**Chapitre 11 : Les Arthropodes**

# I. Plan d’organisation

80% des espèces connues sont des arthropodes. On va les retrouver dans tous les milieux. Cependant, on va avoir un regroupement des métamères voisin pour former trois grandes parties du corps :

* La tête (fonction nutritives et sensorielles)
* Le thorax (fonction de locomotion)
* L’abdomen (contient le reste des organes)

## La cuticule

C’est une sécrétion épidermique de chitine. Elle est très rigide chez les arthropodes. Elle recouvre l'ensemble de l'épiderme de l'animal et même certaines parties internes comme tube digestif et certaines pièces buccales. On a une sécrétion chez les crustacés de chitine et de carbonate de calcium CaCO3 (encore plus résistant).   
De plus, il y une sécrétion de cire hydrophobe à l’extérieur pour ainsi protéger la cuticule de l’eau et éviter la déshydratation.  
Cette rigidité permet l'insertion de muscles au niveau de toutes les articulations → réalisation de mouvements très précis.

(Planche 29)

La cuticule ne permet pas une croissance continue à cause de sa rigidité. La croissance se déroule au cours des mues (= phases de perte de cette cuticule). L'insecte grandit lorsqu'il n'a pas de cuticule.

## Les appendices

Ce sont des extensions du corps couvertes de cuticule, souvent latérales, dans lesquelles s’insèrent des nerfs, des muscles et des parties de l’appareil respiratoire.  
Les appendices sont uniramés chez les insectes, araignées et mille-pattes (extrémité en une seule partie) ou biramés (pinces = deux parties) chez les crustacés.

## Le système nerveux

On a toujours des ganglions cérébroïdes prolongés par une chaine nerveuse ventrale.   
On se rapproche d’un modèle hyponeurien.   
Développement de nombreux appareils sensoriels:  
- organes visuels ou photorécepteurs  
- organes gustatifs  
- organes olfactifs  
-organes auditifs (tympaniques)  
- organes thermosensibles (ex grillon)  
- organes équilibration (ex mouche, moustique)

## L’appareil digestif

On a un appareil buccal qui est formé de pièces masticatrices (cf TP3).

On divise l’intestin en trois parties :

* Intestin antérieur : plusieurs zones spécialisées = le jabot qui a une fonction de stockage avant digestion (surtout liquides), le gésier qui a une fonction de mastication (partie avec des pièces dures formées de cuticule)
* Intestin moyen = digestion grâce à des enzymes → réduire les éléments ingérés
* Intestin postérieur = rejet des excréments (aliments non assimilés) et mise dans la boucle circulatoire tous les nutriments qui vont être récupérés par les organes.

## L’appareil respiratoire

On va retrouver toutes les stratégies de respiration :

* Respiration **cutanée** chez les petits arthropodes = cuticule percée de micropores qui ne vont laisser passer que l'air
* Respiration **branchiale** chez les espèces aquatiques: fixation de l'O2 dissout dans l'eau  
  → branchies souvent situées au niveau de l'articulation des pattes ou à l'extrémité postérieure de l'abdomen
* Respiration **trachéenne** chez la plupart des arthropodes terrestres et aériens: tuyaux à l'intérieur du corps qui vont l'approvisionner directement par tranfert: pores tout au long du corps qui vont s'ouvrir/fermer pour laisser rentrer l'O2 dans ces tubes (= stigmates)
* Respiration **pulmonaire** chez les arachnides: poumon qui va cumuler de l'O2 pour le transférer dans le corps

## L’appareil circulatoire

Vaisseau dorsal qui va jouer le rôle de cœur → sang projeté de l’arrière vers l’avant.   
Le système est ouvert., le sang est donc directement déversé dans le coelome et va baigner les organes.  
Vaisseau ventral qui va ramener le sans de l'avant vers l'arrière.

Le sang a très principalement un rôle nourricier (transport des nutriments) et pas encore respiratoire.

## L’appareil excréteur

Il se présente sous deux formes :

* Petits sacs cœlomiques qui vont récupérer les déchets dans le coelome et les évacuer par des canaux et un pore excréteur (crustacés, araignées)
* Chez les insectes, l'appareil excréteur est relié à l'appareil digestif. Dans le coelome, les tubes de Malpighi vont prélever les déchets et les concentrer à l'état solide. Ces déchets vont être évacués avec les excréments.

