

Les Hexapodes

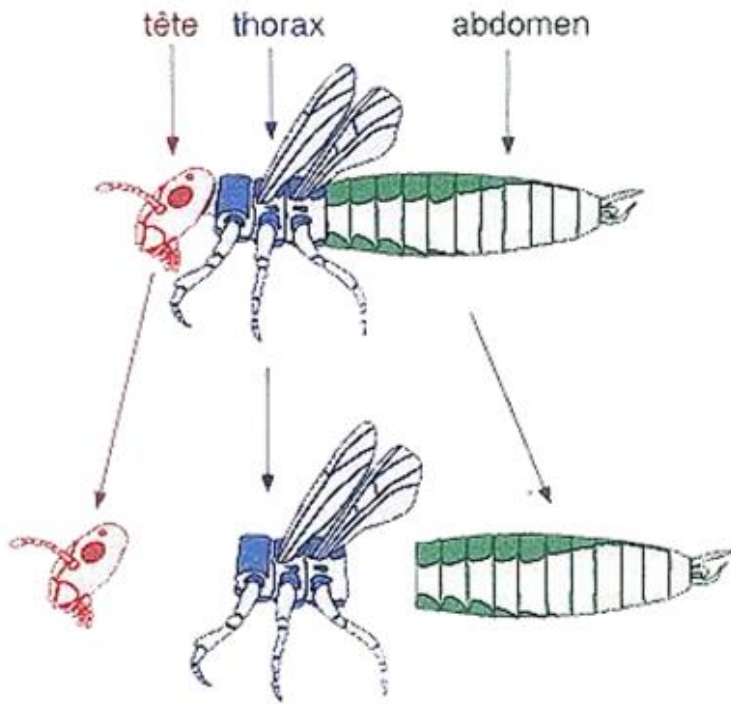
+ de 1 million 600 000 espèces décrites.

Groupe très important que l'on retrouve sur tout le milieu terrestre et dulcicole. En revanche, absents du milieu marin (crustacés marins).

I- Morphologie des Hexapodes

3 grandes segmentations :

- tête
- thorax (prothorax, mésothorax, métathorax)
- abdomen



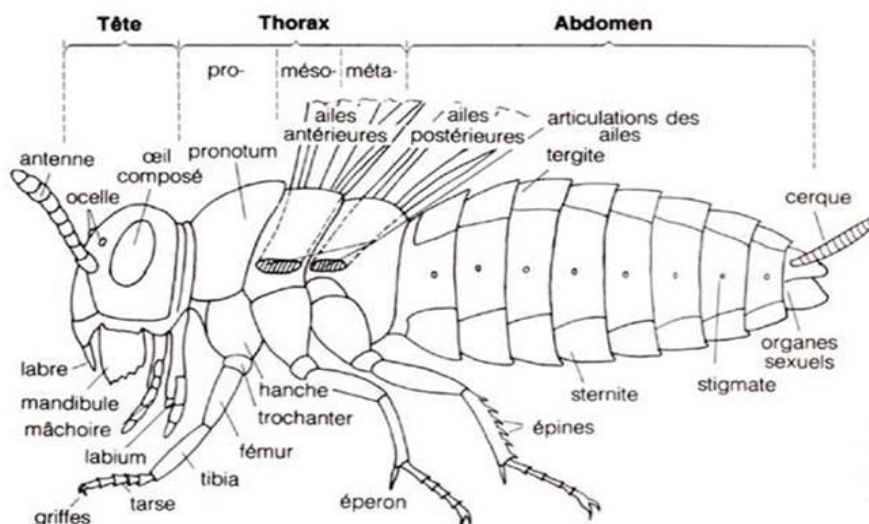
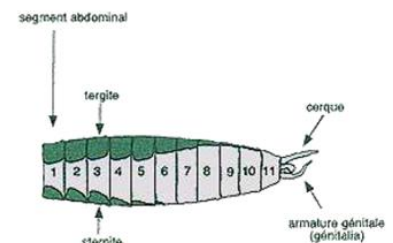
Tête : porte les organes sensoriels (yeux composés ou non, antennes ou non)

