

REPUBLIQUE DU TCHAD

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR,
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE LA
FORMATION PROFESSIONNELLE

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR D'ELEVAGE
DE MOUSSORO

UNITE – TRAVAIL - PROGRES

وحدة – عمل – تقد

جمهورية تشاد

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والتدريب
المهني

المعهد الوطني العالي للثروة الحيوانية بموسورو



INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR D'ELEVAGE DE MOUSSORO (INSEM)

Département de Santé Animale _Niveau 1

Cours d'Entomologie médicale

Année académique 2025-2026

INSTITUT NATIONAL SUPERIEUR D'ELEVAGE DE MOUSSORO (INSEM)

Programme de cours d'entomologie médicale

Chapitre 1. Introduction à l'entomologie médicale

Chapitre 1. Les Arthropodes, généralités

Chapitre 3. Les glossines

Chapitre 4. Les moustiques : vecteurs des plasmodiums et des arbovirus

Chapitre 5. Les Tiques

Chapitre 6. Types de pièges utilisés pour la capture d'insectes à intérêt médical

Chapitre 7. Détailler les méthodes de lutte et surtout la lutte anti-vectorielle

TD :

- **Questions relatives au cours**
- **Thèmes d'exposés :**

Thème 1 : Lutte anti-vectorielle, cas de la lutte contre la trypanosomiase.

Thème 2 : Lutte anti-vectorielle, cas de la lutte contre le paludisme.

Thème 3 : Lutte anti-vectorielle, cas de la lutte contre l'onchocercose.

Thème 4 : Lutte anti-vectorielle, cas de la lutte contre les tiques.

Thème 5 : Types de pièges utilisés pour la capture des glossines.

Thème 6 : Types de pièges utilisés pour la capture des insectes à intérêt médical.

Thème principal de TP : Répartition spatiale et temporelle des larves des moustiques dans la ville de Moussoro.

Thème 1 à 8 : quartier hilé Bechir, quartier claire 2, quartier Arabe, quartier Bornou, quartier Alfari, quartier abattoir, quartier Maroua, et quartier Ridina.

Total d'heure : 45 heures

Chapitre 2. Introduction à l'entomologie médicale

1- Introduction

L'**entomologie** est la science consacrée à l'étude des insectes. Le nombre d'espèces d'insectes décrites actuellement avoisine 1.3 millions d'espèces. Ils constituent la plus grande part de la biodiversité animale et représentent plus de 80% de différentes formes de vie animale. Ils ont de nombreuses interactions avec l'homme, certains sont des ravageurs des plantes, d'autres sont des agents et des vecteurs de plusieurs maladies infectieuses. A l'opposé, des espèces sont utiles à l'écosystème en tant qu'auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes), pollinisateurs... etc.

L'**entomologie médicale** est une spécialisation qui implique l'étude des insectes qui ont une importance médicale, par exemple les moustiques, les mouches, les poux et les puces. Cependant, **le terme entomologie médicale est généralement utilisé dans un sens plus large pour prendre en compte les arachnides**, un groupe d'**arthropodes** comprenant les tiques et les acariens, qui ne sont pas des insectes mais qui peuvent néanmoins avoir une importance médicale considérable.

2- Historique

Une certaine association entre certains insectes tels que les puces, les mouches et les poux, et la mauvaise santé de l'homme a été reconnue dès l'Antiquité, de nombreux ectoparasites communs de l'homme étant mentionnés dans des textes religieux. Cependant, ce n'est qu'au cours du XIX^e siècle que des preuves définitives ont été apportées quant au rôle des insectes et autres arthropodes dans la transmission des maladies. Par exemple, en 1868, Fedtschenko a découvert que le ver de Guinée (*Dracunculus medinensis*) se développait au début dans un petit copépode (Cyclops), et il a été démontré plus tard que l'Homme était infecté en buvant de l'eau contenant ces crustacés infectés. La même année, Melnikoff a trouvé dans le corps du pou du chien des kystes dont Leuckart a montré qu'ils étaient ceux d'un ténia (*Dipylidium caninum*). L'hôte le plus courant, la puce, n'a été découvert qu'une vingtaine d'années plus tard. La découverte la plus influente de cette période est cependant celle du médecin et parasitologue Patrick Manson. En 1877, alors qu'il travaillait en Chine, il a découvert que la filariose bancroftienne (*Wuchereria bancrofti*) se développait chez les moustiques, *Culex pipiens fatigans* (= *C. quinquefasciatus*). Il s'agissait de la première preuve réelle qu'un organisme pathogène pour l'homme se développait obligatoirement dans un insecte, et l'on peut donc considérer à juste titre qu'il s'agit de la "naissance de l'entomologie médicale".

