



INSTITUT SUPERIEUR D'INFORMATIQUE
ET DE GESTION

ISIG-GOMA

B.P. 841 GOMA



Cours d'Entomologie Médicale

A l'usage des Etudiants de LI SAPU

Année d'Etude : 2025 - 2026

Biol. Méd. NFITUMUKIZA NT. Modeste
Assistant 2nd Mandat/MII/M.MED

PLAN DU COURS D'ENTOMOLOGIE

I^{ère} Partie : GENERALITES

- I. Introduction à l'entomologie : définitions, historique et importance en santé publique.
- II. Biologie des insectes : cycle biologique et bionomie des moustiques
- III. Indices de transmission et déterminants
- IV. Rôle des insectes dans la transmission des maladies infectieuses
- V. Rôle des Réservoirs animaux dans le cycle de transmission vectorielles
- VI. Rôle des insectes dans les écosystèmes
- VII. Surveillance entomologique et applications en épidémiologie

II^{ème} Partie : SYSTEMATIQUE

- I. Les Arthropodes :
 - A. Généralités ; Evolution et Classifications des Arthropodes
 - B. Etudes des Différentes Classes des Arthropodes
 - ✓ Classe des insectes
 - ✓ Classe des arachnides
 - ✓ Classe des myriapodes
 - ✓ Classe des crustacés
 - ✓ Classe des Pentastomides
 - ✓ Famille des Culicidés
 - ✓ L'ordre de Siphonaptère
 - ✓ L'ordre des anoploures
- II. Les Mollusques
- III. Notion d'Herpétologie

III^{ème} Partie : METHODES ENTOMOLOGIQUE

Ière Partie :

GENERALITES ET APPROCHES EPIDEMIOLOGIQUES DE L'ENTOMOLOGIE

I. INTRODUCTION

1. Définition :

L'Entomologie est une branche de la zoologie dédiée à l'étude scientifique des animaux à corps segmenté en trois parties (tête, thorax, abdomen), six pattes et souvent des ailes. Elle inclut l'étude de leur anatomie, leur physiologie, leur biologie et leur rôle dans l'environnement. Les entomologistes étudient aussi leur cycle de vie court, idéal pour la recherche en laboratoire. Cette science a des variations variées comme :

- Entomologie Médicale qui se concentre sur les insectes vecteurs de maladies,
- Entomologie Agricole qui examine les ravageurs des cultures et les méthodes de lutte biologique,
- Paléontologie qui étudie les insectes fossiles pour retracer leur évolution
- Ethnoentomologie : Explore les usages humains des insectes (nourriture, médecine, rituels)

2. Historique de l'Entomologie

L'entomologie possède une histoire riche remontant à l'Antiquité, avec un essor marqué aux XVIIe et XVIIIe siècles grâce à des pionniers comme Jan Swammerdam et Carl Von Linné. Elle s'est institutionnalisée au XIXe siècle via des sociétés savantes et des classifications systématiques, influençant l'agriculture, la médecine et l'écologie modernes.

Dès l'Antiquité, Aristote décrit les insectes dans son *Histoire des animaux*, suivi par Pline l'Ancien. Au Moyen Âge, Isidore de Séville et Albert le Grand traitent des insectes dans des encyclopédies, posant les bases d'observations empiriques. Ces travaux restent descriptifs, sans classification rigoureuse

L'invention du microscope au XVIIe siècle a révolutionné l'entomologie en permettant d'observer les structures microscopiques des insectes, jusque-là invisibles à l'œil nu. Des pionniers comme Robert Hooke et Antonie van Leeuwenhoek ont ainsi détaillé les détails des ailes, antennes et organes internes, fondant une approche scientifique précise

Au XX^{ème} et XXI^{ème} S, Elle embrasse ses aspects pratiques avec l'évolution de l'entomologie médicale qui progresse avec la lutte anti-vectorielle (ex. : moustiques et paludisme). Elle s'élargit à la génétique moléculaire et à la conservation de la biodiversité face aux crises actuelles.

3. Rôle de L'Entomologie en Santé Publique

L'entomologie joue un rôle crucial en santé publique en **identifiant** et **contrôlant** les insectes vecteurs de maladies infectieuses, qui causent des millions de décès annuels dans le monde. Elle guide les stratégies de surveillance et de prévention pour limiter la propagation de pathogènes comme le paludisme, la dengue ou le Zika ;

a. Rôle dans la Surveillance des Vecteurs

L'entomologie médicale surveille les populations de moustiques, tiques et puces pour évaluer les risques épidémiques. Elle produit des indicateurs clés comme la densité des vecteurs ou leur infection par des pathogènes, essentiels pour les décisions publiques. Des réseaux spécialisés dans la santé intègrent cette expertise dans une approche "One Health" reliant humains, animaux et écosystèmes.

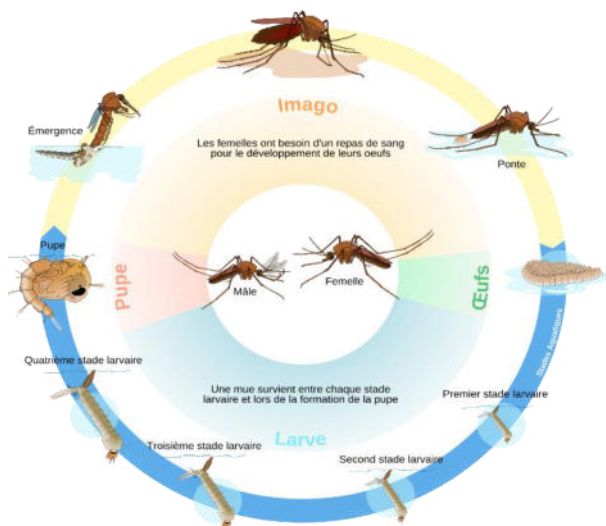
b. Lutte Anti-vectorielle

Les entomologistes développent des méthodes comme les insecticides, pièges ou lâchers de moustiques stériles pour réduire les populations vectrices. Ils étudient les résistances aux traitements et les cycles de transmission, optimisant les réponses aux épidémies. La surveillance entomologique peut permettre de contrôler la propagation et ainsi stopper le vecteur par des pulvérisations (des insecticides) ciblées

Au-delà des vecteurs, l'entomologie intervient en entomologie médico-légale pour estimer l'heure de décès via les insectes nécrophages. Elle soutient aussi la formation en santé publique et la recherche sur les coévolutions hôte-vecteur

II. BIOLOGIE DES INSECTES

a. Cycle Biologique des Insectes



Le cycle biologique des insectes, ou cycle de développement, implique des transformations physiques appelées mues, adaptées à leur exosquelette rigide.

Il varie selon les ordres, avec des stades principaux comme l'œuf, la larve ou nymphe, la pupa (optionnelle) et l'adulte (imago).

Ces cycles durent de quelques semaines à plusieurs années, influencés par la température et les ressources

Il existe plusieurs types des métamorphoses (mues) selon les types d'insectes concernés, d'où nous pouvons citer :

- ✓ **Amétabole** : Chez les poissons argentés (Thysanura), les juvéniles ressemblent aux adultes ; seules les mues permettent la croissance, sans ailes ni changements majeurs

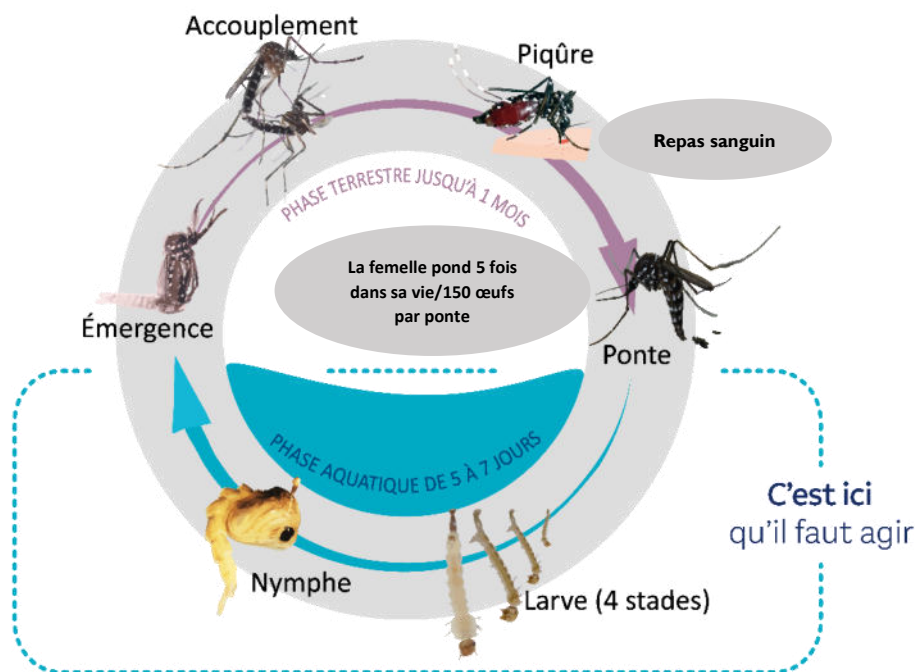
- ✓ **Hémimétabole** (paurométabole) : Nymphes actives et mobiles, comme chez les sauterelles ou punaises ; ailes se développent progressivement.
- ✓ **Holométabole** : Métamorphose complète avec larve (chenille, ver), pupe immobile (chrysalide) et adulte ; ex. : papillons, coléoptères, moustiques.

Phases Communs chez tous les Insectes

L'œuf éclore en larve ou nymphe qui se nourrit intensivement, muant plusieurs fois pour croître. La nymphose ou pupaison restructure l'anatomie interne, formant ailes et organes adultes. L'adulte se reproduit, souvent avec une durée de vie courte dédiée à la ponte. Ces cycles soutiennent l'adaptation écologique et la lutte intégrée en entomologie.

b. Cycle Bionomique des Moustiques

Le cycle bionomique des moustiques suit une métamorphose complète (holométabole) avec une **phase aquatique immature** et une **phase adulte aérienne**. Il comprend quatre stades principaux : œuf, larve, nymphe et adulte (imago), dont la durée varie de 5 à 90 jours selon la température, l'espèce et les conditions environnementales.



❖ Phase Aquatique Immature

- ✓ **Œuf** : La femelle pond 100 à 300 œufs noirs flottants sur l'eau stagnante, éclochant en 2-3 jours.
- ✓ **Larve** : Quatre stades larvaires (L1 à L4) se nourrissent de micro-organismes via des filtres buccaux, muant pour grandir de 1 à 12 mm ; respiration par siphon à la surface.
- ✓ **Nympe** : Stade non nourricier et mobile, durant 1-3 jours, où se restructurent les organes adultes.

❖ Phase Adulte Aérienne

Les moustiques émergent en égale proportion mâles-femelles ; mâles et femelles s'accouplent en 48 heures. Seules les femelles piquent pour le sang nécessaire à la maturation des œufs, pondant plusieurs fois sur 2-8 semaines (jusqu'à plusieurs mois en hivernage). Ce cycle favorise la surveillance en santé publique via les gîtes larvaires.

III. INDICES DE TRANSMISSION ET DETERMINANTS

Les indices de transmission mesurent *l'intensité de la transmission des pathogènes par les vecteurs entomologiques*, tandis que les déterminants environnementaux, biologiques et humains *influent ces dynamiques*. Ces indicateurs guident les stratégies de lutte antivectorielle en santé publique.

Les principaux indices de transmission

Il existe plusieurs indices entomologiques regroupés en deux dont :

❖ Indice de Densité et d'Agressivité

- ✓ **Densité Anophélienne (DA)** : Nombre de moustiques femelles capturés par maison ou nuit de capture, indiquant l'abondance relative.
- ✓ **Taux d'Agressivité (MA)** : Nombre moyen de piqûres par humain et par nuit, reflétant la pression piquante

❖ Indice d'Infectiosité et Transmission

- ✓ **Indice Sporozoïtique (ISO/IS)** : Pourcentage de vecteurs infectés par le pathogène (Ex. sporozoïtes de Plasmodium dans leurs glandes salivaires, indiquant leur infectiosité)
- ✓ **Indice d'infection entomologique ou Taux d'Inoculation entomologique (EIR /TIE)** : Nombre de piqûres infectieuses par humain et par temps (ex. mois ou an), calculé comme (densité vectorielle × ISO).

❖ Autres Indices Clés

- ✓ **Indice de Parité** : Proportion de femelles gravides ayant pondu, reflétant la longévité et la capacité reproductive des vecteurs
- ✓ **Indice de Prévalence humaine** : Proportion de cas confirmés dans une population, corrélée aux captures de vecteurs infectés
- ✓ **Taux d'Attaque** : Incidence des nouveaux cas liés à des flambées vectorielles, comme pour la dengue ou le paludisme

Principaux Déterminants Influençant la Transmission

- ❖ **Déterminants Biologiques** : La compétence vectorielle (aptitude à héberger et transmettre le pathogène) dépend du cycle extrinsèque (température, humidité) et

intrinsèque (génétique du vecteur). La résistance aux insecticides et la préférence trophique (hôte humain vs animal) modulent la transmission.

- ❖ **Déterminants Environnementaux et Humains :** Les précipitations et températures favorisent la prolifération larvaire ; l'urbanisation crée des gîtes artificiels. La mobilité humaine, le commerce et le changement climatique amplifient la dissémination des vecteurs et pathogènes.

IV. ROLE DES INSECTES DANS LA TRANSMISSION DES MALADIES

Les insectes jouent un rôle central comme **vecteurs biologiques** ou **mécaniques** dans la transmission de nombreuses maladies infectieuses, en transportant des pathogènes (virus, bactéries, parasites) d'un hôte à un autre via leurs piqûres ou contacts. Ce processus implique souvent un cycle de développement du pathogène dans l'insecte, amplifiant sa contagiosité.

Mécanismes de Transmission

- ✓ **Biologique :** Le pathogène se multiplie dans l'insecte (ex. : sporozoïtes de Plasmodium dans les glandes salivaires des moustiques Anophèles pour le paludisme) avant transmission par piqûre.
- ✓ **Mécanique :** Transfert passif via contamination externe (ex. : mouches régurgitant des bactéries sur la nourriture). Les femelles hématophages nécessitant du sang pour leurs œufs sont les principales vectrices.