## La reproduction

Les arthropodes sont très généralement gonochoriques. Seuls les crustacés peuvent être hermaphrodites.   
Les arthropodes ont une paire de gonades et la fécondation est interne après copulation.

Les arthropodes sont majoritairement ovipares : Les femelles pondent des oeufs à l'intérieur desquels se termine le développement de l'embryon avant l'éclosion. Après l'éclosion, la larve va subir une croissance discontinue par mues successives (de 6 à 15 lues selon les espèces).  
  
Certains arthropodes peuvent avoir un développement par parthénogénèse (un ovule non fécondé donne un embryon). On peut avoir aussi un dimorphisme sexuel.

# II. Classification

## Sous-embranchement des Trilobitomorphes

Ce sont des animaux marins fossiles qui sont retrouvés dans les fonds marins (comme les foraminifères). Ils servent à la datation. Ils ont pu être fossilisés grâce à leur structure dure.

## Sous-embranchements des Chélicérates

Ils n’ont pas d’antennes.   
Ils possèdent une paire de chélicères qui portent des crocs qui servent à injecter du venin pour anesthésier les proies.   
Ils ont aussi une paire de pédipalpes qui sont des appendices tactiles.  
(Planche 25)

La tête et le thorax sont fusionnés, ils ne forment qu'une seule pièce. Tête = 4 yeux. Appendices locomoteurs sur la tête aussi. Abodmen = 4paires de pattes uniramées.

### 2.a. Classe des Mérostones

Ils sont marins dont une grande partie des espèces est fossile. Ce sont des animaux fouisseurs (ex limule) qui vivent dans le sable des zones côtières.   
Ils sont carnassiers (=mangent de la chair). Leur chair est toxique. Leur corps est terminé par un aiguillon qui va servir au fouissage. Sang bleu

2.b. Classe des Arachnides(grande majorité des chélicérates)

Ils n'ont pas d'appendice sur l'abdomen. Cependant ils ont:

- 4 paires de pattes locomotrices a la jonction de l’abdomen

- yeux en ordre variable  
- un orifice génital (ponte des oeufs)  
- un orifice respiratoire (relié aux trachées ou poumons)  
- un anus

Nourriture particulière : il y’a 3 types de chasses, a l’affut, a course, au piège. Les arachnides utilisent ce système   
Ce sont des prédateurs avec des chélicères qui permettent d'anesthésier les proies souvent dures. Technique: Proies endormies ou tuées par le venin ensuite il y’a ingération la proie dans l'instestin → action des enzymes puis Régurgitation la proie qui va se liquéfier.

**Digestion extracorporelle**

**Reproduction sans appareil reproducteur, le male va injecter ses spermatophores dans les œufs pondus**

***• Ordre des Scorpionides***

Il existe quelques centaines d’espèces. Ils préfèrent les régions sèches et chaudes. Ils ont une vie nocturne et se cachent le jour. Ce sont ceux qui ont le corps le plus allongé avec un long abdomen terminé par un dard recourbé au dessus du corps qui va être capable d’injecter du venin par contraction des muscles vers le dard. Ce sont des espèces prédatrices. La grande majorité d’entre eux ont un venin qui provoque la paralysie des invertébrés = inoffensif pour l’homme. Quelques espèces ont un venin neurotoxique = bloque la transmission entre les synapses.

***• Ordre des Aranéides***

Ils vivent en milieu terrestre à quelques exceptions près mais parfois sous l’eau. Ils mesurent de 0,5mm à 8cm.

Deux facultés :  
- Ils produisent des soies grâce à des glandes sécrétrices. La soie est une protéine gluante, lorsqu’elle est sécrétée puis se solidifie au contact de l’air. Ils sont capables de tisser des toiles pour piéger et ensuite enrouler leur proie dans un feuillet de soie.  
- Ils sont aussi capables de transformer leurs pédipalpes en appareil copulateur.