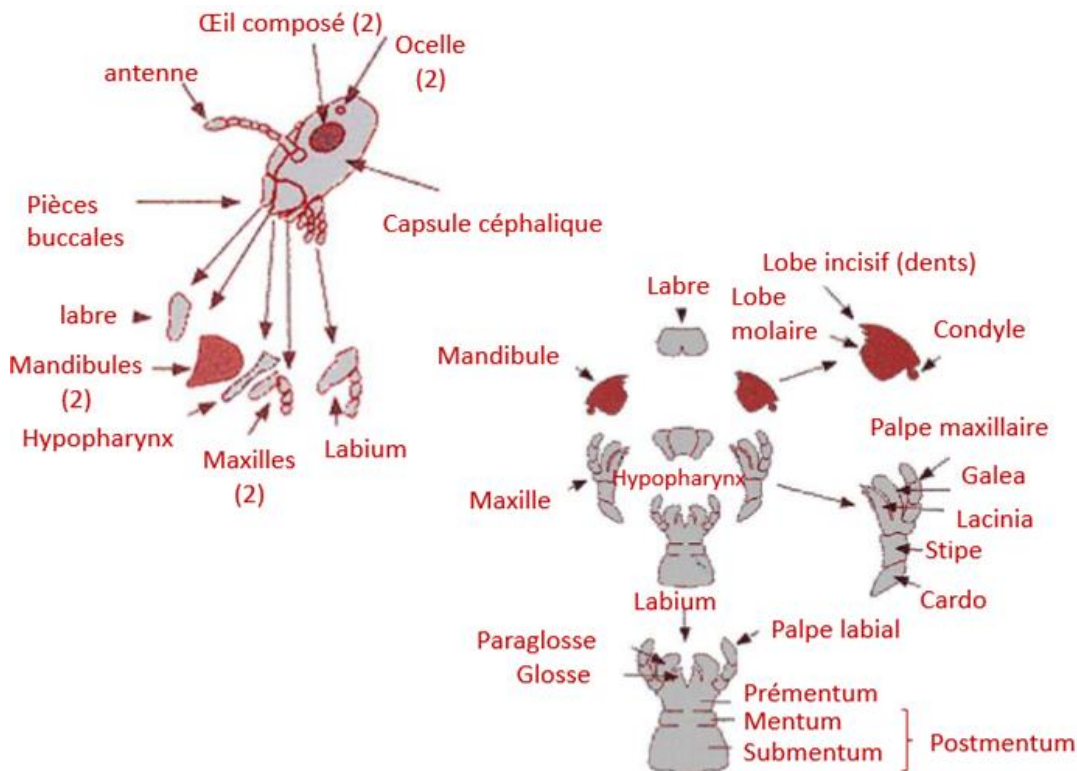
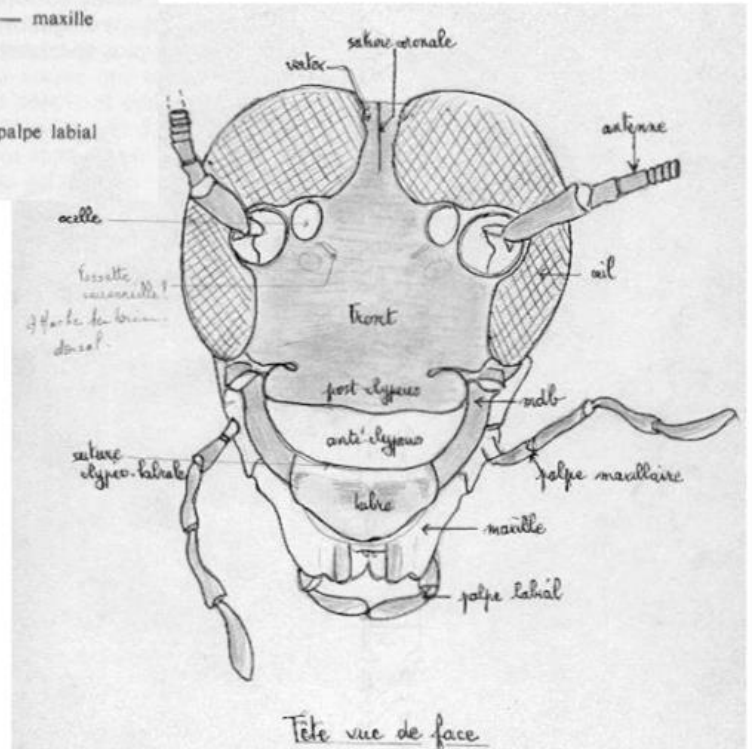
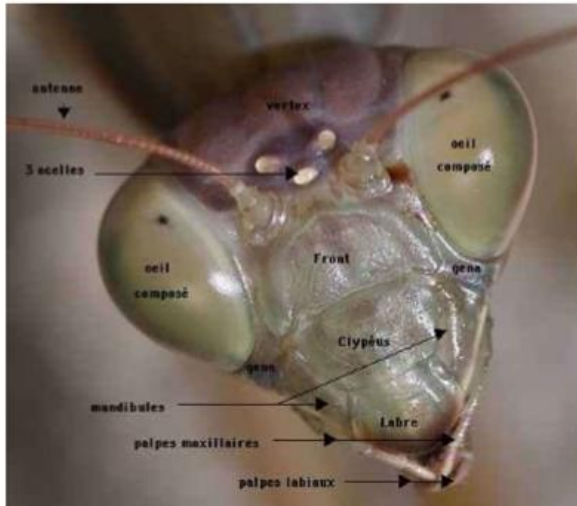
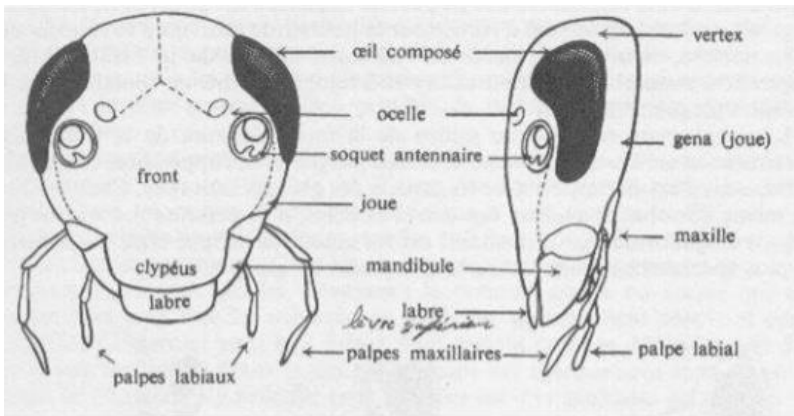
Thorax : 3 paires d'appendices locomoteurs : il s'agit d'un premier caractère dérivé. Au niveau du méso et métathorax : potentiellement 2 paires d'ailes (autre caractère dérivé).