Exemples des Maladies Transmissibles et leurs vecteurs

Maladie	Vecteur Principale	Pathogène	Région typique
Paludisme	Moustique Anophèle	Parasite Plasmodium	Afrique, Asie
Dingue, Zika, Chikungunya	Moustique Aedes	Arbovirus	Zones tropicales
Borréliose de Lyme	Tique Ixodes	Bactérie Borrelia	Europe, Amérique du Nord
Leishmaniose	Phlébotome	Parasite Leishmania	Méditerranée, Amér. Latine

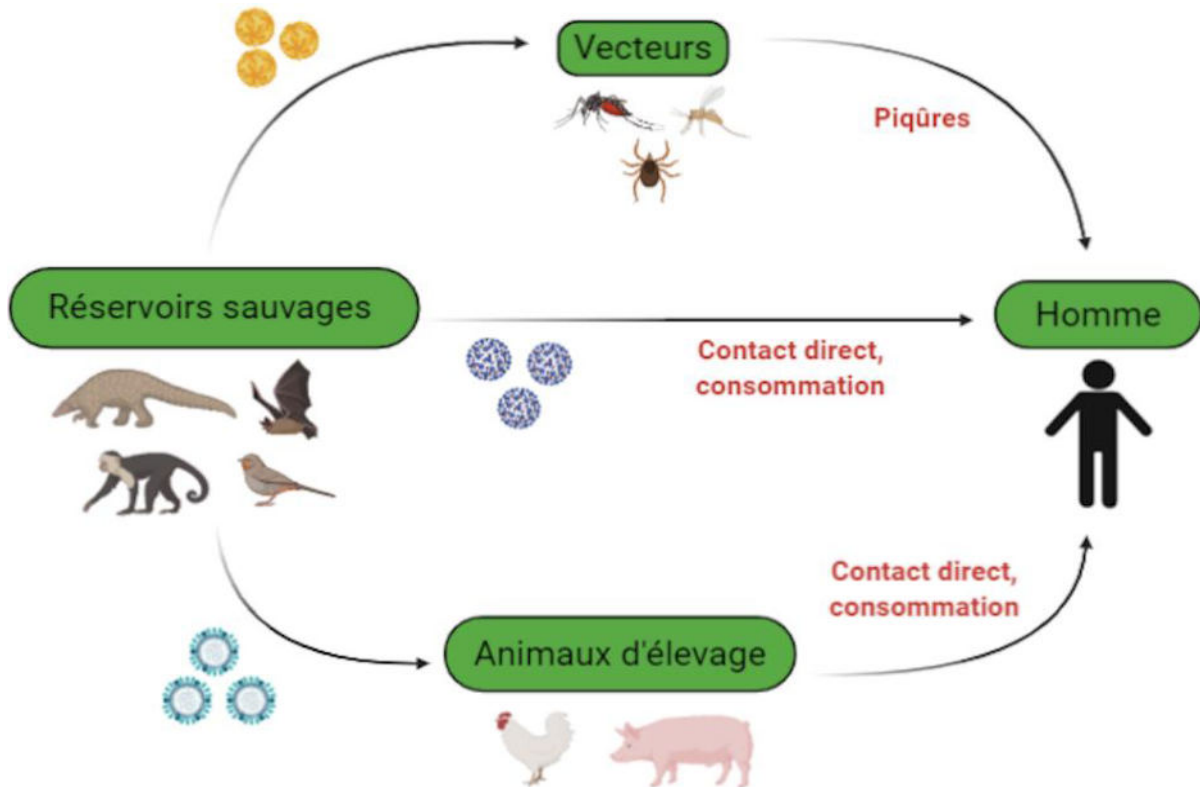
Facteurs Amplificateurs

La longévité des vecteurs, leur préférence pour les humains (anthropophile) et les conditions favorisant leur prolifération (eau stagnante, chaleur) intensifient la transmission. Les interventions comme les pièges ou stérilisation ciblent ces rôles pour briser les cycles.

V. ROLE DES RESERVOIRS ANIMAUX & OISEAUX DANS LE CYCLE DE TRANSMISSION VECTORIELLES

Les réservoirs animaux constituent des hôtes naturels où les pathogènes se multiplient et persistent, servant de source primaire pour les vecteurs insectes qui les transmettent

ensuite aux humains ou autres animaux sensibles. Ils maintiennent les cycles enzootiques (animaux-animaux) avant spillover vers l'homme, amplifiant les épidémies.



❖ Rôle clés de ces Réservoirs

- ✓ **Amplifications et Persistances** : Animaux comme oiseaux (fièvre du Nil), rongeurs ou chauves-souris hébergent le pathogène sans symptôme majeur, permettant sa réplication et excrétion via urine, fèces ou sang.
- ✓ **Pont vers Humain** : Vecteurs (moustiques, tiques) piquent d'abord le réservoir infecté, acquérant le pathogène, puis transmettent lors de piqûres anthropiques
- ✓ **Diversité** : Mammifères sauvages (singes pour Zika), oiseaux migrateurs (encéphalo-myélite équine) ou bétail facilitent la dissémination géographique

❖ Exemples dans le Cycles Vectoriels

Maladies	Réservoir Animal Principal	Vecteur	Cycle type
Fièvre du Nil	Oiseaux	Moustique Culex	Enzootique → Épizootique
Leishmaniose	Rongeur (gerbilles)	Phlébotome	Sylvatique → Périurbain
Lyme	Rongeur, Cervidés	Tiques Ixodes	Zoonotique sauvage
Rage	Chauve-souris, Renards	Non vectoriel (mais analogue)	Réservoir → Humain

❖ Implications Epidémiologiques

Ces réservoirs compliquent le contrôle, nécessitant une approche One Health intégrant surveillance animale et vectorielle. Leur réduction (ex. : vaccination animale) brise les cycles, mais la déforestation favorise les contacts homme-animal-vecteur.

VI. ROLE DES INSECTES DANS LES ECOSYSTEMES

Les insectes jouent des rôles essentiels dans les écosystèmes en tant que **pollinisateurs**, **décomposeurs**, **prédateurs** et **proies**, contribuant à la stabilité écologique et à la biodiversité. Leur disparition massive perturberait les chaînes alimentaires et les services écosystémiques comme la production alimentaire.

❖ Pollinisateurs et Reproduction végétale

Les abeilles, bourdons et papillons transportent le pollen entre fleurs, favorisant la reproduction de 60-80% des plantes cultivées et sauvages, soit 35% de la production alimentaire mondiale. Sans eux, fruits, légumes et cultures comme le cacao ou les pommes diminueraient drastiquement.

❖ Décomposition et Recyclage

Coléoptères, mouches et termites dégradent les matières organiques mortes (feuilles, carcasses, excréments), enrichissant les sols en nutriments et prévenant l'accumulation de déchets. Leurs galeries aérobies fertilisent et structurent le sol.

❖ Chaîne Alimentaire et Régulation

- ✓ Insectes herbivores contrôlent la végétation ; prédateurs comme les coccinelles limitent les ravageurs.
- ✓ Proies pour oiseaux, reptiles, amphibiens et poissons, ils soutiennent la biodiversité.
- ✓ Auxiliaires en agriculture : lutte naturelle contre les pestes.

❖ Autres services dans les écosystèmes

Les insectes indiquent la santé environnementale (ex. : pollution des eaux via leur diversité) et fournissent des ressources comme le miel ou la soie. Leur déclin actuel menace l'équilibre global, nécessitant une préservation urgente.

VII. SURVEILLANCE ENTOMOLOGIQUE ET APPLICATIONS EN EPIDEMIOLOGIE

La surveillance entomologique consiste à **monitorer les populations d'insectes vecteurs** pour anticiper les risques épidémiques et évaluer les stratégies de lutte. Elle s'intègre dans un cadre épidémiologique global, combinant données humaines, animales et environnementales pour une approche One Health.

La surveillance vise à **détecter la présence/absence de vecteurs**, mesurer leur densité, longévité et infectiosité par des pathogènes. Elle évalue aussi la **sensibilité aux insecticides** et identifie les zones à risque via des indicateurs comme l'EIR ou l'indice Sporozoïtique. Ces données guident les interventions ciblées, comme les traitements larvicides.

❖ Méthodes Opérationnelles

- ✓ **Echantillonnage** : Pièges (CO₂, oviposition), captures manuelles ou pulvérisation pour larves/adultes, avec géolocalisation GPS.
- ✓ **Analyse** : Identification morphologique/moléculaire, dissections ou PCR pour pathogènes ; suivi de la parité et résistance.
- ✓ **Réseau** : Stations fixes (ex. : ARS en France) ou mobiles, intégrant pluviométrie et cas cliniques.

❖ Applications en Epidémiologie

En paludisme, elle anticipe les rebonds post-pluie et mesure l'impact des moustiquaires. Pour arboviroses (dengue, Zika), elle cartographie les gîtes Aèdes et déclenche des démoustications précoces. Elle soutient l'estimation de reproduction vectorielle et l'adaptation des politiques publiques face aux émergences climatiques.

SYSTEMATIQUE

L'entomologie systématique est la branche de l'entomologie dédiée à la **classification**, la **description** et la **phylogénie des insectes**, en s'appuyant sur des caractères morphologiques, moléculaires et écologiques. Elle vise à organiser la grande diversité des insectes (plus d'un million d'espèces décrites) en taxons hiérarchisés pour faciliter leur identification et leurs études appliquées.

Principes Fondamentaux

La systématique suit les règles du Code international de nomenclature zoologique (ICZN), utilisant des noms binomiaux (genre + épithète spécifique). Elle distingue taxinomie (nommer et décrire) et cladistique (reconstruire les relations phylogénétiques via arbres cladogrammes). Chez les insectes, elle cible des traits comme les ailes, antennes, pièces buccales et génitale pour différencier espèces cryptiques

Méthodes d'Etudes

- ✓ **Morphologie** : Examens microscopiques de spécimens montés (clés dichotomiques), dessins et photographies haute résolution.
- ✓ **Moléculaire** : Séquençage ADN (bar coding COI), analyses phylogénétiques (Maximum Parsimony, Bayes) pour résoudre complexes d'espèces.
- ✓ **Intégrative** : Combinaison avec écologie, biogéographie et fossiles pour des classifications robustes.

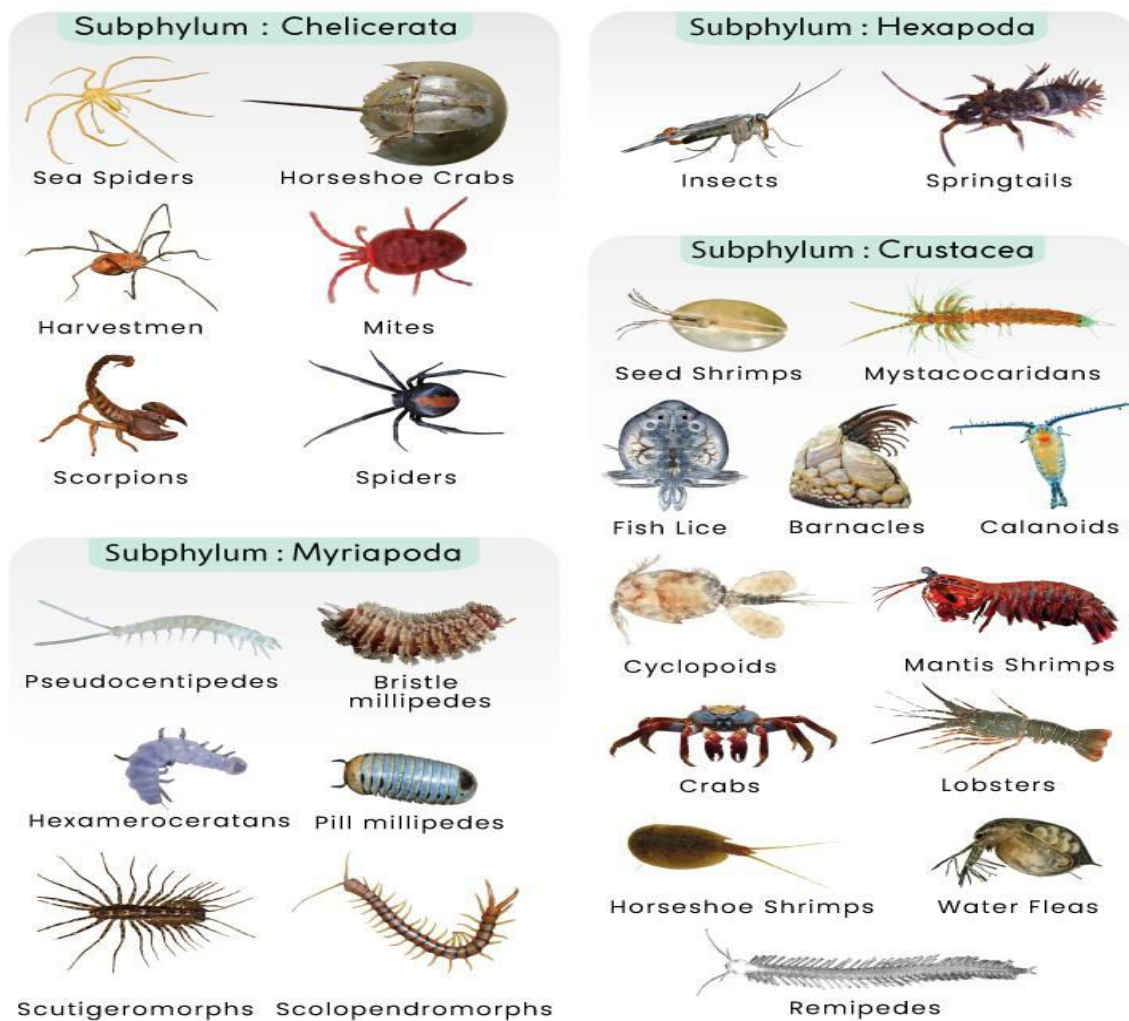
Applications en Epidémiologie

Elle est essentielle pour la lutte biologique (identifier auxiliaires), la surveillance vectorielle (distinguant moustiques vecteurs) et la conservation de la biodiversité face aux invasions.

I. LES ARTHROPODES

A. GENERALITES – EVOLUTION & CLASSIFICATION DES ARTHROPODES

Les arthropodes forment l'embranchement animal le plus diversifié, regroupant plus de 80% des espèces animales connues, incluant insectes, arachnides, crustacés et myriapodes. Ils se caractérisent par un corps segmenté, un exosquelette chitineux et des appendices articulés, adaptés à une multitude de niches écologiques.



Caractéristiques Principales

Leur exosquelette rigide protège et sert d'insertion musculaire, nécessitant des mues pour la croissance. Le corps est divisé en tagmes (tête, thorax, abdomen), avec un système circulatoire ouvert (hémolymphe) et un système nerveux ventral ganglionnaire. Appendices polyvalents : pattes locomotrices, antennes sensorielles, mandibules masticatrices ou chélicères chez les arachnides.

IMPORTANCES ECOLOGIQUE ET MEDICO- VETERINAIRE

Essentiels à la chaîne alimentaire, la décomposition et la pollinisation (Certaines plantes disparaissent s'il n'y avait pas d'insectes pour les pollinisateurs) ; certains arthropodes (tiques, moustiques) transmettent des maladies majeures comme le paludisme ou la dengue, justifiant leur surveillance en entomologie médicale. Certaines espèces cependant jouent un rôle important dans les équilibres naturels, notamment en détruisant d'autres arthropodes parasites ; D'autres sont directement utiles à l'homme (exemple : les abeilles qui produisent le miel et la cire ; le papillon dont la larve produit la soie exemple Bombyx mori).