***• Ordre des Acariens***

Ils mesurent moins d’un 1mm. Ils sont cosmopolites, soit libres (=prédateurs), soit parasites de mammifères (=tique), d’insectes aquatiques, de végétaux (=galles) ce qui provoque une dégénérescence de toute une partie de la feuille. Ils sucent les liquides de leurs proies. Leur corps est divisé en trois parties : la tête, et l’abdomen et le thorax (qui sont fusionnés). Leur masse compose la fusion de ces trois pièces. Ils diffèrent au niveau de la forme des chélicères selon leur mode alimentaire. Chez certains parasites les chélicères sont dentés pour s'accrocher à leurs hôtes. Chez les prédateurs les chélicères sont en forme de crayon pour piquer et anesthésier.

### 

### 2.c. Classe des Pycnogonides

De 10 à 50 cm. Les ovules sont pondus et sont évacués hors de la femelle puis sont fécondés à la sortie par le mâle. Il possède sur la tête une troisième paire d'appendices → les ovigères, qui vont servir à transporter les œufs et à les garder jusqu'à l'éclosion.

Ils sont exclusivement marins. Leur corps est composé de trois pièces mais la partie médiane porte plus de paires de pattes (4 à 6 pièces locomotrices très longues).

## Sous-embranchement des Mandibulates ou Antennates

Ils possèdent des antennes (cf TP3), des mandibulles (parfois tellement transformées qu'on ne les reconnaît pas) et des mâchoires (maxilles ou maxillules). Ils possèdent des yeux latéraux.

### 3.a. Classe des Crustacés

Leur corps est divisé en quatre régions :

* La tête qui porte deux paires d’antennes et trois paires d’appendices masticateurs (=une paire de mandibule et deux de maxilles)
* Appendices biramés (qui se terminent en pinces)
* Le thorax qui est composé de huit paires d’appendices (=trois paires de maxillipèdes pour la mastication et cinq paires de pattes marcheuses)
* L’abdomen qui est composé de cinq paires de pléopodes pour le soutien, de maintien et une paire d'uropodes qui servent de nageoires
* Le telson qui est le dernier segment ne possède pas d’appendice

Chaque segment possède son appendice. (Planche27)

Larve commune pendant l'embryogénèse : la larve Naupilius.   
Ensuite beaucoup d'autres stades larvaires entre les nombreuses mues, jusqu'à 15 stades larvaires.  
Ils possèdent une carapace formée de chitine et de calcaire et qui cache la segmentation.   
Ils sont essentiellement aquatiques et leur respiration est branchiale grâce aux branchies qui se trouvent au niveau de l'abdomen. Elle se fait par diffusion pour les plus petits crustacés.   
Il existe quelques crustacés terrestres qui ont une respiration trachéenne (exemple : cloporte).   
Ils sont gonochoriques (sauf quelques espèces fixées hermaphrodites).

***• Sous-classe des Malacostracés***

Plusieurs sous classe mais on va en évoquer une seule les malcostracés. Carapace au niveau du thorax. Ils respectent la répartition des appendices (21 segments et 20 appendices). Ils rassemblent 3 ordres :  
- les **amphipodes** (ex le gammare) : corps comprimé latéralement donc recourbé, appendices du thorax répartis en 2 groupes → 5 vers l'avant / 3 vers l'arrière  
- les **isopodes** : compression dorso-ventrale donc corps aplati, les appendices du thorax sont tous identiques   
- les **décapodes** : 5 paires de pattes marcheuses au niveau du thorax → 10 pattes = déca

**3.b. classe des Myriapodes**

Ils sont tous terrestres et leur respiration est trachéenne.   
Ils possèdent plus de trois paires de pattes marcheuses.   
Ils sont hydrophiles (aiment l’humidité) et lucifuges (fuient la lumière).

3 parties :  
- Ils possèdent une tête avec des appendices sensoriels : yeux latéreux, **une** paire d’antennes, une paire de mandibules et deux paires de mâchoires.   
- On assiste à une fusion du thorax et de l’abdomen (le tronc) qui compose la partie locomotrice (10 à 200 segments et pour chaque espèce un nombre égal d'appendices par segments).   
Ils ont un telson. Ils sont gonochoriques.