Au niveau de l'**abdomen** : tergite/sternite et stigmates.

La plupart du temps, on trouve des organes sexuels (cerques) au niveau de la partie caudale (dernier article abdominal).





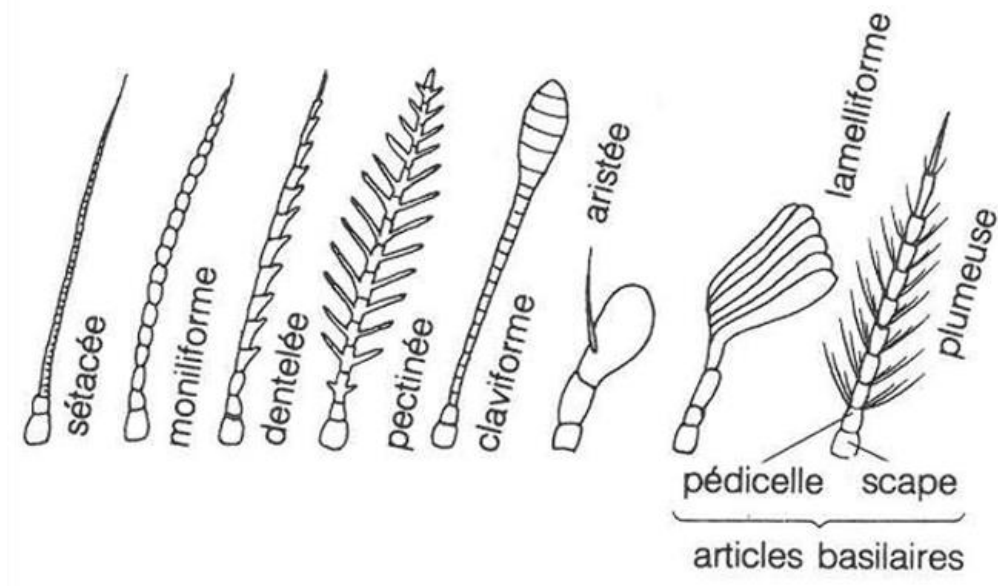
Les pièces buccales : capsule céphalique qui compose la tête :

- article frontal (partie basse du front) = **clypéus**
- **labre** = lèvre supérieure et de part et d'autre 2 **mandibules** (3ème caractère dérivé)
- En dessous des mandibules : **hypopharynx**
- **Maxilles** (2) avec insertion des **palpes maxillaires** à la base de celles-ci. En général, les palpes maxillaires sont plus grands que les palpes labiaux.
- **Labium** (4ème caractère dérivé)

Dernier caractère dérivé propre des hexapodes : une paire d'antenne

Il existe une **grande diversité d'antennes**, très utilisées pour déterminer les ordres voire les genres en systématique.