Les arthropodes nocifs sont relativement peu nombreux et leur action nocive peut se manifester de diverses façons sous l'**actions direct et Transmission d'agents pathogènes**

- ✓ **Arthropodes parasites** : Certaines suçant le sang et à cette occasion ils produisent des lésions traumatiques plus ou moins importantes au niveau de la peau. D'autres espèces vivent à l'état larvaire dans la peau ou les organes profonds de l'homme et celles dont tous les stades des espèces vivent en parasites permanents dans la peau de l'homme exemple Sarcopte scabiei responsable de la gale.
- ✓ **Arthropodes venimeux** : Ce sont des arthropodes qui inoculent une substance toxique (venin) soit au moyen d'un dard abdominal (Scorpions, abeilles, guêpes) soit par les pièces buccales (araignées) soit par des pattes mortifiées (Scolopendres : Myriapodes). Il y'a aussi ceux qui secrètent des substances irritantes (Arthropodes vénéneux). Chez les lules, la substance irritante se répand à la surface du corps et la manipulation de l'arthropode peut produire la dermatite. Chez Paederus ou Ekonda (Coléoptères) la substance irritante n'est libérée que par l'écrasement de l'insecte sur la peau.
- ✓ **Arthropodes vecteurs des maladies** : Ce sont les plus importants, de nombreuses et graves maladies (paludisme, fièvre jaune, filariose etc....) qui n'existeraient pas s'il n'y avait pas des insectes pour les transmettre.
- ✓ **Arthropodes important du point de vue économique** : Leur action nocive s'exerce soit en détruisant les plantes cultivées ou les matières alimentaires entreposées, soit en provoquant des maladies chez les animaux domestiques.

MORPHOLOGIE DES ARTHROPODES

Les arthropodes se distinguent par leur **exosquelette chitineux rigide et articulé**, leur **corps segmenté en tagmes** (tête, thorax, abdomen ou céphalothorax) et leurs appendices articulés polyvalents (pattes, antennes, pièces buccales). Ces traits morphologiques, issus d'une évolution commune, permettent une grande adaptabilité à divers milieux.

❖ Exosquelette et Tagmose

L'exosquelette (cuticule) protège, limite les pertes d'eau et sert d'insertion musculaire, nécessitant des mues pour la croissance. Le corps est métamérisé (segments fusionnés en tagmes) : tête porte yeux composés, antennes et pièces buccales ; thorax porte pattes

locomotrices ; abdomen porte organes génitaux. Chez les arachnides, fusion tête-thorax en prosoma

❖ **Appendices Articulés**

Birames primitifs (rameau locomoteur + branchial) évoluent en unirames (insectes) ou spécialisés : chélicères (arachnides), mandibules (insectes/crustacés), pinces ou pattes natatoires. Antennes sensorielles uniques chez Mandibulata ; absentes chez Chelicerata.

❖ **Système Interne**

- ✓ **Respiratoire** : Trachéoles (insectes terrestres), branchies (crustacés), poumons en livres (arachnides).
- ✓ **Circulatoire** : Ouvert avec hémolymphe pulsée par cœur dorsal.
- ✓ **Nerveux** : Chaîne ganglionnaire ventrale, cerveau supra-œsophagien

REPRODUCTION DES ARTHROPODES

Les arthropodes se reproduisent principalement de manière **sexuée**, avec une **fécondation interne** ou **externe** selon les groupes, mais **certains pratiquent la parthénogenèse** (reproduction sans mâle). Leur mue périodique facilite souvent l'accouplement, et les femelles portent ou protègent les œufs dans des structures spécialisées.

❖ **Mode de Fécondation**

- ✓ **Fécondation Interne** : Majoritaire chez les terrestres (insectes, arachnides) ; le mâle transfère un spermatophore via organes copulateurs ou gonopodes (ex. : cloportes, crabes).
- ✓ **Fécondation Externe** : Chez crustacés aquatiques ; gamètes libérés simultanément dans l'eau.

La spermatogenèse se déroule dans des tubes séminifères hélicoïdaux, avec sperme souvent non mobile.

❖ **Stratégie de protection des œufs**

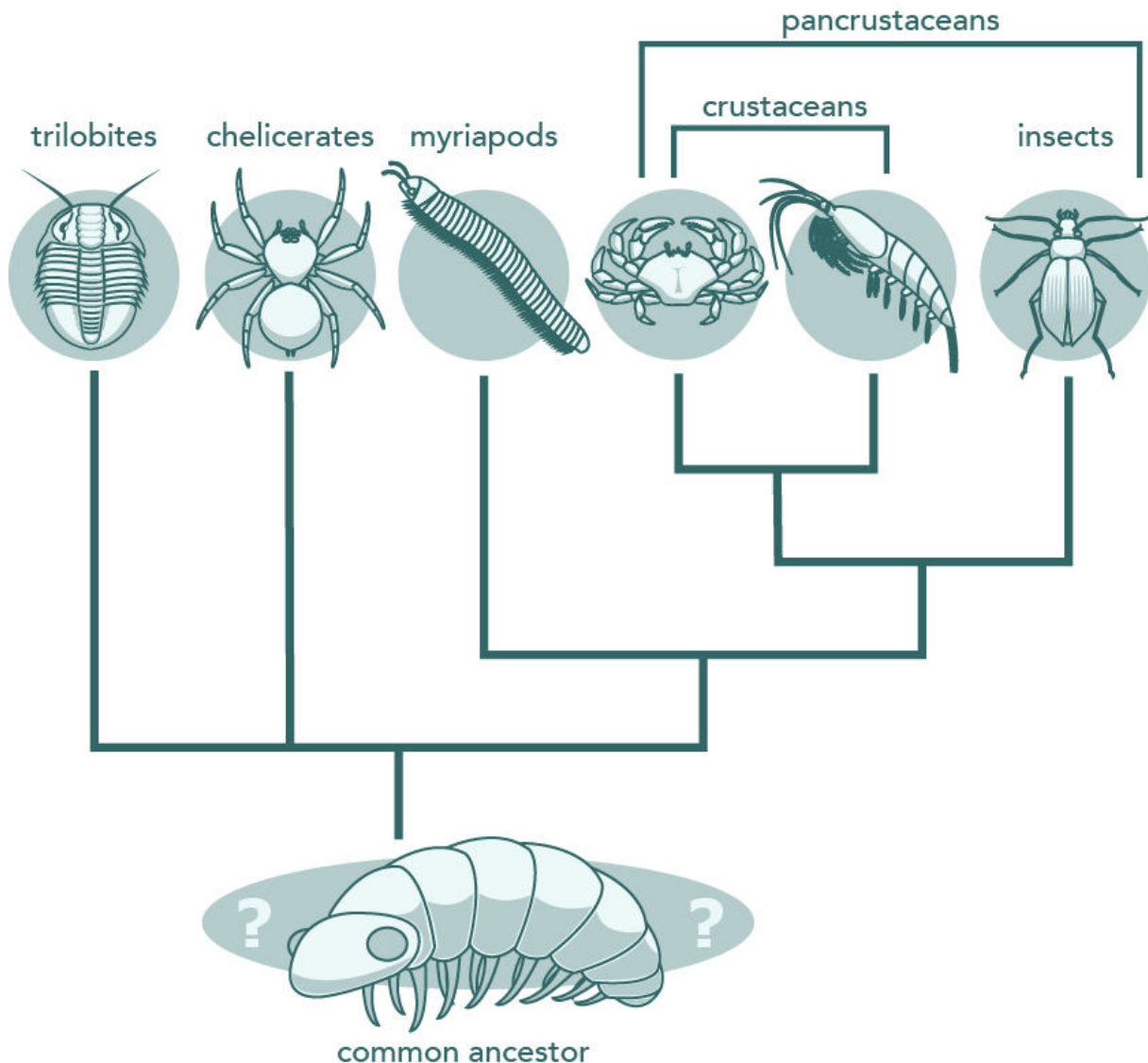
- ✓ **Oviparité** : Œufs pondus (ex. : insectes dans oothèques ou nids ; cloportes dans marsupium ventral).
- ✓ **Ovoviviparité** : Œufs éclosent à l'intérieur de la mère (ex. : scorpions)
- ✓ **Viviparité** : Rare, chez tsetses ou punaises ; larves nourries par la mère.

❖ **Variation par Groupe**

Groupes	Mode typique	Exemples
Insectes	Fécondation Interne, Oviparité	Moustique : femelles pond des rafts d'œufs
Arachnides	Spermatophore externe	Araignées : Sac d'œufs soignés
Crustacés	Souvent externe	Crevette : femelle ventile d'œufs
Myriapodes	Gonopodes, Oviparité	Mille-pattes : Œufs enterrés

Nb. La parthénogenèse (thélyphénogenèse chez pucerons, arrhénotoque chez phasmes) permet des explosions démographiques rapides.

EVOLUTION DES ARTHROPODES



Les arthropodes ont évolué au Cambrien (il y a ~540 millions d'années) à partir d'ancêtres annélides-like, développant un exosquelette chitineux, une segmentation et des appendices articulés qui ont favorisé leur diversification massive. Leur succès évolutif repose sur des innovations comme la mue (ecdysis), partagée avec les écdysozoaires, et des adaptations à tous les milieux (marin, terrestre, aérien).

❖ Facteurs Evolutifs Clés

La coévolution avec les plantes (pollinisation) et vertébrés (chaînes alimentaires) a drivé la diversification (~1,2 million d'espèces décrites). Les extinctions (Permien-Trias) ont favorisé les clades survivants ; aujourd'hui, le déclin anthropique menace cette diversité.

CLASSIFICATION DES ARTHROPODES

Les arthropodes se classent en quatre sous-embranchements principaux selon la classification phylogénétique moderne : Chelicerata, Myriapoda, Crustacea et Hexapoda (insectes), regroupés sous le clade Arthropoda au sein des Ecdysozoa. Cette hiérarchie reflète les relations évolutives basées sur des données morphologiques et moléculaires, avec Pancrustacea unissant crustacés et insectes.

- ✓ **Chelicerata** : Chélicères (pinces), 4 paires de pattes mais sans antennes ; inclut arachnides (araignées, scorpions, acariens), merostomata (limules) et pycnogonides.
- ✓ **Myriapoda** : Corps allongé, nombreuses pattes ; chilopodes (centipèdes prédateurs) et diplopodes (mille-pattes herbivores)
- ✓ **Crustacea** : Deux paires d'antennes, carapace calcifiée ; oligomères (copépodes), branchiopodes, malacostracés (tête soudé au thorax) et sont majoritairement aquatiques (crabes, crevettes).
- ✓ **Hexapoda** : Insectes ; six pattes, antennes, souvent ailés ; clades comme Pterygota (ailés) et Apterygota (apteres). Ils sont des métamorphoses variées ; pollinisateurs, décomposeurs, vecteurs.

Tableau Synthétique des Clades majeurs

S/Embranchement	Nbre d'Espèce (approx)	Exemples	Caractéristiques
Chelicerata	100 000	Araignées, tiques	Pas d'antennes, chélicères
Myriapoda	16 000	Centipèdes	>15 paires des pattes, unipares
Crustacea	67 000	Crevettes, Crabes	Aquatiques, Branchies
Hexapoda (insectes)	>1000 000	Abeilles, Moustiques	Trois tagmes, Trachéoles

B. ETUDES DES DIFFERENTES CLASSES DES ARTHROPODES

I. CLASSE DES INSECTES ou HEXAPODA

La classe des Insectes (Insecta) regroupe les arthropodes les plus diversifiés, caractérisés par un corps divisé en trois tagmes principaux : tête, thorax et abdomen, ainsi que par trois paires de pattes thoraciques.

Caractéristiques principales

Les insectes possèdent un squelette chitineux externe, une respiration trachéenne et souvent des ailes chez les adultes (sauf chez les aptérygotes). Leur développement inclut généralement une métamorphose, soit incomplète (hémimétabole) soit complète (holométabole).

Classification hiérarchique

Dans l'embranchement des Arthropodes, les Insectes se distinguent des arachnides ou crustacés par leurs trois paires de pattes et leur segmentation corporelle. Ils se divisent en sous-classes comme les **Aptérygotes** (sans ailes primitives) et **Ptérygotes** (aîlés ou dérivés)

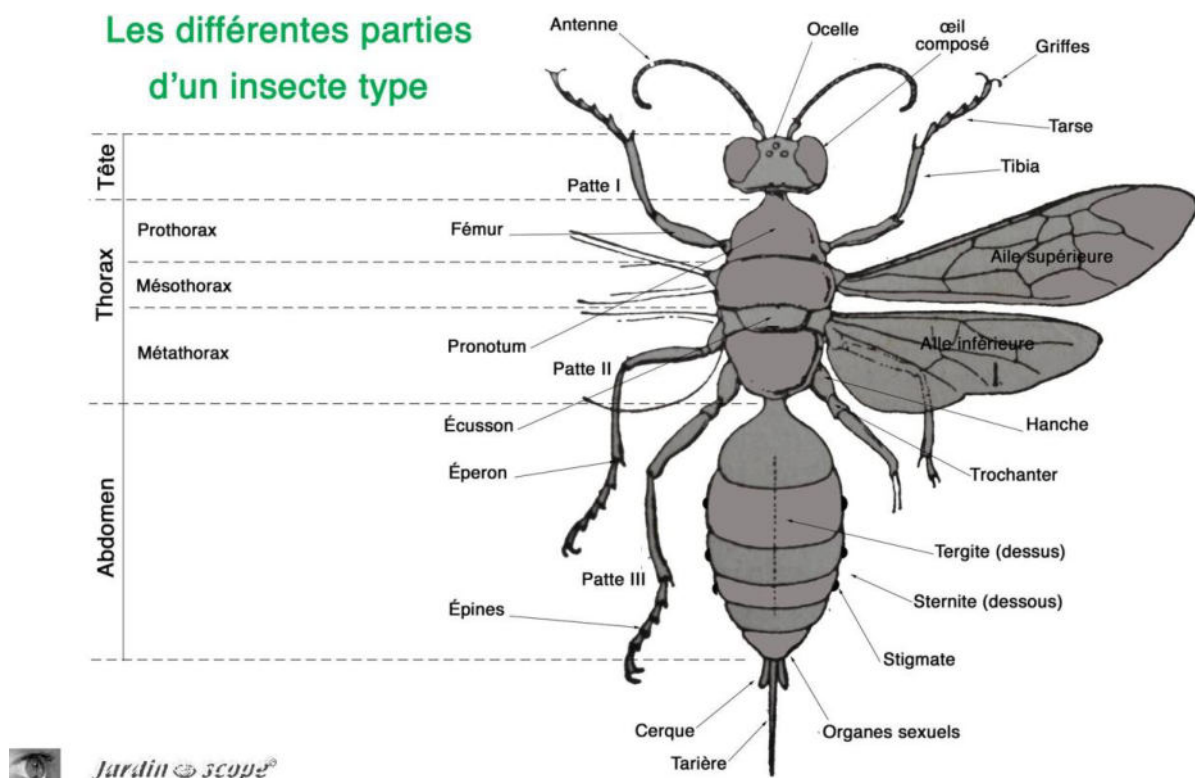
Principaux Ordres

Parmi les ordres notables : Hyménoptères (guêpes, abeilles), Diptères (mouches), Lépidoptères (papillons), Coléoptères (scarabées) et Orthoptères (criquets). Plus de 30 ordres existent, avec une immense diversité d'espèces

ANATOMIE & STRUCTURE GENERALE DES INSECTES

a. Morphologie Externe

La morphologie externe des insectes se caractérise par un corps segmenté en trois tagmes principaux : **la tête, le thorax et l'abdomen**, recouverts d'un exosquelette chitineux.