Il existe quatre ordres dont deux principaux.

***• Ordre des Chilopodes***

Leur cuticule est molle. Ils possèdent une paire d’appendices locomoteurs par segment et une paire d’appendices sur le tronc appelés forcipules : pinces permettent d'être prédateur en sécrètant du venin. Ce sont des prédateurs carnivores (exemples : lithobius, scolopendre).

***• Ordre des Diplopodes***

Corps plutôt bien rond et dur car leur cuticule est résistante. Ils possèdent deux paires de pattes par segments sur le tronc (à partir du 5ème segment).  
Ils sont végétariens.   
Ex : l'iule

**3.c. Classe des Insectes**

***• Généralités***

3 paires de pattes sur les 3 uniques segments du thorax. Classe assez homogène au niveau morphologique et c'est la seule classe qui a conqui tous les milieux mais pas spécialiste du milieu aquatique.

Structure externe

Leur corps est divisé en trois parties :

* La tête : une paire d'yeux en facette = yeux composés, quelques paires d'ocelles (yeux simples), une paire d’antennes (=role olfactif ) et des pédipalpes adaptés au régime alimentaire. (5 régimes )  
  **- Broyeur= primitif,= criquet** avec une paire de mandibules, une parie de maxille et un labium mastication en dehors de la bouche  
  - **Broyeur-lécheur = abeille** : 1 parie mandibules, 1 paire maxille, 1 labium (glosse) → langue derivée  
  - **Suceur-lécheur =** (papillon) : mandibules inexistantes, 1 paire de palpes labiaux, 1 trompe (dérivation de la galéa=maxille)  
  - **Suceur labial** mouche: 1 paire de palpes maxillaires, 1 levre (=labelle, dérivée du labium)  
  - **Piqueur suceur** =moustique: 1 paire de palpes maxillaires, 1 labium avec à l'intérieur mandibule et maxille
* Le thorax (Planche29) : composé de trois segments = prothorax, mésothrax et métathorax. Chaque segment porte une paire de pattes qui s’insère entre les plaques de cuticule à la jonction pleurite/sternite (pièce ventrale et pièce latérale).
* La patte est composée 6  
  -d’une hanche,   
  -d'un trochanter,   
  -d’un fémur,   
  -d’un tibia, -  
  d’un tarse   
  et de griffes + des coussinets.   
    
  Le trochanter permet d’améliorer l’articulation des pattes (ex : permet de la retourner). Les mouvements sont ainsi précis et diversifiés.   
    
  Selon le mode de vie, il existe différentes structures des pattes 4 : pattes sauteuses= criquet souvent repliées sur elles-mêmes, pattes fouisseuses (courtillière) pour creuser la terre, pattes ravisseuses (mante-religieuse) pour la prédation ou pattes natatoires (notonecte) pour se déplacer dans l’eau.   
  Les deux derniers segments du thorax (mésothorax et le métathorax) peuvent porter chacun une paire d’ailes (de 0 à 2 paires selon les espèces). Ces ailes sont des expansions latérales composées de chitine (ailes durcies ou membraneuses), sécrétée par les plaques latérales. Elles s’insèrent au niveau de la jonction pleurite/tergite (dorsale et latérale). Les insectes à ailes sont les **ptérygotes**. Les ptérygotes primitifs possèdent deux paires d’ailes dont les battements de sont pas synchronisés (exemple : libellule).   
  Chez les **ptérygotes** (peuvent avoir des ailes mais aussi ne pas en avoir) inférieurs, les battements des deux paires d'ailes ne sont pas synchrones : efficacité du vol limité. Chez les supérieurs, les ailes du même côté son couplées. En haut de l'évolution des insectes, les **diptères** n'ont qu'une seule paire d'ailes puisque la seconde est transformée en balancier (la paire d'ailes bat tellement vite qu'elle suffit à elle seule d'assurer le vol). Lorsque les ailes sont durcies, on parle d’élytres. L'aile des insectes est une structure complètement originale → elle ne dérive pas d'une structure existante et a été créée d'un coup.  
    