On distingue deux terminologies propres au premier (scape) et deuxième (pédicelle) articles. Au sein d'une même espèce, on peut trouver des **dimorphismes sexuels** au niveau des antennes.

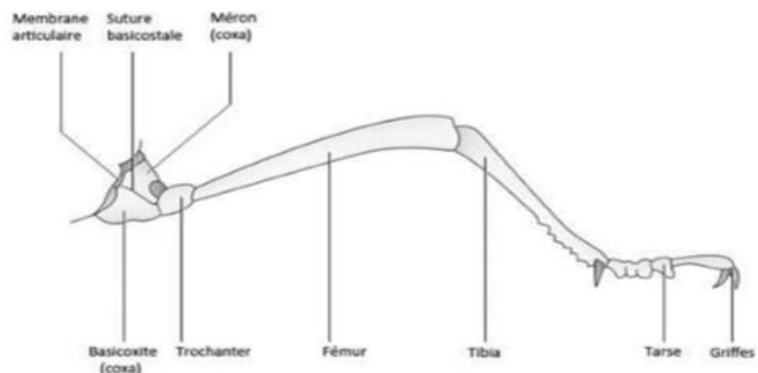


Les différents types de pattes

5 articles :

- coxa
- trochanter
- fémur
- tibia
- tarse

+ griffes présentes ou non



En générale les pattes sont **cursoriales** (servent à la course, la marche), mais certains insectes ont des pattes modifiées pour servir à d'autres fonctions. Il existe une très grande diversité de pattes et de spécialisations.

→ Les **pattes ravisseuses** (antérieures) (*exemple : mante religieuse*) : coxa très longue

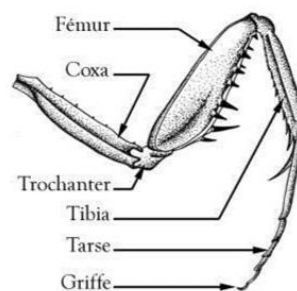
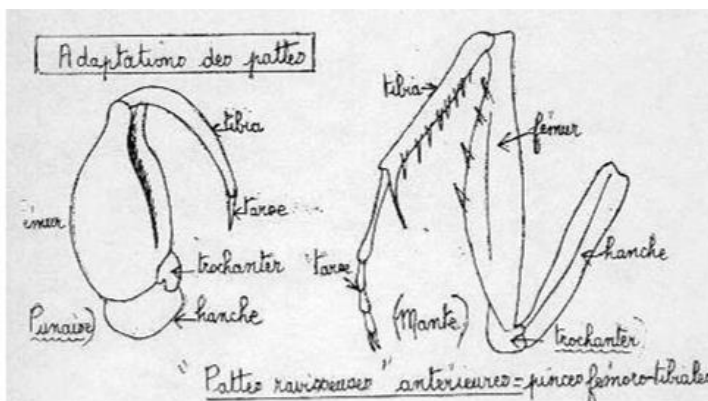


Schéma d'une patte antérieure de mante

→ Les **pattes saltatrices** (postérieures) (*exemple : criquet*) : fémur modifié, très musculueux. Chez les Orthoptères: fémurs postérieurs significativement renflés. Présence de muscles extenseurs du tibia qui permettent le saut ; articulation du saut fémuro-tibiale. Chez les Homoptères sauteuses (*Psylles, Aleurodes, Cicadaïdes*): hanches des pattes postérieures plus grosses, coniques, plus ou moins étroitement rapprochées; articulation du saut qui est coxotronchantèrienne.

→ Les **pattes fouisseuses** (antérieures) : Tibia qui comporte des excroissances (griffes ou bosses) et qui permet de fouiller le substrat ; tarses quasi réduits qui ne servent presque plus à la locomotion. Pattes modifiées en pelle, articles raccourcis et aplatis. *Exemples : bousier, courtilière pour lesquels le tibia est sur-développé, le tarse se retrouve sur le côté.*