Les segments des insectes sont organisés en trois principales couches structurales appelées **sclérites** qui forment l'**exosquelette**

L'exosquelette est formé de deux couches cuticulaires : l'**épicuticule cireuse externe** et la **procuticule** (exocuticule rigide et endocuticule flexible), composée de chitine et de protéines.

❖ **La Tête**

La tête porte une paire d'antennes, des yeux composés, souvent des ocelles, et des pièces buccales externes (mandibules, maxilles, labium) adaptées au régime alimentaire. Des sutures frontales peuvent être présentes pour faciliter la mue.

❖ **Sclérites thoraciques**

Chaque segment du thorax (prothorax, mésothorax, métathorax) est couvert par trois sclérites principaux. Le **notum** forme la plaque dorsale supérieure, le **pleuron** entoure les côtés pour protéger les organes internes, et le **sternum** constitue la plaque ventrale inférieure. Il porte trois paires de pattes et, chez les ptérygotes, deux paires d'ailes.

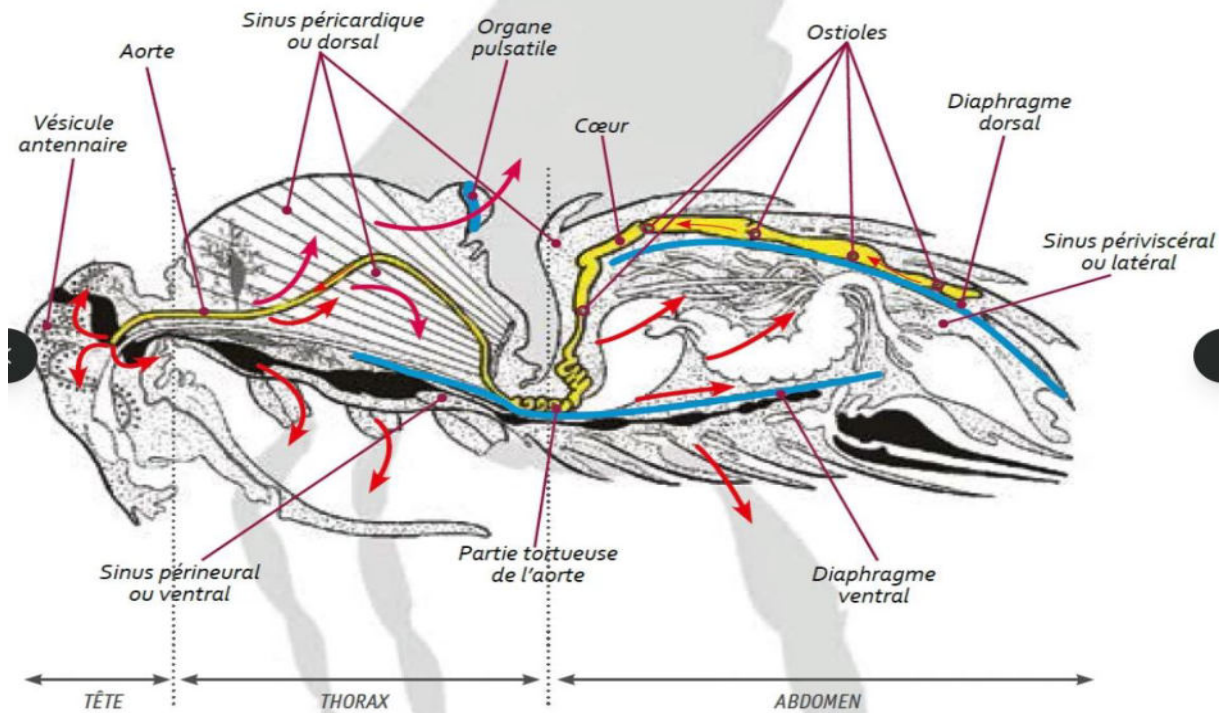
Les ailes sont parcourues par des **canaux chitineux** appelés **nervures** (transversales et longitudinales) qui sont à leur tour subdivisées en Costale, sous-costale, radiale, médiane, cubitale, anale et en secteur radius.

Le thorax porte également et en principe **2 paires d'ailes** insérées sur la face dorso-latérale du méso thorax (paire antérieure) et du méta thorax (paire postérieure). Chez certains insectes, les **ailes antérieures sont durcies et ne servent plus ou moins au vol**, ce type d'aile est appelé **élytres**. Chez d'autres insectes, la paire postérieure est transformée en un petit organe appelé balancier servant à l'équilibre, il y'a d'autres insectes qui sont dépourvus d'ailes exemple les **chiques**, les **poux** etc.

❖ **Application à l'Abdomen**

Pour les segments abdominaux (11 segments), la structure est simplifiée avec principalement deux sclérites : le **tergite** (dorsal, équivalent du notum) et le **sternite** (ventral, équivalent du sternum). L'abdomen comprend également des **stigmates (orifices) respiratoires**, et des appendices terminaux (cerques, ovipositeur) qui sont des filaments articulaires.

b. Morphologie Interne



La morphologie interne des insectes comprend des systèmes d'organes adaptés à leur mode de vie, principalement localisés dans l'hémocèle, une cavité remplie d'hémolymphe.

❖ **Système digestif**

Le tube digestif est divisé en trois parties : le **stomodéum** (antérieur, avec pharynx et œsophage), le **mésentéron** (moyen, site de la digestion enzymatique et absorption) et le **proctodéum** (postérieur, avec intestin postérieur et rectum). Des glandes salivaires et hépatopancréas (tubules de Malpighi pour l'excrétion) y sont associées.

❖ **Système circulatoire**

Un **cœur tubulaire dorsal** pompe l'hémolymphe dans un vaisseau dorsal vers l'hémocèle via des ostioles ; ce système ouvert assure la distribution d'oxygène, nutriments et hormones sans vaisseaux clos.

❖ **Système Respiratoire et Nerveux**

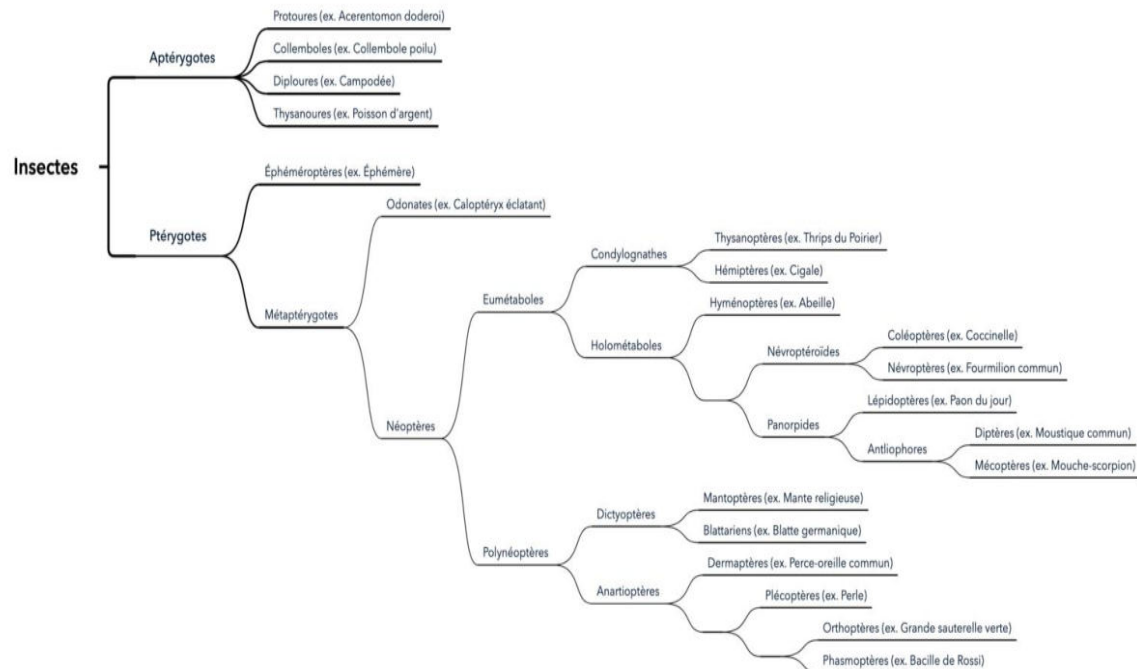
La respiration trachéenne utilise des **stigmates** et trachées ramifiées jusqu'aux tissus ; le système nerveux ventral est formé d'un **cerveau supra-œsophagien**, **sous-œsophagien** et **ganglions abdominaux** fusionnés en chaîne (souvent réduit).

❖ **Système de Reproduction**

Chez les femelles, des ovaires acrotrophiques produisent des ovules ; les mâles ont des testicules et canaux éjaculateurs ; les gonades sont suspendues dans l'hémocèle avec des accessoires (accessoires génitaux).

c. Les Sous Classes des insectes

La classe des Insecta est traditionnellement divisée en deux sous-classes principales : les **Apterygota** (insectes primitifs sans ailes) et les **Pterygota** (insectes ailés ou névroptères).



©E. Force

I. La sous Classe Apterygota (Aptérygotes)

La sous-classe Apterygota, ou Aptérygotes, désigne un ancien groupe d'insectes primitivement **dépourvus d'ailes**, caractérisés par un développement amétabole sans métamorphose significative. Ces organismes petits et agiles, comme les **poissons d'argent** ou les **collembolés**, présentent des traits ancestraux tels que des mues continues tout au long de la vie et une fécondation externe via des spermatophores.

❖ Caractéristiques Principales

Les Aptérygotes se distinguent par **l'absence primitive d'ailes**, contrairement aux formes secondaires aptères chez d'autres insectes. Leur développement post-embryonnaire est **amétabole** : les jeunes ressemblent aux adultes dès l'éclosion, **sans stade nymphal** distinct, et ils muent même après la maturité sexuelle. Les mâles déposent des spermatophores plutôt que de féconder directement les femelles.



❖ Classification

Traditionnellement, cette sous-classe incluait quatre ordres : **Protura** (Protoures), **Collembola** (Collembolés), **Diplura** (Diploures) et **Thysanura** (Thysanoures).

Aujourd'hui, Apterygota est considéré comme un grade **paraphylétique, non monophylétique**. Les Protura, Collembola et Diplura (Entognatha) sont souvent exclus des Insecta et forment des classes distinctes, tandis que les Thysanura se divisent en Archaeognatha (Archéonathes) et Zygentoma (Zygentomes), plus proches des Ptérygotes. Le terme persiste parfois pour désigner ces hexapodes primitifs aptères

❖ Quelques exemples des Apterygota

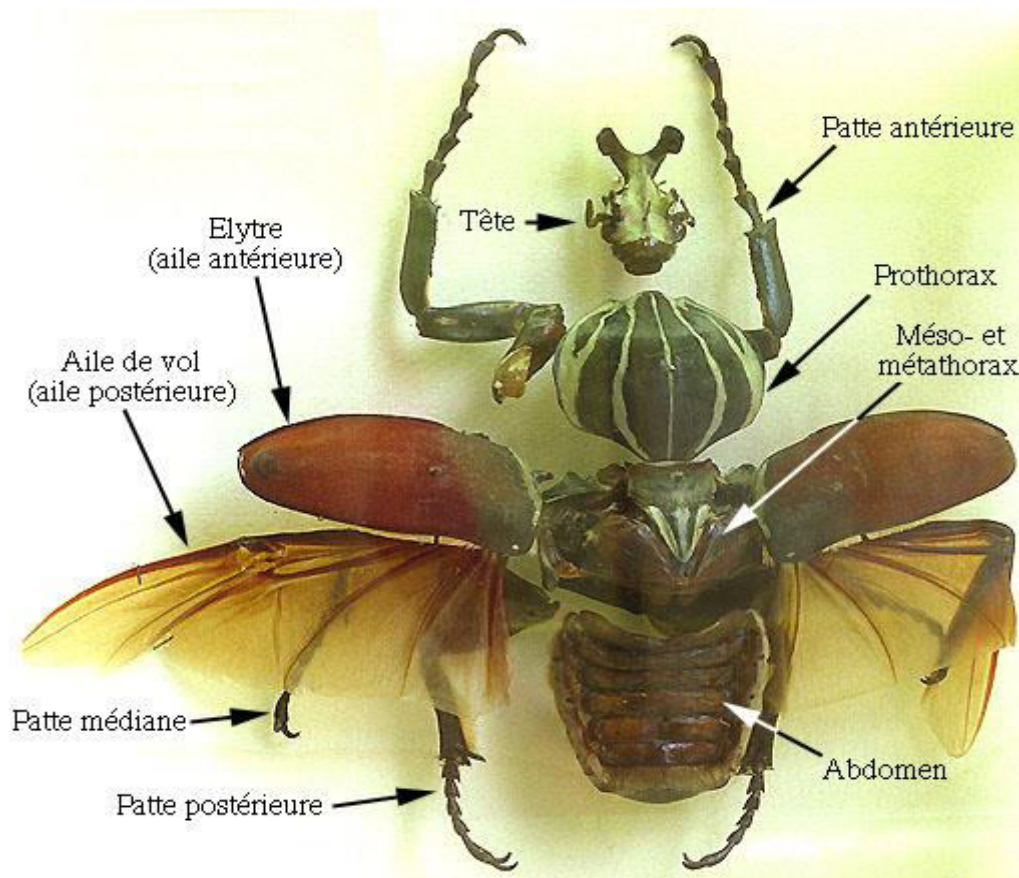
- ✓ *Lepisma saccharina* (poisson d'argent, *Zygentoma*) : Nuisible domestique qui ronge papiers, livres, tissus et amidon ; non pathogène mais source d'allergènes cuticulaires rares.
- ✓ *Sminthurus viridis* (lucassidé vert, *Collembola*) : Ravageur des cultures légumières (chou, luzerne) en Europe, causant des dégâts foliaires par phytophagie
- ✓ *Thermobia domestica* (thermobie, *Zygentoma*) : Similaire au poisson d'argent, attaque amidons et colle dans les habitations chaudes ; faible nuisance
- ✓ *Produra aquatica* (*Collembola*) : Abondant en milieux humides, parfois considéré comme ravageur mineur des semis en serres.