  Chez les **aptèrigotes** (n'ont jamais d'ailes)un balancier qui permet de contrebalancer l’énergie ou, chez les coléoptères, par un étui protecteur appelé élytre (exemple : coccinelle). Les ailes des insectes sont des structures complètement originales. Ces structures ne proviennent pas de l’adaptation au vol mais ce sont souvent des structures déjà existantes.
* L’abdomen : il va avoir tendance à se réduire de taille au cours de l’évolution. On passe de 11 segments à 6 segments. Seuls quelques aptérygotes peuvent porter des appendices sur l'abdomen (ex collembole : furca et tube ventral).

**Organisation interne**

***• Appareil respiratoire***

La respiration est majoritairement trachéenne. Ces trachées sont des tubes qui sont placés dans chaque segment du corps et qui débouchent sur les stigmates = tubes qui s'ouvrent et qui se ferment et qui laissent rentrer l'air. Derrière ces trachées, on a des trachéoles (petits tubes) dont les extrémités vont former un voile = l’oxygène est apportée directement aux organes par simple diffusion.  
Exception pour les insectes aquatiques et certaines larves vont garder la respiration trachéenne mais ils vont remonter périodiquement à la surface pour faire le plein d’oxygène. Ceux qui ne remontent pas à la surface possèdent des stigmates pointus qui vont perforer les parois végétales des plantes pour y prélever l’oxygène. Il y a aussi des insectes qui vont prélever l’oxygène dissout dans l’eau par branchies (petits sacs au niveau de l'insertion des pattes) qui permettent la fixation de l'oxygène.

***• Appareil digestif***

Les structures de l’appareil digestif sont très variables en fonction des régimes alimentaires.  
Présent chez les piqueurs et les suceurs, le jabot.

(Planche30)  
Jabot = stockage et gésier = mastiquer.

***• Appareil circulatoire***

(Planche30)

Il n’a aucun rôle respiratoire. Le sang transporte les nutriments, les déchets du métabolisme et parfois les hormones. Il est composé d’un gros vaisseau dorsal qui fait circuler le sang de l'arrière vers l'avant. Il s'enrichit en nutriments quand il est ouvert puis se comprime pour projeter le sang vers l'avant. Des muscles vont ouvrir ou fermer ce vaisseau. Le sang pénètre ensuite dans le ceolome et va diffuser dans celui-ci pour nourrir les organes.

***• Appareil excréteur***

Au niveau de l’abdomen, on trouve les tubes de Malpighi (seule exception dans le règne animal) qui vont fixer les déchets dans le ceolome, vont garder l'eau pour le corps et transférer vers le tube digestif où ces déchets vont être excrétés.

***• Système nerveux***

(Planche31)  
  
Deux centres nerveux seulement pour les plus évolués.  
Trois types de systèmes nerveux : le système nerveux central, le système nerveux sympathique (va transmettre des infos du système nerveux central vers les organes) et le système nerveux endocrine qui va coordonner la sécrétion des hormones sécrétées → phénomènes de mues, de métamorphose et de diapause (= mise en dormance de l’insecte lors des mauvaises conditions).

• ***Classification des Insectes***

Basée sur des critères morphologiques externes. 6  
- présence / absence d'ailes  
- position des ailes au repos  
- composition de l'appareil buccal  
- forme des pattes  
- forme des antennes  
- nombre de segments de l'abdomen  
  
Cela va permettre de définir à quel ordre appartient l'insecte.

Deux sous-classes :

→ **Aptérygotes :** tous ceux qui n'ont pas d'ailes. Ils sont toujours de petite taille et vivent dans les milieux humides. Amétaboles= la larve ressemble en tous points à l'adulte excepté la taille et la maturité sexuelle.

Larve de type 1 → Mue n°1 → Larve de type 2 → Mue n°2 → … → Larve de type n → Mue   
imaginale → adulte non ailé (imago)

  
sous classe divisée en 4 ordres dont :  
**- collemboles :** ils possèdent un tube ventral entre les pattes dans l’abdomen, pour se fixer, et une furca à la fin de l’abdomen, pour la fuite.  
**- thysanoures :** immenses antennes et trois pointes à l'arrière de l'abdomen

→ **Ptérygotes :** fondamentalement deux paires d'ailes mais peuvent être aptères (perdent parfois leur gène qui code les ailes) ou avoir une seule paire d'aile chez les dyptères.  
  