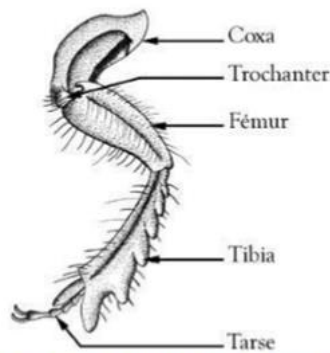
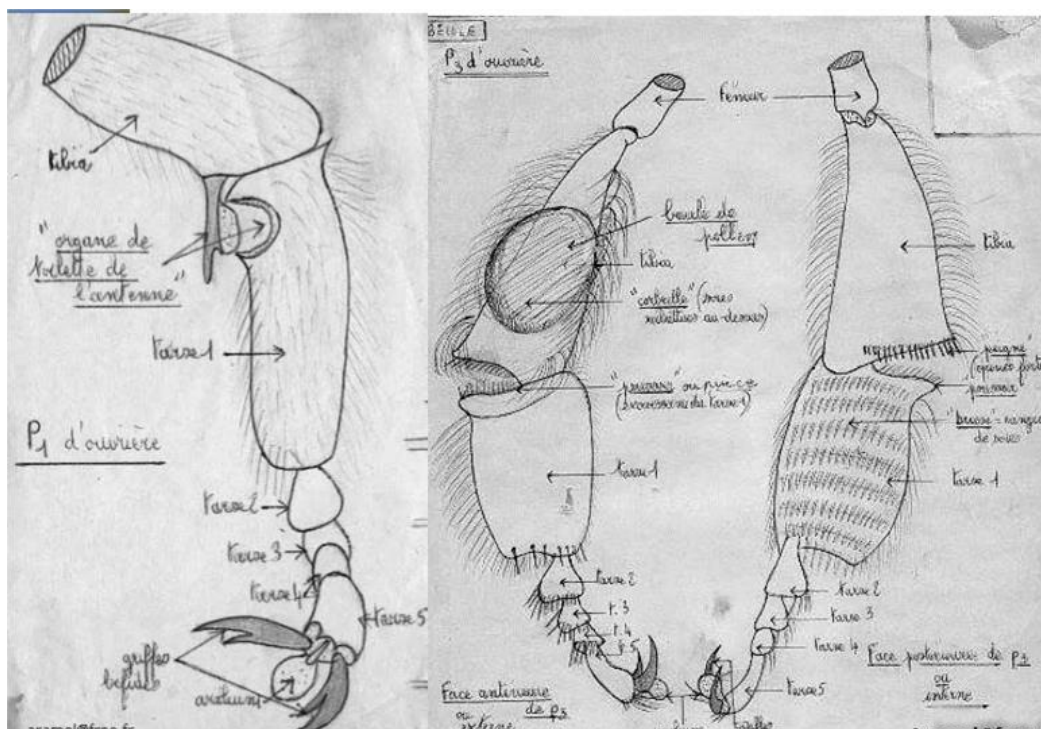


Schéma d'une patte antérieure de bousier



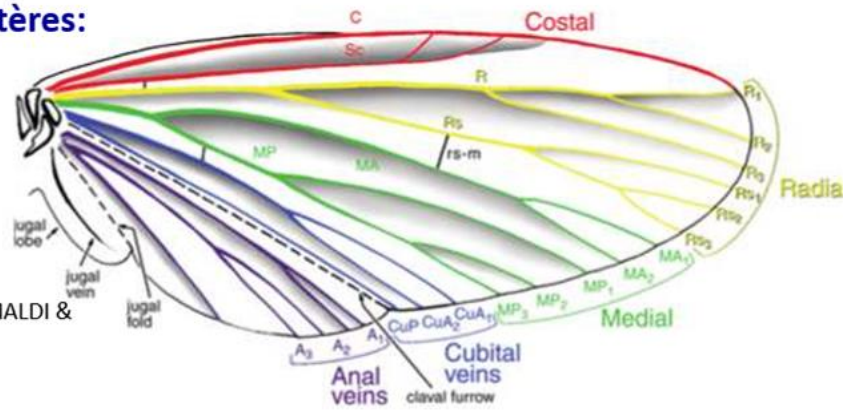
→ Les **pattes adhésives** (postérieures) : Le fémur présente des soies très fines qui permet d'attraper des particules très fines telles que le pollen. Exemple : les abeilles.



→ Les **pattes natatoires** (postérieures) (cf. TP Hexapodes aquatiques) : elles permettent de se déplacer dans l'eau (hydrodynamisme amélioré).

La morphologie de l'aile

Les néoptères, polynéoptères:



(Source : Evolution of the Insects,
M.S. ENGEL,
Cambridge University Press-2005)

On observe **différents champs nommés et déterminés à partir de la zone d'insertion et du trajet des nervures.**

Les ailes sont plus ou moins ramifiées selon les groupes. Une aile est soit **rigide** (non pliable), soit **pliable** au repos.