❖ **Habitat et Biologie**

Ces hexapodes vivent souvent dans des **milieux humides** comme la litière de feuilles, le sol ou les habitats obscurs, avec une **taille généralement inférieure à quelques millimètres**. Ils possèdent des appendices **abdominaux primitifs** comme des cerques et un filament caudal médian. Bien que primitifs, certains montrent une capacité de vol plané descendant.

2. La sous Classe Pterygota (Ptérygotes)

La sous-classe *Pterygota* (Ptérygotes) regroupe presque **tous les insectes possédant des ailes** ou des vestiges d'ailes à l'état adulte. Elle s'oppose ainsi aux Aptérygotes, qui n'ont jamais eu d'ailes au cours de l'évolution.



❖ **Caractéristiques Généraux**

- ✓ Les ailes sont fixées sur le mésothorax et le métathorax, qui forment un ptérothorax fortement sclérotisé, adapté au vol
- ✓ Leur articulation mandibulaire est dicondylienne (deux condyles), caractère partagé par la plupart des insectes actuels.

❖ **Organisation des ailes et Métamorphose**

- ✓ La **nervation alaire** (disposition des veines longitudinales et transversales) et la position des ailes au repos sont des critères essentiels pour distinguer les ordres.
- ✓ Ils ont deux type des métamorphoses :
 - ✚ **Hétérométaboles** : (métamorphose incomplète : orthoptères, punaises, libellules...).
 - ✚ **Holométaboles** : (métamorphose complète avec stade nymphal : coléoptères, diptères, lépidoptères, hyménoptères...).

❖ **Classification**

Les ptérygotes sont subdivisés en deux infra-classes :

- ✓ **Paleoptera** : insectes incapables de replier leurs ailes sur le dos (libellules, éphémères).
- ✓ **Neoptera** : insectes pouvant plier leurs ailes sur le corps (la majorité des ordres actuels : coléoptères, lépidoptères, diptères, hyménoptères, orthoptères, etc.).

❖ **Importance Biologique et Ecologique**

La sous classe de Pterygota comprend la quasi-totalité des **insectes d'importance écologique, agricole ou médicale** (pollinisateurs, ravageurs des cultures, insectes vecteurs de maladies, décomposeurs, etc.). Elle représente l'essentiel de la diversité des Insecta, tant en nombre d'espèces que de formes, d'habitats et de modes de vie.

❖ **Quelques exemples des Pterygota nuisible en SAPU**

- ✓ Moustiques (Diptera : Culicidae)
 - ✚ *Aedes aegypti* : Vecteur principal de la dengue, du chikungunya, du Zika et de la fièvre jaune ; prolifère en zones urbaines tropicales
 - ✚ *Annopheles gambiae* : Transmet le paludisme (malaria) en Afrique subsaharienne, causant des millions de cas annuels
- ✓ Phlébotome (Diptera : Psychodidae)
 - ✚ *Phlebotomus papatasi* : Vecteur de la leishmaniose cutanée et viscérale au Moyen-Orient et en Méditerranée
- ✓ Puces (Siphonaptera)
 - ✚ *Ctenocephalides felis* : Puce du chat, vectrice de la peste (*Yersinia pestis*) et du myxome chez les lapins ; piqûres allergisantes
- ✓ Poux (Phthiraptera : Anoplura)
 - ✚ *Pediculus humanis* : Poux de corps, vecteur du typhus exanthématique et de la fièvre récurrente.
- ✓ Punaise (Hemiptera : Reduviidae)

- ✚ Triatoma infestans : Vecteur de la maladie de Chagas (Trypanosoma cruzi) en Amérique latine.

Ces espèces causent plus de 700 000 décès annuels via des arbovirus, parasites ou bactéries, avec une urgence accrue par le changement climatique.

Les Paleoptera



Les Paléoptères (Paleoptera) forment une infra-classe d'insectes primitifs au sein des Ptérygotes, caractérisés par leur incapacité à replier leurs ailes sur le dos au repos.

❖ Caractéristiques Principales

Les ailes sont **rigides**, étalées latéralement ou verticalement au repos, avec un mécanisme de vol direct où les muscles s'insèrent directement à leur base, sans flexion possible en arrière comme chez les Néoptères. Les **pièces buccales sont généralement broyeuses**, et les ailes antérieures ne recouvrent jamais les postérieures. Cette structure primitive reflète leur ancienneté évolutive, avec de nombreux ordres fossiles éteints (Palaeodictyoptères, etc.).

❖ Ordres actuels

- ✓ **Ephemeroptera** (Éphémères) : Ailes membraneuses étalées verticalement, abdomen long ; adultes éphémères sans pièces buccales fonctionnelles.
- ✓ **Odonata** Libellules et demoiselles) : Ailes puissantes largement étalées ; prédateurs aériens avec yeux composés hémisphériques développés

Les Neoptera



Les Néoptères (Neoptera) forment une infra-classe majeure des Ptérygotes, regroupant la quasi-totalité des insectes ailés modernes capables de replier leurs ailes en arrière sur l'abdomen au repos.

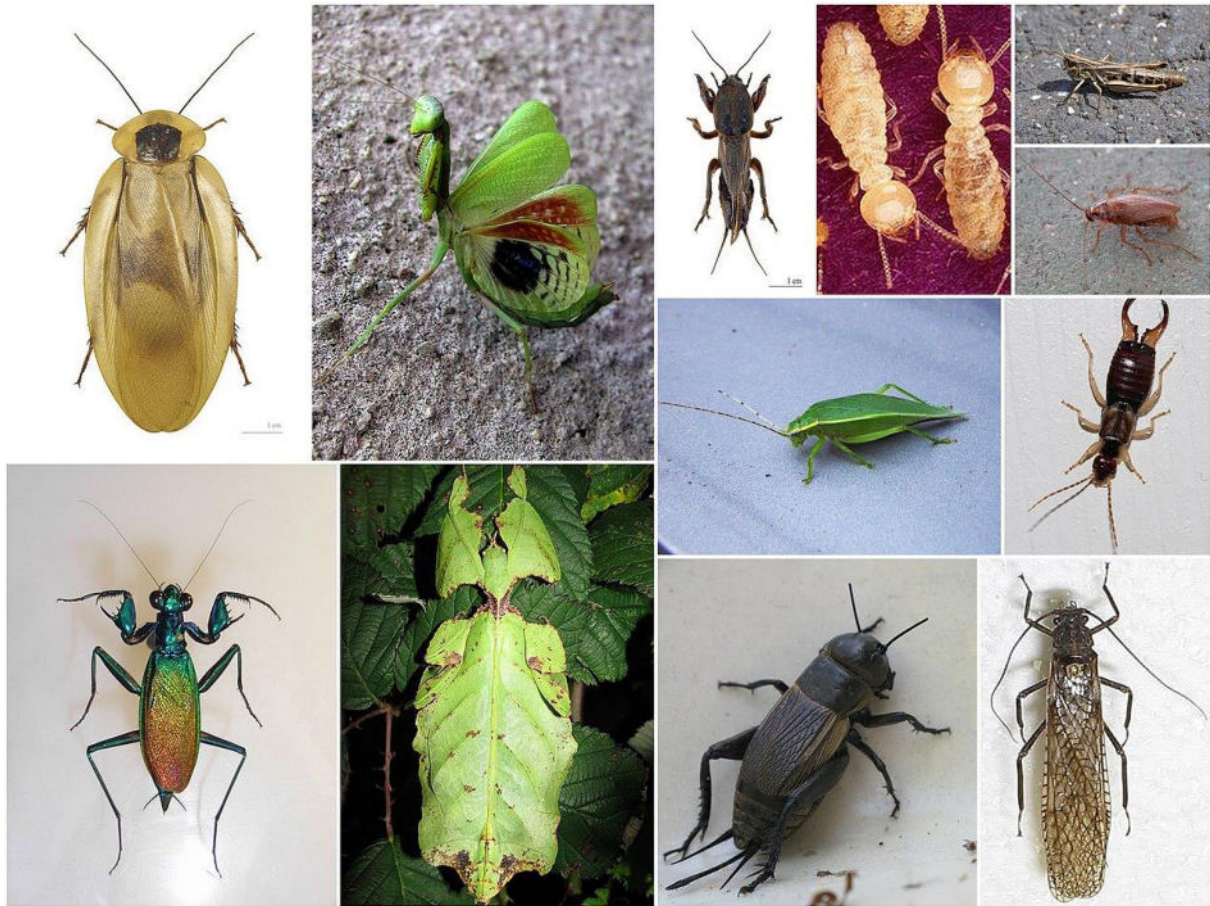
❖ Caractéristiques Principales

Ils possèdent un mécanisme alaire complexe avec un champ jugal (neala) et des **sclérites axillaires permettant le pliage des ailes** à plat ou en toit, contrairement aux Paléoptères aux ailes rigides étalées.

Leur développement inclut des formes **hémimétaboles** (métamorphose incomplète) et **holométaboles** (complète avec nymphe), avec trois seuils évolutifs : expansion alaire, articulation mobile et endoptérie interne des ailes. Il est composé de trois super ordres distincts

❖ Différents Super Ordres

a. Super Ordre des Polyneoptera



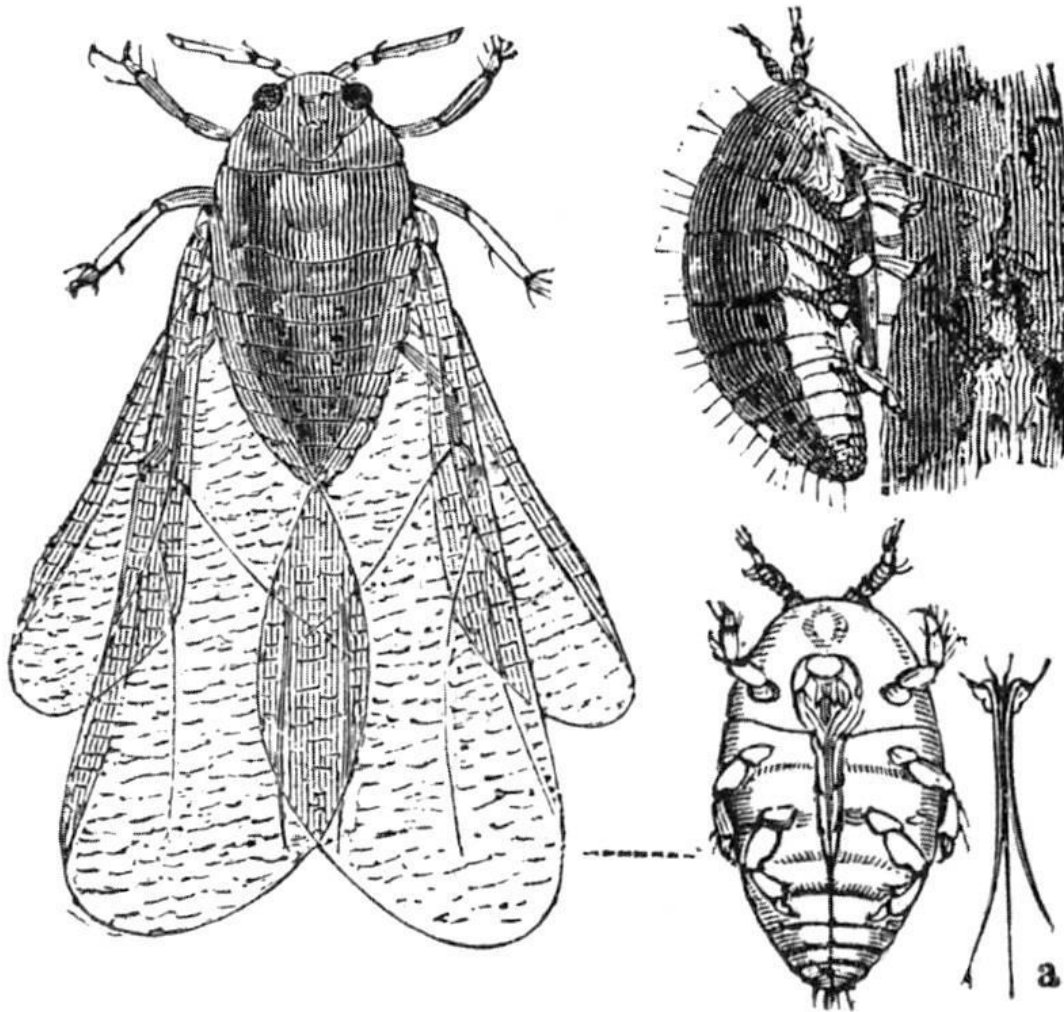
Les Polyneoptera forment un super-ordre des Néoptères, caractérisés par des **ailes postérieures** avec **un champ anal élargi** et **des veines multiples**, ainsi qu'une métamorphose généralement **hémimétabole**.

Il est formé des plusieurs sous ordres dont :

- ❖ **Orthoptera** : Criquets, sauterelles, grillons ; pattes postérieures saltatrices, stridulation chez les mâles.
- ❖ **Blattodea** : Blattes et termites (parfois inclus) ; formes nocturnes aplaties, sociales chez les termites.
- ❖ **Mantodea** : Mantes religieuses ; rapaces, ailes pliables, ovipositeurs prothoraciques.
- ❖ **Dermaptera** : Perce-oreilles ; forceps abdominaux cercoïdes, ailes postérieures en éventail.
- ❖ **Phasmatodea** : Phasmes, bâtonnets ; mimétisme végétal, souvent aptères
- ❖ **Plecoptera** : Perles ; aquatiques nymphaux, ailes tente au repos.

Les Polyneoptera incluent aussi Embioptera (embiopètres), Grylloblattodea (ice-crawlers), Mantophasmatodea et Zoraptera ; ce groupe représente une diversité évolutive ancienne avec plus de 50 000 espèces.

b. Super Ordre de Paranoptera



Les Paranéoptères (Paraneoptera), super-ordre des Néoptères, regroupent des insectes à pièces buccales piquantes-suceuses et un champ jugal alaire réduit à une seule nervure. Il est formé de plusieurs sous ordres :

- ❖ **Hemiptera** : (Hémiptères) : Punaises, cigales, pucerons, aleurodes ; rostre piqueur, **hémimétabolie** ; ravageurs majeurs ou vecteurs de virus.
- ❖ **Thysanoptera**. (Thysanoptères ou thrips) : Corps filiforme, ailes frangées ; phytophages ou prédateurs, transmettent des tospovirus.

Psocodea : (Psoques) : Petits insectes libres ou lignivores ; développement paurométabole.

Certains ordres sont associés aux précédents, il s'agit de :

- ❖ **Anoplura** (poux suceur) *Pediculus humanus* ; ectoparasites hématophages des mammifères
- ❖ **Mallophaga/Ischnocera** ; (Poux mâcheurs) : Ricins des oiseaux ; pièces buccales broyeuses.