- **hétérométaboles** : œuf → L1 (non ailée) → M1 → L2 → M2 → Ln → Mue imaginale (adulte ailé). On a donc un développement progressif des ailes à l'extérieur du corps.  


\* ordre des éphéméroptères : ailes membraneuses transparentes, grandes cerques à l'extrémité de l'abdomen, les deux paires d'ailes sont de tailles très différentes.  
  
\* ordre des odonates : insectes d'assez grande taille, yeux énormes, les deux paires d'ailes ne se rabattent pas mais sont quasi de même longueur, larves aquatiques.  
  
\* ordre des dictyoptères : ailes repliées sur l'abdomen, ailes antérieures recouvrent les postérieures et vont dépasser en largeur et en longueur du corps, antennes très longues et fines

\* ordre des orthoptères : antennes très longues, ailes repliées en éventail, pattes adaptées au saut (criquets, sauterelles, grillons)

\* ordre des hétéroptères : ailes repliées à plat sur le corps au repos, ailes antérieures appelées hémiélytres = la partie antérieure de l'aile antérieure est sclérifiée

\* ordre des homoptères : ailes repliées toi sur le corps, ailes membraneuses et transparentes sur toute leur longueur, ailes caractérisées par des nervures noires (cigale)

- **holométaboles :** endoptérygotes : œuf développe sous la carapace à l'intérieur du corps  
  
œuf → M1 → L1 → M2 → L2 → … → Mn → Ln → Mue nymphale → nymphe : phase immobile → Mue marginale → Adulte ailé

  
• stades larvaires sans ailes apparentes mais développement progressif des ailes à l'intérieur du corps → endoptérygotes  
• larves morphologiquement très différentes de l'adulte \* ordre des trichoptères **:** ailes sont en toit au repos et sont recouvertes de soies. -  
-pattes et leurs antennes sont longues par rapport à la taille du corps. Ils vivent dans des milieux aquatiques car la larve est aquatique. Cette larve fabrique des fourreaux pour se protéger. Ce sont des abris formés d’écorce, de sable, de cailloux…

\* ordre des lépidoptères :les ailes sont membraneuses, elles sont de forme à peu près triangulaire et souvent colorées. Présence au niveau de l'appareil buccal d'une trompe qui est enroulée (papillons)

\* ordre des diptères :une seule paire d'ailes fonctionnelles (paire antérieure) puisque la paire postérieure est transformée en balancier. Deux types : type moustique avec une très grande majorité d'appareil piqueur-suceur, type mouche avec un corps très court très trapu et très poilu  
  
\* ordre des hyménoptères **:** normalement deux paires d'ailes membraneuses (parfois une ou même pas du tout), la principale caractéristique morphologique est un fort rétrécissement de la largeur du corps entre le thorax et l'abdomen (abeilles, guêpes, fourmis)  
  
\* ordre des coléoptères : une paire d'ailes transformée en élytres : ailes antérieures sclérifiées indéformables, protègent le thorax et l'abdomen. La deuxième paire d'ailes est membraneuse et permet le vol. Présence très souvent derrière la tête d'un bouclier qui va insérer la tête vers le thorax. Pattes trapues adaptées au milieu terrestre.

*Conclusion sur les insectes ou arthropodes en général : groupe le plus diversifié, excessivement important pour un certain nombre de productions puisque à l'intérieur des insectes on va trouver la grande majorité des pollinisateurs, majorité aussi des ravageurs qui vont causer des dégâts sur les cultures. Pesticides pour contrôler les insectes sur les plantes cultivées.  
En France : les crustacés sont contrôlés en terme de production comme la crevette. Au niveau des insectes on a le développement de colonies d'abeilles pour l'apiculture.   
Élevages développés pour la lutte biologique pour contrôler un certain nombre de ravageurs: la coccinelle va manger les pucerons.  
Elevages pour la pêche : production d'asticots.  
Elevages d'insectes pour nourrir les animaux de compagnie (reptiles)*