Cela peut permettre d'identifier les insectes au sein de certains groupes.

La reproduction

2 types de développement

- **Hétérométabole** : émergence d'un juvénile qui a déjà une forme adulte et va gagner en taille et caractères sexués au cours des différentes mues. Pas de vraie métamorphose, adultes et juvéniles se ressemblent et ont la même **écologie**.

- **Holométabole** : œuf duquel émerge un stade larvaire puis parfois stade nymphal et enfin stade adulte ; pas la même écologie.

Attention, le terme holométabole peut également définir un groupe systématique.

II- La taxonomie des Hexapodes

Bibliographie : Classification phylogénétique du vivant (Guillaume Lecointre) – 4ème édition

Plus de 900 000 espèces décrites dans 29 Ordres. Groupe frère : Crustacés.

Première séparation : Entognathes/Ectognathes

1) Les Entognathes

= mandibules/mâchoires **internes** (de petites taille)

Il s'agit d'un petit groupe mais il est très important car même s'il compte peu d'espèces, on peut les trouver en abondance très importante (plusieurs milliers par m² parfois).

3 ordres principaux qui sont tous des détritivores (recyclage MO) → rôle écologique important.

→ Les **Protoures** (700 espèces)

Seule exception : **réversion évolutive des antennes**. Yeux absents.

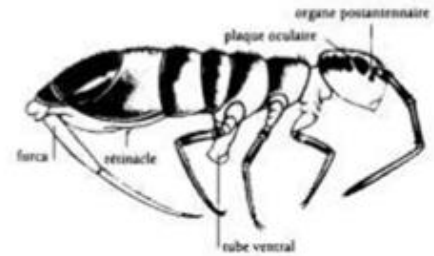
La locomotion se fait sur les méta et méso pattes et la **première paire de patte** est **modifiée** et va avoir un **rôle sensoriel** (soies sensibles) et non de locomotion.



Segments thoraciques/abdominaux difficilement distinguables.

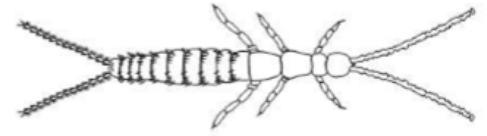
→ Les **Collemboles**

Appendice au niveau du 4ème segment = **furca** « fourche » positionnée sous l'abdomen au repos et bloquée par le rétinaculum. Lorsqu'il y a danger/nécessité de se déplacer sur une grande distance : système de ressort qui va débloquent la furca et lui permettre d'effectuer un saut de 10-20 cm.



→ Les **Diploures** (1000 espèces)

Présence de **2 cerques assez longs** au niveau du dernier segment abdominal et antennes relativement longues par rapport à la taille du corps (par rapport aux autres groupes).



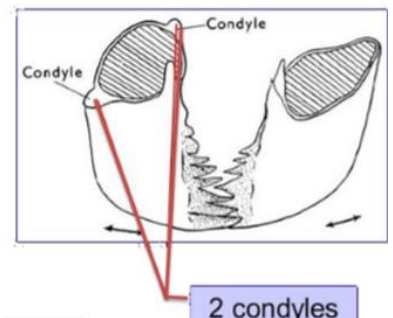
2) Les **Ectognathes**

= **mandibules/mâchoires externes**

On peut parler d'**insectes**. En effet, on considère que les Ectognathes ne sont pas des insectes au sens strict.

→ Les **Archéognathes** : mâchoires primitives qui ne possèdent qu'une seule articulation (ils sont **monocondyles**)

→ Les **Dicondyles** : **mâchoire avec deux articulations, appelées condyles, à la base de la mandibule** : une articulation antérieure et une articulation postérieure.



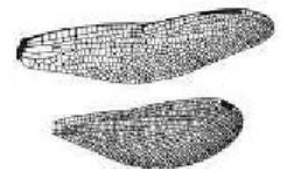
Chez les Dicondyles, il y a division en deux autres groupes :

- Les **Thysanoures (ou Zygentomes)** : insectes que l'on peut trouver en zones humides en milieux naturels ou dans les vieilles maisons (« **poissons d'argent** »). Se nourrissent de coton, cellulose, copeaux de bois etc. Ils sont aptères à l'état adulte.

- Les **Ptérygotes** : apparition de **2 paires d'ailes** qui leur ont permis de coloniser de **nombreuses niches écologiques**.