Ce groupe anciennement Hémiptéroïdes, se distingue par des tarse à 1-3 articles et des cerques absents ou réduits arthropédie fandom+ l

c. Super Ordre d'Oligoneoptera



Les Oligoneoptera (ou Eumetabola) forment un super-ordre des Néoptères holométaboles, caractérisés par une métamorphose complète avec stade larvaire distinct et pupe. Il est formé des plusieurs ordres dont :

- ❖ **Coleoptera** : (Coléoptères) : Scarabées, coccinelles ; ailes antérieures élytres durs, postérieures membraneuses pliées dessous.
- ❖ **Diptera** : (Diptères) : Mouches, moustiques ; une paire d'ailes, postérieures modifiées en haltères
- ❖ **Lepidoptera** : (Lépidoptères) : Papillons ; ailes couvertes d'écailles, pièces buccales suceuses.
- ❖ **Hymenoptera** : (Hyménoptères) : Abeilles, guêpes, fourmis ; larves apodes, souvent sociales.

Cet Ordre est associé à plusieurs autres ordres dont :

- ❖ **Trichoptera** : (Trichoptères) : Phryganes ; ailes poilues, larves aquatiques constructrices de tubes.
- ❖ **Neuroptera** : (Neuroptères) : Chrysopes, myrmélons ; ailes membraneuses veinulées abondamment.
- ❖ **Mecoptera** : (Mécoptères) : Panorpes ; ailes étroites, rostre allongé.
- ❖ **Siphonaptera** : (Siphonaptères) : Puces ; aptères, sauts puissants, piqueur-suceuses.

Les Oligoneoptera (ou Eumetabola) ne présentent pas de pouvoir pathogène direct majeur chez l'humain, mais **plusieurs espèces sont des vecteurs de maladies graves ou causent des allergies via leurs piqûres, larves ou allergènes**

2. CLASSE DES CRUSTACEA ou CRUSTACES



Les Crustacés (Crustacea) forment un sous-embranchement majeur des Arthropodes, principalement aquatiques, caractérisés par un exosquelette chitineux souvent calcifié et des appendices biramés.

❖ **Caractéristiques Principales**

Le corps est segmenté en céphalothorax et abdomen (ou céphalon, thorax et abdomen selon les groupes), avec **deux paires d'antennes** (antennules et antennes), **des yeux composés pédonculés** ou **sessiles**, et une **respiration branchiale**. Les appendices sont diversifiés : natatoires, marcheurs, maxillipèdes ou pinces, typiquement biramés (exopodite et endopodite). Le développement inclut souvent une larve nauplius planctonique.

❖ **Classification et Groupe Principaux**

Les Crustacea sont plusieurs classes principales selon les classifications modernes

a. **La classe des Branchiopoda**



Les Branchiopodes (Branchiopoda) forment une classe primitive de crustacés majoritairement dulçaquicoles, adaptés aux milieux temporaires ou hypersalins, avec un corps souvent enveloppé d'une carapace bivalve ou absente.

Caractéristiques Principaux

Ces petits arthropodes (0,5 à 50 mm) possèdent des **appendices foliacés branchiopodes** (biramés, aplatis pour la respiration et le filtrage alimentaire), **deux paires d'antennes puissantes** pour la nage, **un œil** médian nauplien et un développement via larve nauplius. La carapace peut être absente (Anostraca), en bouclier dorsal (Notostraca) ou bivalve (Spinicaudata, Laevicaudata, Cyclestheriida) ; ils produisent des œufs kystes résistants à la dessiccation.

Cette classe est constituée des plusieurs ordres comme les Anostrace (qui nagent sur le dos), Notostraca, Diplostraca ;.... ces omnivores-décomposeurs jouent un rôle clé dans les écosystèmes aquatiques éphémères.

b. **La classe de Maxillopoda**

Les Maxillopodes (Maxillopoda) forment une classe de crustacés caractérisée par un **corps réduit**, un **abdomen vestigial** souvent **sans appendices**, et une taille généralement petite (sauf les balanes)



Caractéristiques Principales

Ces arthropodes possèdent un **céphalothorax fusionné dominant**, des **antennes et antennules bien développées**, des **maxilles proéminentes adaptées** au filtrage ou à la succion, et un **développement souvent direct** ou via nauplius. Leur métamérie thoracique est limitée (4-7 segments), avec des **pattes thoraciques modifiées en nageoires** ou fixatrices ; la **respiration est cutanée** ou branchiale rudimentaire.

Cette classe comprend plusieurs ordres tel que les Copepoda (parasites comme poux de mer ; ~13 000 espèces marines/douces), Thecostraca, Ostracoda ; ...

c. La classe Malacostraca

Les Malacostraca forment la classe la plus diversifiée et avancée des crustacés, regroupant environ 40 000 espèces marines, dulçaquicoles et terrestres, avec un corps bien segmenté et des appendices hautement spécialisés

Caractéristiques Principales

Le corps comporte 20-21 segments répartis en céphalothorax (tête + 8 segments thoraciques) et abdomen (6 segments), avec 19 paires d'appendices biramés différenciés : antennules, antennes, mandibules, maxilles, maxillipèdes et péréiopodes. Les yeux sont pédonculés ou sessiles, la respiration branchiale via épipodites ou branchies, et le développement larval inclut nauplius évoluant en zoé, mysis ou manca selon les groupes



Les Malacostraca est constitué des plusieurs super ordre et ordre majeurs comme par exemple le Phylocarida, Hoplocarida, Syncarida, Paracarida, Eucarida ;

❖ **Importance médicale des crustacés**

Les Crustacés ont une importance médicale variée, allant de risques allergiques majeurs à des applications thérapeutiques modernes basées sur leurs exosquelettes et composés bioactifs.

✓ **Risques pathogène et Allergie**

Les Crustacés, surtout les Décapodes (crevettes, crabes, homards), sont une cause principale d'allergies alimentaires graves via la tropomyosine, une protéine thermostable provoquant anaphylaxie, asthme ou dermatites chez 2% de la population. Des ectoparasites

comme les copépodes (poux de mer) ou cirripèdes causent dermites chez les baigneurs et pêcheurs.

✓ **Application Biomédicales**

✚ **Chitine et Chitosane** : Exosquelettes dépolymérisés en chitosane pour pansements hémostatiques, sutures résorbables, délivrance de médicaments et ingénierie tissulaire grâce à leurs propriétés antibactériennes et cicatrisantes

✚ **Oméga-3 Antioxydant** : Huiles de krill (*Euphausia superba*) riches en EPA/DHA phospholipidiques pour santé cardiovasculaire et anti-inflammatoires.

✚ **Anticoagulants** : Héparine dérivée historiquement des tissus de crustacés ou mollusques, bien que synthétique aujourd'hui.

✓ **Usage traditionnel**

Historiquement, cendres de crabes comme contrepoison, gastrolithes d'écrevisses contre l'acidité gastrique, ou décoctions pour affections urinaires et gynécologiques.

3. CLASSE DES MYRIAPODA



La classe des Myriapoda, ou myriapodes, regroupe des arthropodes terrestres au corps allongé et segmenté, souvent appelés mille-pattes. Ces animaux se distinguent par leurs nombreuses pattes et leur répartition en quatre classes principales. Ils vivent principalement dans des milieux humides et sombres.

❖ **Classes Principales**

Les Myriapoda se divisent en **quatre classes** : Chilopoda (centipèdes comme les scolopendres, carnivores avec une paire de pattes par segment), Diplopoda (mille-pattes comme les iules, herbivores avec deux paires par segment), Pauropoda et Symphyla (formes minuscules, omnivores). Cette classification classique est parfois remise en question quant à sa monophylie.

❖ **Caractéristiques**

Le corps comprend une **tête avec antennes, mandibules** et **yeux simples ou composés**, suivi de segments portant des pattes. Les Chilopoda sont venimeux via des crochets modifiés, tandis que les Diplopoda s'enroulent pour se défendre et peuvent sécréter des irritants. Ils

sont nocturnes et subissent une métamorphose légère. Les Myriapoda favorisent la décomposition du bois mort, jouant un rôle clé dans les écosystèmes forestiers

❖ **Implication des Myriapodes en SAPU**

Les myriapodes ont une implication limitée en santé publique, principalement via des morsures de centipèdes (Chilopoda) pouvant causer douleur et inflammation chez l'humain. Les mille-pattes (Diplopoda) sécrètent des substances irritantes cutanées mais sans danger majeur. Ils ne transmettent pas de maladies ni ne sont considérés comme vecteurs épidémiques.

✓ **Morsures des Centipèdes**

Les scolopendres, comme *Scolopendra cingulata*, injectent un venin via leurs forcipules modifiées, provoquant douleur locale, gonflement, rougeurs et parfois fièvre ou réactions allergiques chez les sensibles. Les cas graves sont rares, limités aux espèces tropicales massives, et traités symptomatiquement sans séquelles durables.

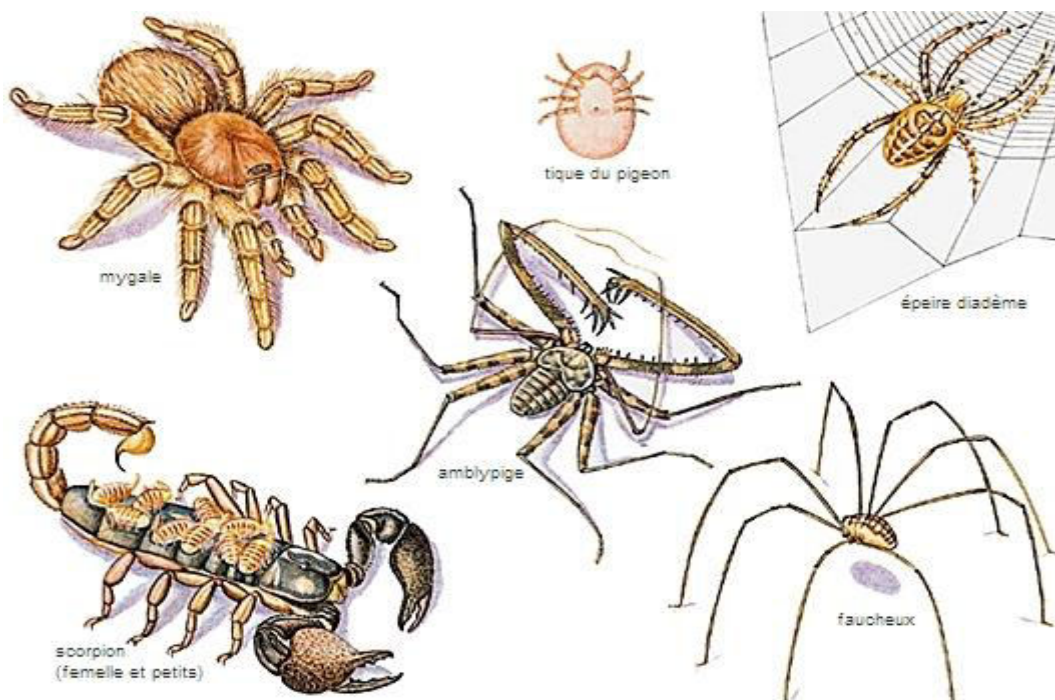
✓ **Sécrétions des Diplopodes**

Les iules libèrent des quinones ou hydrocyanures cyanogènes lors du stress, irritant la peau (dermatites) ou les yeux au contact, mais non toxiques par ingestion. Symptômes : brûlures, cloques mineures, sans systématisation.

✓ **Autres aspects**

Les scutigères et géophiles sont inoffensifs pour l'homme malgré leur aspect impressionnant. Globalement, les myriapodes favorisent la décomposition et ne posent pas de risque sanitaire public significatif, contrairement aux insectes hématophages.

4. CLASSE DES ARACHNIDES



La classe des Arachnida regroupe des arthropodes terrestres ou dulçaquicoles sans antennes ni ailes, caractérisés par quatre paires de pattes locomotrices et un corps divisé en prosoma (céphalothorax) et opisthosoma (abdomen). Ces animaux possèdent des chélicères pour la capture de proies et des yeux simples (ocelles). Ils jouent un rôle clé dans les chaînes alimentaires comme prédateurs ou parasites

❖ **Classes et Ordres**

Les arachnides comptent environ 100 000 espèces réparties en plusieurs ordres :

- ✓ **Araneae** ; (araignées, ~50 000 spp., tisseuses de soie via filières)
- ✓ **Scorpiones** : (scorpions, queue venimeuse)
- ✓ **Acari** : (acariens/tiques, souvent parasites, corps fusionné)
- ✓ **Opiliones** : (faucheux, longues pattes, non venimeux)
- ✓ **Solifugae** : (solifuges, chélicères puissantes), et autres comme Palpigradi ou Pseudoscorpiones

❖ **Caractéristiques Anatomiques**

Le prosoma porte chélicères (crochets venimeux), pédipalpes (tactiles ou reproducteurs) et pattes. La respiration s'effectue via poumons-livres ou trachées, avec cuticule cireuse limitant la déshydratation. La plupart muent et sont ovipares, avec dimorphisme sexuel marqué.

Présents mondialement, des déserts aux forêts, ils sont souvent nocturnes. Certains acariens transmettent des maladies (ex. Lyme), tandis que les araignées contrôlent les ravageurs.

❖ **Implications des Arachnides en SAPU**

Les arachnides ont des implications variables en santé publique, principalement via les piqûres ou morsures de scorpions, araignées et tiques, qui peuvent causer des envenimations ou transmettre des maladies. Les acariens (tiques) sont les principaux vecteurs parmi eux, responsables de zoonoses comme la borréliose de Lyme ou la fièvre boutonneuse. Les autres ordres posent surtout des risques locaux d'intoxication ou d'allergies.

✓ **Tiques (Acari)**

Les tiques Ixodidae et Argasidae transmettent des pathogènes bactériens (Borrelia pour Lyme), rickettsies (fièvre Q, typhus) et virus lors de piqûres hématophages. En France, la maladie de Lyme touche des milliers de cas annuels, avec prévention par répulsifs et retrait rapide.

✓ **Scorpions et Araïgnes**

Les scorpions (Buthidae) causent des **piqûres potentiellement mortelles chez l'enfant** dans les zones tropicales (ex. Androctonus). Les araignées comme Loxosceles (recluse) provoquent **nécroses locales** ou Latrodectus (veuve noire) des syndromes **neuromusculaires** ; cas rares en Europe mais graves sans antivenin.

✓ **Autres Risques**

Acariens domestiques (Dermatophagoides) déclenchent allergies respiratoires. Pseudoscorpions ou solifuges irritent sans vecteurs majeurs. Globalement, les arachnides ne rivalisent pas avec les insectes hématophages en impact épidémique.

ORDRE DES SCORPIONS

Les Scorpions (Scorpionés) forment un ordre d'arachnides primitifs terrestres, caractérisés par leurs pédipalpes en pinces massives et leur métasoma (queue) terminée par une aiguillon venimeuse, regroupant environ 2 500 espèces dans 25 familles.

