humain, mais aussi et surtout de détecter les mouvements beaucoup plus rapidement.

parasite (n.m): certains organismes vivent au dépend d'autres organismes. On dit qu'ils sont des parasites. Par exemple, le pou est un parasite de l'homme puisqu'il se nourrit de son sang.

stigmate (n.m): petite ouverture par laquelle l'air pénètre dans le corps; les stigmates sont situés sur les côtés du corps de l'insecte.

thorax (n.m): partie du corps de l'insecte située entre la tête et l'abdomen et portant les trois paires de pattes et éventuellement les ailes.

trachée (n.f): tube respiratoire situé à l'intérieur du corps de l'insecte et s'ouvrant à l'extérieur par un stigmate. Les trachées forment un réseau ramifié dans lequel l'air circule pour être distribué dans tout le corps.

tympan (n.m): fine membrane tendue sur une bordure rigide en chitine (selon le même principe qu'un tambour). Cette membrane capte les sons en vibrant et transmet les informations au cerveau.



Sylvio le grillon ©P. Luguay

V. Références bibliographiques

Sites WEB

- www.insectes.org
- <http://membres.lycos.fr/utisfr/entomologie.htm>
- <http://www2.ville.montreal.qc.ca/insectarium/html/menu.htm>
- http://www.insectes.org/actualites/fiche_actu.md?cle_actu=15
- <http://www.inra.fr/Internet/Hebergement/OPIE-Insectes/>

Le site du Muséum propose une bibliographie importante sur le sujet :
<http://www.ville-ge.ch/mhng/>

Voir également le site du SEM: <http://www.geneve.ch/crdp/Bibliographies.html>

Orientation bibliographique

Pour les enseignants

- Jean-Jacques Bignon, *Observer les insectes*, éd. Proxima 2002.
- Steve Brooks et Laurence Mound, *Insectes*, éd. Gallimard jeunesse (Poche VU Junior), Paris 2003.
- Michael Chinery, *Les insectes d'Europe occidentale*, éd. Arthaud, Paris 1995 (320 p.)
- Collectif, OPIE Poitou-Charentes, *Les insectes, petits mais costauds*, éd. Belin (collection éveil nature) 2002.
- Patrice Leraut, *Les insectes dans leur milieu*, éd. Bordas (Ecoguides), Baumes-les-Dames 1990.

Pour les élèves (à mettre en classe)

- *Le peuple des insectes*, éd. Gallimard, collection Les Yeux de la découverte, sans date.
- A. Baudier, *Comment reconnaître les insectes*, éd. Millepages 1989.
- M. Duquet, *Insectes et autres petites bêtes*, éd. Nathan Questions/réponses, 6-9 ans, Paris 1995.
- Jan Partar, *Pleins feux sur les insectes*, éd. Héritage, Gamma jeunesse, 1993

Un peu de pratique et de jeux

- François Lasserre, *Jeux d'insectes, plus de 70 activités et animations*, éd. de l'OPIE, Guyancourt 2004 (84 p.)
- Léon Roguez, *Elever des petites bêtes*, éd. Milan (Carnets de la nature), Toulouse 1997.
- Léon Roguez, *Les petites bêtes des rivières et des étangs*, éd. Milan (Carnets de la nature), Toulouse 1997.

Et si l'on pensait BD ?

Une exposition sur le thème des insectes et arthropodes se trouve de juin à septembre au Jardin botanique, et du 4 au 28 octobre, à la Bibliothèque des Eaux-Vives Jeunes, puis du 1^{er} novembre au 22 décembre à la Bibliothèque de la Jonction Jeunes. Un questionnaire est à disposition pour explorer les 20 panneaux (plus de 130 vignettes BD) de cette exposition.

Renseignements: Daniel Thurre, tél. 022 / 418 64 33.

Pour les jeunes, de 8 à 12 ans :

Bogzzz, 3 tomes, dessins de Nobs, éd. Glénat 2002-2004.

Sylvio, 3 tomes, dessins de Luguay, Bernard Grange Editions 2004-2005.



©G. Calza

Complément : orientation filmographique

- *Microcosmos, le peuple de l'herbe*, film de C. Nuridsany & M. Pérennou 1996.
- *Les envahisseurs invisibles: puces, acariens, mouches*, film de Thierry Berrod, 2000.
- *Insectoscope*, L'encyclopédie sur les insectes pour les 6-12 ans, 2 DVD, TF1 Vidéo 2004

REMERCIEMENTS

Muséum :

Giulio Cuccodoro, Danielle Decrouez, Volker Mahnert et Jean Wüest pour la relecture du dossier

André Piuze pour la rédaction du texte sur le microscope électronique à balayage

Corinne Charvet pour la composition et la mise en page, ainsi que pour les sources iconographiques et la réalisation de nombreux dessins

Camilena Cebreros, Javier Fortea, Jean-Paul Lasternas et Gilles Roth pour les illustrations

Florence Marteau pour la mise en page de la couverture

Violaine Régnier et Bernard Cerrotti pour l'impression et l'assemblage.

DIP :

Suzanne Schoeb (Service de l'environnement) pour sa relecture et ses conseils

Claire-Lise Coste et Jean-Pascal Mugny (Service de l'éducation musicale) pour leur complicité

Louissette Chabloz, Pascale Sonney et Patrick Johner (SEM) pour leur collaboration.

Auteurs de BD hors Muséum :

Gilles Calza et Philippe Luguy pour leur contribution.

Liste et source des illustrations

Toutes les illustrations et photographies sont produites par le Muséum d'histoire naturelle de Genève©.

Illustrations: Camilena Cebreros / Corinne Charvet (CC) / Javier Fortea (JF) / Jean-Paul Lasternas (JPL) / Gilles Roth (GR)

Photos: Bernard Landry / Daniel & Gaëlle Thurre / Jean Wüest