La plupart ont deux paires d'ailes à l'état adulte. Grande diversification d'ailes.

→ Les **Paléoptères** : **ailes rigides au repos** (primitives), qui **ne se replient jamais** (gardent la même forme tout au long de la vie d'adulte) ; présence d'une **nervation très accentuée** notamment aux extrémités des ailes (nervation principale + secondaire). Ils sont très inféodés aux milieux aquatiques. Ce sont des Hétérométaboles Hémimétaboles.



* Les **Ephéméroptères** : émergence d'adultes simultanée, cycles adultes très rapides.

* Les **Odonates** : 2 sous-groupes :

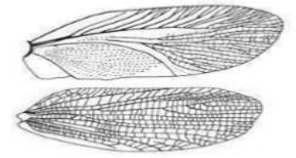
Les **Anisoptères** : « libellules vraies » : les ailes restent étalées au repos.

Les **Zygoptères** : « demoiselles » : ailes qui recouvrent l'abdomen au repos.

→ Les **Néoptères** : capacité via une musculature différente de **replier leur ailes en arrière au-dessus de l'abdomen**, à plat sur le dos (ne recouvrent pas juste l'abdomen mais se replient en plusieurs fois). Généralement, les paires d'ailes A2 se replient tandis que les A1 recouvrent la deuxième paire.

Présence d'un **champ jugal** ou **neala** plus ou moins développé à la base de l'aile (pli jugal permettant de replier l'aile)

*Les **Polynéoptères** : **champ jugal/anal très développé**, pièces buccales de type **broyeur**, **cerques** à l'extrémité caudale (qui permettent de détecter mouvements à l'arrière de l'animal), **ailes toujours indépendantes** l'une de l'autre **lors du vol**. Ils sont habituellement de type **Paurométabole** (sauf les Plécoptères).



Les **Orthoptères** (22 000 espèces décrites) sont un groupe plutôt de « fin de saison » (adultes visibles début juin- juillet) : les **Ensifères** (*sauterelles, grillons*) avec **antennes très longues** + oviscapte très développé vs les **Caelifera** (*criquets*) avec **antennes trop courtes** pour se replier et atteindre le bout du thorax.

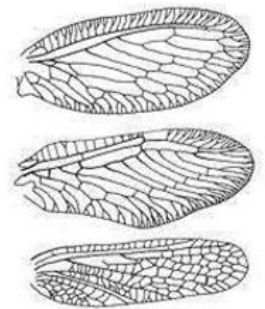
Point linguistique : faux ami anglophone : cricket = grillon (Ensifère) et bushcricket = sauterelle (Ensifère) tandis que Grasshopper = criquet (Caelifère).

Autres ordres : Les Plécoptères, les Dermaptères (perce-oreilles), les Dictyoptères (mantes), les Zoraptères, les Embioptères, les Phasmida, les Grylloblattoptera.

*Les **Eumétaboles** : **champ jugal/anal pas très développé**, ailes plus effilées.)

Les **Paranéoptères** ont en général un **développement Hétérométabole** (Paurométabole) même si certains sont Holométaboles + **pièces buccales de types piqueur-sueur** (présence d'un rostre), tarses des pattes peu présents (avec au plus 3 articles), absence totale de cerque au niveau du dernier segment abdominal.

Les **ailes** sont généralement **indépendantes** et sont caractérisées par l'apparition d'une **nervure centrale permettant la rigidité de l'aile pendant le vol**, mais autorisant également le repli au repos. Le **champ jugal** est moins développé que chez les Polynéoptères puisqu'il ne contient qu'une **seule nervure**. Les ailes sont également moins nervurées.



3 ordres :

Les **Psocodea** (*pou*)

Les **Thysanoptères** (*thrips*)

Les **Hémiptères** (Rhynchotes) (100 000 espèces décrites)

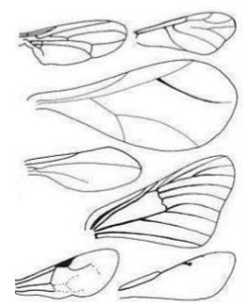
→ Les **Homoptères** : ailes antérieures et postérieures totalement membraneuses (totalement souples), terrestres, pièces buccales situées vers le dessous (bouche hypognathe), phytophages.

2 groupes : **Sternorrhynques** (*phytophtires, cochenilles, pucerons etc.*) qui sont des ravageurs aux antennes très longues vs **Auchenorrhynques** (*Cicadaïres, cigales, cercopes*) qui possèdent des antennes plus courtes.