Four parvorders and their families



❖ *Morphologie Générale*

Le corps segmenté **divise en prosoma** (céphalothorax couvert d'une carapace chitineuse portant 2-12 yeux et 4 paires de pattes locomotrices), mésosoma (7 segments avec 4 paires de poumons-livres et pectines sexuelles ventrales) et métasoma (5 segments effilés terminés par le telson vésiculeux). Les chélicères petites tri-articulées saisissent les proies, tandis que les pinces des pédipalpes assurent capture et manipulation.

❖ *Cycle vital & Reproduction*

Vivipares avec développement embryonnaire interne (152 jours en moyenne), portage abdominal des jeunes (2-100 petits) pendant 1-2 semaines ; mue jusqu'à 6-7 fois ; durée de vie 3-25 ans selon espèces, activité nocturne et cuticule fluorescente sous UV.

❖ **Principale Familles et Habitats**

Familles	Caractéristiques clés	Habitat Principal
Buthidae (ex. <i>Androctonus</i>)	Pincers fines, queue épaisse, venin puissant	Déserts tropicaux/subtropicaux
Scorpionidae (ex. <i>Heterometrus</i>)	Pincers massives, queue fine, venin faible	Forêts tropicales humides
Diplocentridae	Pincers robustes, terrestres/aquatiques	Amérique tropicale
Vaejovidae	Petits, nord-américains	Arides/xérophytes

Les scorpions jouent un rôle clé en tant que prédateurs nocturnes dans les écosystèmes arides et désertiques, régulant les populations d'insectes, d'araignées et d'autres arthropodes pour maintenir l'équilibre trophique

❖ **Rôle Ecologique**

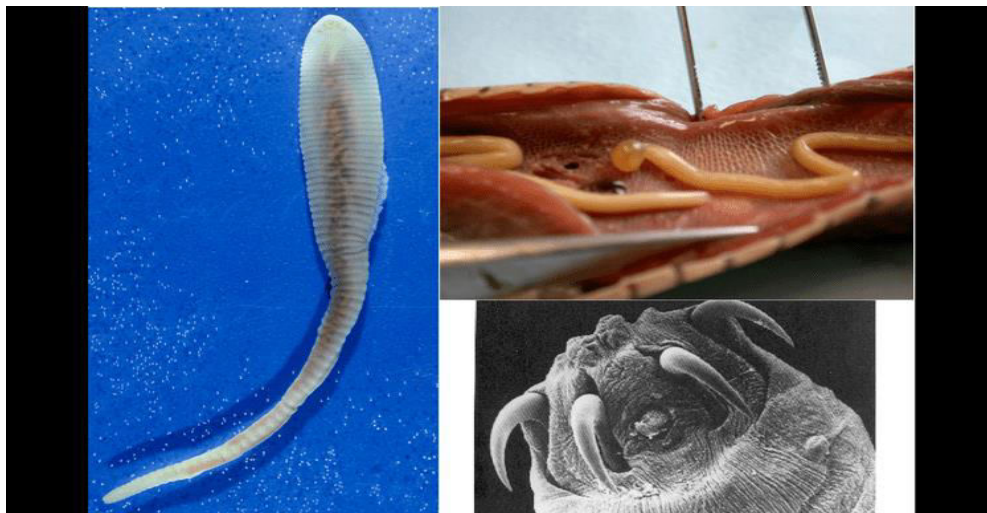
En contrôlant les invertébrés abondants, ils préviennent les pullulations destructrices de proies herbivores et participent à la chaîne alimentaire comme proies pour lézards, oiseaux (chouettes, serpentaires) et mammifères (mangoustes). Excellents bio-indicateurs de la qualité environnementale grâce à leurs exigences strictes en humidité et température, leur fluorescence sous UV aide à étudier les interactions lumière-organisme.

❖ **Importance Médicale**

Responsables d'environ 1,2 million d'envenimations annuelles mondiales, avec 3 250 décès (principalement enfants et personnes fragiles), via neurotoxines affectant le système nerveux sodium/potassium ; les Buthidae (*Androctonus*, *Tityus*) causent les cas graves en Afrique du Nord, Moyen-Orient et Amérique latine. Antivenins et soins symptomatiques efficaces, mais défis en zones rurales.

5. **CLASSE DES PENTASTOMIDES**

Les Pentastomida, ou pentastomides, forment un petit **groupe de parasites endoparasites vermiformes proches des arthropodes**, souvent classés comme une classe ou un embranchement distinct. Ils mesurent de 1 à 14 cm, avec un corps annelé symétrique bilatéralement, divisé en céphalothorax et tronc, couvert d'une cuticule chitineuse poreuse. Ils parasitent principalement les voies respiratoires des reptiles, oiseaux et mammifères, avec un cycle complexe impliquant hôtes intermédiaires.



❖ **Caractéristiques Principales**

Le céphalothorax porte une bouche **entourée de deux paires de crochets chélicériformes** pour s'ancrer, **sans antennes ni yeux adultes**. Le système nerveux est ventral ganglionnaire, le tube digestif est droit et chitinisé (sauf œsophage), sans organes respiratoires, excréteurs ou circulatoires distincts ; l'hémocœle remplit ces fonctions. La fécondation est interne, avec mue occasionnelle.

❖ **Cycle Biologique**

Les larves (nymphales) **éclosent dans l'hôte intermédiaire** (ex. poissons, amphibiens), migrent et enkystent dans les tissus. **L'adulte se développe dans l'hôte définitif** (ex. serpents) après ingestion, nichant dans poumons ou fosses nasales, se nourrissant de mucus ou sang. Développement indirect avec jusqu'à 10 stades ou direct chez certaines espèces.

❖ **Classification et Ecologie**

Environ 130 espèces actuelles (familles Cephalobaenidae, Linguatulidae, Reighardiidae, Sebekidae), plus fossiles cambriens. Position phylogénétique débattue : crustacés dégénérés ou proches des tardigrades/nématodes dans les Ecdysozoa. Rôle pathogène mineur (pneumonies, nasites) chez les hôtes, sans grand impact humain direct

❖ **Implication des Pentastomides en SAPU**

Les pentastomides, ou pentatomes, impliquent un risque zoonotique rare en santé publique via la **pentastomiase humaine**, une parasitose contractée par ingestion d'œufs larvaires présents dans la viande mal cuite de reptiles (serpents, crocodiles) ou d'autres hôtes intermédiaires contaminés. Les larves migrent vers foie, poumons, yeux ou tissus, causant souvent des infections asymptomatiques ou modérées, mais potentiellement graves (abcès, pneumonies, atteintes oculaires)

❖ **Symptômes et Diagnostic**

Manifestations : fièvre, toux, douleurs abdominales, ou découverte fortuite à l'autopsie/imagerie (calcifications). Diagnostic par biopsie, sérologie ou imagerie (IRM/CT pour larves enkystées). Pronostic favorable sans traitement chez l'adulte sain

❖ **Prévention**

Cuisson adéquate de la viande de reptiles, hygiène alimentaire en zones endémiques, et surveillance vétérinaire. Pas de chimioprévention standard ; traitement symptomatique ou chirurgical des cas symptomatiques



Les Culicidés, ou famille des Culicidae, regroupent les **moustiques, une famille d'insectes diptères bien connue pour son rôle dans la transmission de maladies**. Ils appartiennent à l'ordre des Diptères et au sous-ordre des Nématocères, avec des caractéristiques comme des **antennes longues** et fines ainsi qu'une **trompe piqueur-suceur** chez les femelles

❖ **Caractéristiques physiques**

Les Culicidés possèdent des **ailles couvertes d'écailles**, un **thorax hypertrophié** et une **tête sans ocelles**, mais avec des **yeux composés**. Les **femelles se nourrissent de sang** pour produire leurs œufs, causant les piqûres douloureuses

❖ **Classification**

La famille compte environ 3 500 espèces décrites, réparties en **deux sous-familles** principales : **Anophelinae** (environ 476 espèces) et **Culicinae** (plus de 3 000 espèces), avec plus de 44 genres.

❖ **Importance Médicale**

Ces insectes **transmettent des maladies graves** comme le paludisme, la dengue, le chikungunya, la fièvre jaune et le virus du Nil occidental, faisant d'eux un sujet clé en entomologie médicale.

❖ La Sous Classe des Anophelinae



Les Anophelinae forment une **sous-famille monophylétique de moustiques** au sein de la famille des Culicidae, comptant environ **478 espèces réparties en trois genres** principaux : *Anophèles* (le plus abondant), *Bironella* (8 espèces) et *Chagasia* (5 espèces).

❖ Répartition Géographique

Ces moustiques se rencontrent dans les **zones tempérées, subtropicales** et tropicales mondiales, sauf dans **certaines îles isolées** du Pacifique et de l'Atlantique.

❖ Caractéristiques distinctives

Les **larves restent parallèles à la surface de l'eau grâce à des poils hydrophobes** sur l'abdomen pour respirer, contrairement à d'autres sous-familles ; les **femelles adultes ont des palpes maxillaires** aussi longs que la trompe et pondent des œufs flottants individuellement sur l'eau.

❖ Importance Médicale

Seules les espèces d'Anophelinae, notamment du genre *Anophèles*, transmettent le paludisme humain, ainsi que certaines microfilaires ou arbovirus.

❖ **La Sous Classe de Culicinae**



Les Culicinae constituent la plus grande sous-famille de la famille des Culicidae, regroupant la majorité des espèces de moustiques avec plus de 3 000 espèces décrites dans plus de 44 genres.

❖ **Caractéristiques distinctives**

Contrairement aux Anophelinae, **les larves des Culicinae possèdent un siphon respiratoire proéminent au huitième segment abdominal**, leur permettant de respirer en position **suspendue tête en bas sous la surface de l'eau**. Les femelles ont des palpes maxillaires plus courts que la trompe et pondent leurs œufs en radeaux compacts flottant à la surface.

❖ **Répartition Géographique**

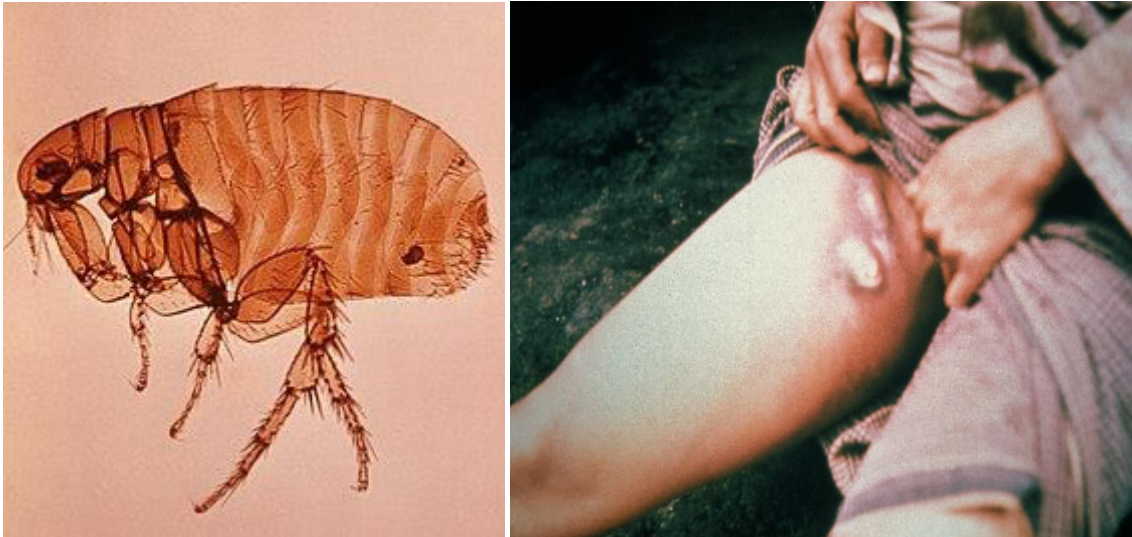
Présentes dans presque **tous les environnements aquatiques stagnants** ou lents à l'échelle mondiale, elles sont **souvent cosmopolites** et **adaptées aux zones urbaines**. Leur cycle biologique inclut des stades larvaires aquatiques tolérant une large gamme de pollutions et températures.

❖ **Importance Médicale**

Vecteurs majeurs de maladies comme la dengue, le chikungunya, la fièvre jaune, le Zika et la filariose, les Culicinae (notamment *Aedes*, *Culex*) posent des défis sanitaires mondiaux bien au-delà du paludisme.

L'ORDRE DE SIPHONAPTERE

Les Siphonaptères, ou puces, forment un ordre d'insectes **holométaboles** aptères, **hématophages** et **ectoparasites de mammifères** et **d'oiseaux**, comptant plus de 2 500 espèces dans 16 familles et 238 genres



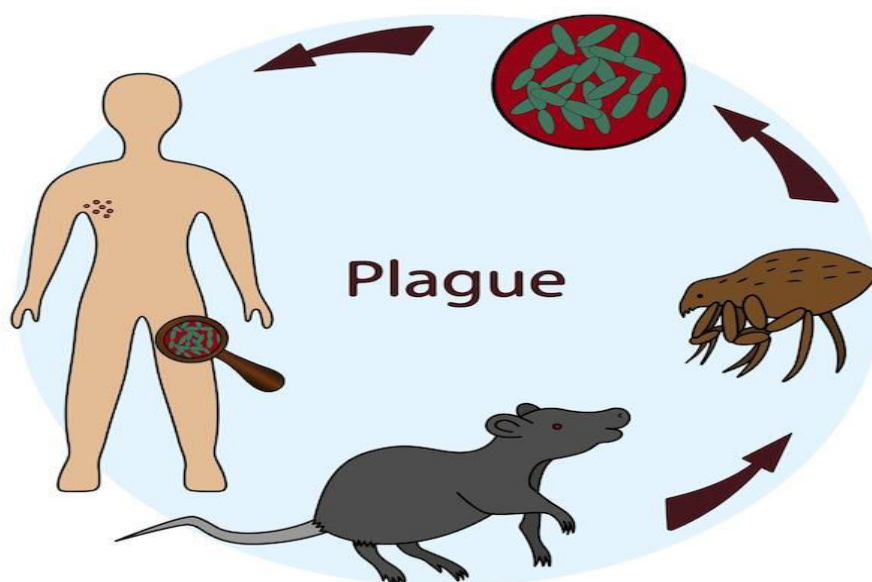
❖ Caractéristiques Morphologiques

Le **corps aplati** latéralement (1-10 mm), **couvert de soies et épines**, présente des antennes courtes logées dans un sillon céphalique, des pièces buccales piqueur-suceuses, un thorax avec peignes céphaliques et sternaux, et des pattes postérieures hypertrophiées pour sauter jusqu'à 30 cm de haut grâce à une résiline élastique.