→ Les **Hétéroptères** : ailes antérieures durcies (on parle d'**hémélytres** : à moitié durcies (seulement partie basale, partie terminale membraneuse), terrestres et aquatiques, pièces buccales dirigées vers l'avant (insertion du rostre frontal, bouche prognathe), phytophages ou carnassiers.

2 groupes : **Gymnocérates** aux antennes nues (visibles) vs **Cryptocérates** dont les antennes sont cachées dans une petite fossette.

Les **Holométaboles/Endoptérygotes/Oligonéoptères** possèdent des **ébauches alaires** : leurs ailes se situent dans des fourreaux. Leurs ailes sont bien différenciées, souples pour celles permettant le vol. La seconde paire d'aile est souvent reléguée à un rôle spécifique différent du vol à proprement dit. Peu de nervures alaires.



Plusieurs ordres (une dizaine, dont les 4 les plus diversifiés de toute la faune)

Les Strepsiptères, les Névroptères, les Raphidioptères, les Mégaloptères, les Trichoptères, les Siphonaptères, les Mécoptères (« mouche-scorpion »).

Les Hyménoptères : très grand groupe (150 000 espèces décrites) qui se caractérise par la présence sur le bord antérieur de l'aile postérieure d'**hamules** (petits crochets).

Ovipositeur parfois très développé (chez certains parasitoïdes pour percer à travers le bois pour pondre les œufs des insectes se développant dans le tronc). Il peut être très modifié (exemple : dard des ouvrières d'abeille et de guêpe). Membranes associées qui accrochent les deux ailes ensemble (Hymen → mariage).

Les Diptères : 120 000 espèces décrites. Caractère dérivé propre = **balancier**

Nématocères vs **Brachycères** : Antennes très longues pour les premiers (filiformes, avec parfois des soies plumeuses qui augmentent la surface de contact pour détecter les phéromones) et courtes pour les second (aristées). Les syrphidés sont très utilisés pour avoir un ordre d'idée de la qualité du milieu.

Les Lépidoptères : groupe très bien connu (180 000 espèces décrites) : Les **Rhopalocères** alias « papillons de jour » que l'on reconnaît aux antennes en massue avec crochets, corps fin, ailes repliées au repos sur le dos vs les **Hétérocères** alias « papillons de nuit » aux ailes à plat au repos sur le dos. *Attention à ces termes car certains « papillons de nuit » sont plus diurnes que nocturnes.* Les Lépidoptères ont des **soies modifiées et aplaties** (« écailles ») qui peuvent être remplies de pigments et qui peuvent posséder des micro perforations qui réfractent la lumière.

Les Coléoptères : groupe le plus important en terme de richesse spécifique et très étudié (400 000 espèces décrites). Caractère dérivé propre = **première paire d'aile modifiée en élytre** qui protège potentiellement la deuxième paire d'aile (bien développée pour le vol, peu de nervures) et l'abdomen. Pronotum bien développé et 2 segments thoraciques sous les élytres et donc non visibles de l'extérieur.

2 grands groupes :

→ Les **Adéphages** : coxa au niveau de la P3 et trochanter désaxés.

→ Les **Polyphages** : coxa/trochanter/fémur dans la continuité : « patte standard ».

Haplogastres (abdomen simple) vs Hétérogastres (abdomen complexe)

BILAN DE LA SYSTÉMATIQUE

EUARTHROPODES :

***CHÉLICÉRATES**

***MANDIBULATES**

- PANCRUSTACÉS :

→ CRUSTACÉS MARINS

→ HEXAPODES*

- MYRIAPODES

***LES HEXAPODES**

ENTOGNATHES

- DIPLOURES

- PROTOURES

- COLLEMBOLÉS

ECTOGNATHES (« INSECTES »)

MONOCONDYLES (ARCHÉOGNATHES)

DICONDYLES

- THYSANOURES (ZYGENTOMES)

- PTÉRYGOTES

→ NÉOPTERES

*POLYNÉOPTERES

*EUMÉTABOLES (OLIGONEOPTERES, ENDOPTERYGOTES)

PARANÉOPTERES : PSOCODEA, HEMIPTERES, THYSANOPTERES

HOLOMÉTABOLES : HYMENOPTERES, DIPTERE (Brachycères, Nématocères),

LEPIDOPTERES (Rhopalocères, Hétérocères), COLEOPTERES (Adéphages, Polyphages)

→ PALÉOPTERES : ODONATES, ÉPHÉMÉROPTERES