❖ Cycle Biologique

Holométabole avec **œufs collants pondus** par les femelles après repas sanguin (4-8/jour), **larves apodes éruciformes** se nourrissant de matières organiques, **nymphes coconifiées**, et **adultes hématophages des deux sexes** ; cycle de 2-3 semaines en conditions optimales.

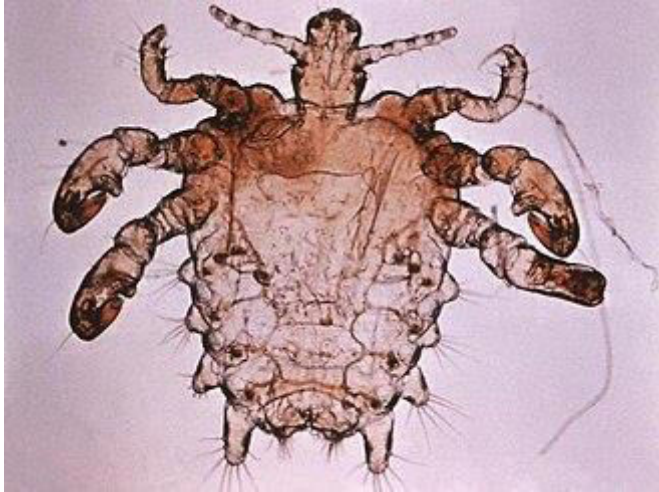
❖ Importance Biologique



Avec comme réservoir le rat, les puces sont les vecteurs majeurs de ***Yersinia pestis*** (peste via *Xenopsylla cheopis*), **rickettsioses murines** (sous forme de peste chronique) ; bartonelloses (*Bartonella henselae*, maladie des griffes du chat), et hôtes intermédiaires de cestodes comme *Dipylidium caninum* (ténia de rat) ; piqûres causant dermatites allergiques. Elles transmettent aussi le ténia *Hymenolepis nana*, la listériose

ORDRE DES ANOPLOURES

Les Anoploures (Anoplura), aussi appelés **poux suceurs**, forment un sous-ordre ou ordre d'insectes ectoparasites hématophages des mammifères, aptères et à métamorphose hémimétabole incomplète, regroupant environ 500 espèces dans 15 familles



❖ **Caractéristiques Morphologiques**

Le corps aplati dorsoventralement (1-4 mm), **dépourvu d'ailes, présente des yeux réduits ou absents, des antennes courtes** à 3-5 articles logées dans une poche céphalique, des pièces buccales piqueur-suceuses formant un proboscis perforant, et des pattes terminées par un ongle unique puissant pour agripper les poils.

❖ **Cycle Biologique**

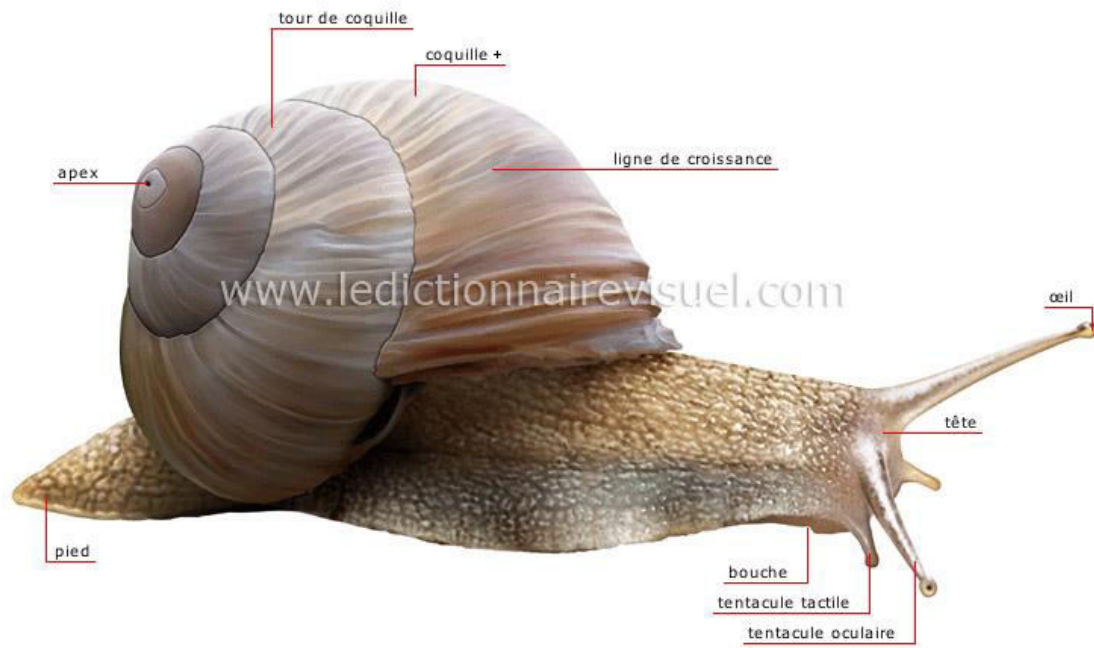
Hémimétaboles avec nymphes ressemblant aux adultes ; les **femelles pondent 20-50 œufs** (lentes) **collés au poil de l'hôte** par une substance cimentante, éclosion en 7-10 jours, 5-7 mues jusqu'à l'adulte ; durée de vie 30 jours, dépendant totalement du sang d'un hôte unique.

❖ **Famille et Principaux Hôtes**

Famille	Hôtes	Rôle pathogène
Pediculidae (Pediculus humanus)	Humains (corps, tête)	Typhus exanthématique, fièvre trench, relapsing fever (Borrelia)
Pthiridae (Pthirus pubis)	Humains (zones pileuses)	Démangeaisons, surinfections ; transmission sexuelle
Haematopinidae	Ongulés (bovins, équins)	Anémie, irritations chez les animaux domestiques
Echinophthiriidae	Phoques, otaries	Parasites marins, limitant les colonies
Hoplopleuridae	Rongeurs	Vecteurs secondaires de rickettsioses

LES MOLLUSQUES

Les mollusques (Mollusca) forment un embranchement d'animaux invertébrés mous, le deuxième plus diversifié après les arthropodes, avec plus de 100 000 espèces actuelles marines, dulçaquicoles et terrestres, caractérisés par un corps mou souvent protégé par une coquille calcaire sécrétée par le manteau.



❖ **Caractéristiques Morphologique**

Le plan corporel typique inclut un pied musculueux ventral (locomotion, fixation), une masse viscérale dorsale (organes internes) et un manteau formant la cavité palléale abritant les branchies (cténidies), l'anus et les gonopores ; symétrie bilatérale (torsion chez les gastéropodes), hémocœle dominant, radula (langue râpeuse) pour l'alimentation, système nerveux ganglionnaire et cœur branchial.

❖ **Principales Classe**

Classe	Exemples	Habitats typiques	Particularité
Gastéropodes	Escargots, limaces	Marin, dulçaquicole, terrestre	Coquille univalve spiralée (ou absente), torsion embryonnaire, hermaphrodisme chez beaucoup
Bivalves	Moules, huîtres, coques	Aquatique (marin/douce)	Coquille bivalve, tête absente, filtration par siphons, fixés ou mobiles
Céphalopodes	Pieuvres, calmars, nautes	Marin pélagique	Tentacules, intelligence élevée, coquille interne/absente, nage active, système nerveux fermé
Polyplacophores	Chitons	Marin intertidal	Coquille en 8 plaques, pied large, radula puissante

❖ **Importance Ecologique et Economique**

Rôles clés en recyclage des nutriments (décomposition, filtration), base alimentaire pour poissons/vertébrés, indicateurs de pollution ; pêches (moules, calmars) et élevage (perliculture) génèrent des milliards annuellement.

❖ **Importance Médicale**

Les mollusques présentent une double importance médicale : **hôtes intermédiaires** de parasites majeurs et **sources potentielles de traitements innovants** dérivés de leurs toxines ou composés bioactifs.

✓ **Rôle comme vecteurs des pathogènes**

Certains **gastéropodes d'eau douce** (*Biomphalaria*, *Bulinus*, *Oncomelania*) servent **d'hôtes obligatoires aux trématodes causant bilharzioses** (schistosomiasis), anguillulose (*Angiostrongylus cantonensis*, méningite éosinophilique) et **fascioloses** (*Fasciola hepatica/gigantica*, hépatite parasitaire). Les **bivalves crus** (huîtres, moules) **transmettent vibrioses** (*Vibrio vulnificus*, *V. parahaemolyticus*), **norovirus et hépatite A** par contamination fécale.

✓ **Applications thérapeutiques**

Les cônes marins (*Conus spp.*, céphalopodes) produisent plus de 200 conotoxines (ziconotide/Prialt® approuvé FDA 2004 pour douleurs chroniques intrathécales, 100x plus puissant que morphine sans addiction). Composés d'huîtres/moules montrent propriétés antibactériennes/antivirales ; bio-indicateurs de pollution marine pour santé publique.

NOTION D'HERPETOLOGIE

L'herpétologie est la branche de la zoologie qui étudie les amphibiens (anoures, urodèles, gymnophiones) et les reptiles (squamates, crocodiliens, chéloniens, rhynchocéphales), deux groupes de vertébrés ectothermes à peau cornée ou perméable.

L'herpétologie possède une importance médicale significative via les venins de serpents, lézards et amphibiens, exploités en pharmacologie pour développer antalgiques, anticoagulants et antihypertenseurs.



❖ Rôle Médical et Vétérinaire

Peu de pathologies directes chez l'humain (salmonelloses occasionnelles via reptiles domestiques), mais sources de venins thérapeutiques (ex. crotoxine de serpents pour cancers), modèles en recherche neurologique ; amphibiens vecteurs mineurs de *Batrachochytrium dendrobatidis* (chitridiomyose) affectant la biodiversité globale.

❖ Applications Thérapeutique des venins

Les venins de vipères (*Bothrops jararaca*) ont donné le captopril (Capoten®), inhibiteur de l'ECA traitant l'hypertension et l'insuffisance cardiaque ; les conotoxines de cônes (proches herpétologiques) inspirent la ziconotide pour douleurs neuropathiques.

Peptides cutanés d'amphibiens (*Xenopus laevis*, magainins) offrent propriétés antibactériennes/antifongiques ; batrachotoxines de dendrobatidés modulent canaux sodiques pour anesthésiques

III^{ème} Partie

METHODES ENTOMOLOGIQUES

Les techniques entomologiques regroupent des méthodes de **capture, d'observation et d'identification des insectes et arthropodes apparentés, adaptées à leurs habitats et comportements**. Elles sont essentielles en entomologie médicale, agricole ou écologique, souvent utilisées pour étudier les vecteurs ou la biodiversité.

❖ Classification des Méthodes Entomologiques

Les méthodes entomologiques se classent en quatre types principaux selon leur approche : **actives, passives, semi-actives et directes**. Elles visent la capture, l'identification ou l'échantillonnage d'arthropodes en fonction de l'habitat et des objectifs (biodiversité, vecteurs).

Type	Exemples	Avantages / Inconvénients
Actives	Filet, battage, aspiration	Rapides, ciblées ; biais opérateur
Passives	Pièges à fosse, Malaise, lumineux	Continues 24h/24 ; sélectives par appât
Semi-actives	Mise en émergence, élevage larves	Suivi stades vitaux ; temps long
Directes	Chasse à vue, tamisage sol/eau	Précises micro-habitats ; fatigantes

❖ Applications Pratiques

- ✓ **Bactéries/Levures** : (contexte Pétri) : Pièges englués jaunes pour drosophiles vecteurs ou aspirateurs pour contamination labo.
- ✓ **Herpétologie** : Battage végétation pour tiques/mites sur reptiles ; pièges Barber pour larves aquatiques près d'amphibiens.

❖ Application en Laboratoire

Ces techniques s'intègrent à l'herpétologie pour analyser ectoparasites (tiques, puces) sur amphibiens/reptiles, ou à la microbiologie pour vecteurs comme moustiques. En RDC, elles ciblent anophèles ou glossines dans le Kivu

Questions des apprenants : à exposer selon le groupe

N°	Thème	Briefing	Nbre
1	LES CRABES ; ANOPHELES GAMBIAE ; MUSCA DOMESTICA	Décrire chaque type d'arthropode en précisant r en précisant son cycle évolutif reproductif, Classification, Caractéristiques distinctives, Rôle en santé publique et en Ecologie ; Différentes méthodes des prévention	5
2	GLOSSINA (mouche tsé tsé) ; CHRYSOPS & LE PEDICULUS		4
3	LES PUNAISES ;LES PUNAISES & LES GRILLONS		4
4	LESPUCES ; LESTIQUES & LESABEILLES		4
5	LESGUEPES ; LESFOURMIS & LESPAPILLONS		4
6	LESPAEDERUS ; LESTERMITES & LESMOLLUSQUES		4
7	AEDES & LEPHLEBOTOMES		4

N°	Thème	Briefing	Nbre
8	CULEX, SIMULIES (MOUCHES NOIRES), SCOLOPENDRA SPP	Décrire chaque type d'arthropode en précisant r en précisant son cycle évolutif reproductif, Classification, Caractéristiques distinctives, Rôle en santé publique et en Ecologie ; Différentes méthodes des prévention	3
9	GRENOUILLE-PHYSALIEN, CRAPAUD; POLYDESMUS SPP		3
10	PÉDICULUS HUMANUS HUMANUS, PÉDICULUS HUMANUS CAPITIS, PTHIRUS PUBIS,		3
11	ARMILLIFER ARMILLATUS; ARMILLIFER GRANDIS; POROCEPHALUS SPP; SCUTIGERA COLEOPTRATA		3
12	HAEMAGOGUS ET AEDES ALBOPICTUS		3

En cas des questions, contactez +243977552681

Bibliographie

- ❑ Elisabeth BEUGRE; Méthodes d'Evaluation et de la Transmission; Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, Atelier Paludisme 2005
- ❑ BERNARD et GENEVIEVE PIERRE, Dictionnaire médical, 1989, Zaïre
- ❑ BAER.J. G, Le Parasitisme, Masson, 1946, Paris
- ❑ Marcel Marion, Dictionnaire des institutions de la France. XVIIe-XVIIIe siècles, éditions Piccard, 1923, pages 247 à 250
- ❑ H. BASSENE, P. KENGNE: Entomologie Médicale, Juillet 2009
- ❑ Prof Richard Wall, University of Bristol; Dr ANNA-BELLA FAILLOUX, Institut Pasteur de Paris: Université d'été en entomologie médicale et vétérinaire, Juillet 2025
- ❑ Dr. MOUNA AOUISSI-CHERAIRIA: Entomologie, Université du 08 Mai 1945 Guelma, 2017
- ❑ Antoine FRANK : Capture, Mise en Conditionnement, Expédition et Mise en collection des insectes et Acariens en vue de leurs Identification ; Ed. 2013
- ❑ Anne Claire NONNOTTE : Entomologie médicale : techniques élémentaires ; septembre 2022