Au cours des 50 années suivantes, divers insectes, tiques et acariens ont été incriminés en succession rapide comme vecteurs de maladies pour l'Homme et les animaux, telles que la malaria, la maladie du sommeil, la fièvre jaune, le typhus, la peste et la fièvre récurrente. Les progrès rapides dans la compréhension du mode de propagation de ces maladies ont permis de mettre au point des méthodes rationnelles de lutte.

3- Pourquoi l'entomologie médicale ?

Les insectes et autres arthropodes tels que les tiques et les acariens peuvent affecter directement la santé et le bien-être de l'homme en lui transmettant des maladies.

Certains insectes et autres arthropodes ne transmettent aucune maladie mais peuvent néanmoins causer des nuisances et des désagréments considérables à l'Homme par leurs morsures ou leurs piqûres, qui peuvent être toxiques ou provoquer de graves irritations. D'autres, comme les acariens, peuvent provoquer des allergies, tandis que quelques-uns, comme les acariens de la gale, vivent dans les couches superficielles de la peau de l'homme et sont donc de véritables parasites. Bien que de nombreux insectes, tiques et acariens causent des désagréments considérables à l'Homme en raison de leurs piqûres, les plus importants d'un point de vue médical sont ceux qui transmettent des maladies telles que le paludisme, la maladie du sommeil, la fièvre jaune et une multitude d'autres virus, divers types de filariose, y compris la cécité des rivières, et bien d'autres maladies.

Des efforts considérables ont été déployés pour lutter contre les principales maladies à transmission vectorielle. Dans presque tous les cas, les mesures de lutte les plus efficaces sont celles qui visent à tuer les vecteurs, qu'il s'agisse d'insectes, de tiques ou d'acariens, comme par exemple la pulvérisation d'insecticides résiduels dans les maisons pour tuer les anophèles qui se reposent à l'intérieur; le dosage d'insecticides dans les rivières pour tuer les stades larvaires des mouches noires, dont les adultes transmettent la cécité des rivières ; la pulvérisation aérienne d'insecticides sur la végétation qui offre des lieux de repos aux mouches tsétsé adultes. En raison de la dépendance à l'égard de la lutte anti-vectorielle pour prévenir la transmission de ces maladies, il est essentiel d'étudier l'écologie et le comportement des vecteurs pour s'assurer que les meilleures méthodes de lutte sont sélectionnées et appliquées de manière efficace. En outre, la connaissance de la biologie, de la distribution et du comportement des vecteurs est nécessaire pour mieux comprendre les complexités de l'épidémiologie et de la propagation des maladies ; par exemple, les variations de la longévité des adultes, de leur comportement alimentaire, de leur prédilection pour le sang humain et de l'abondance saisonnière des vecteurs anophèles affecteront considérablement l'intensité de la transmission du paludisme dans une région donnée.

Bien que l'entomologie médicale soit souvent enseignée comme une matière distincte, elle ne doit pas être séparée des aspects parasitologiques et cliniques des maladies. L'entomologiste médical doit travailler aux côtés du médecin et du parasitologue pour identifier les vecteurs et fournir des informations sur leur biologie, leur écologie, leur incidence saisonnière et leurs lieux de reproduction. Fort de ces connaissances, l'entomologiste médical est en mesure de suggérer les procédures de contrôle les plus appropriées et les méthodes permettant d'évaluer leur impact sur la population de vecteurs.

4- Méthodes de transmission des maladies impliquant des vecteurs

Un insecte est dit vecteur lorsqu'il transmet des agents pathogènes ou des parasites d'un animal (y compris l'Homme) à un autre ; ainsi, les moustiques anophèles sont des vecteurs biologiques du paludisme. Certains insectes sont des vecteurs plus ou moins accidentels et les méthodes de transfert des organismes pathogènes sont simples et relativement inefficaces.

Les mouches domestiques, par exemple, portent sur leurs pattes poilues, leurs pieds et leur corps de nombreux virus pathogènes, des bactéries, des protozoaires et même des œufs d'helminthes qu'elles ramassent dans les excréments, le pus, les plaies, etc. et qu'elles déposent ensuite sur la nourriture de l'Homme. Les agents pathogènes ne subissent aucune modification morphologique évidente et ne se multiplient pas sur la mouche, qui agit uniquement comme un vecteur mécanique. Un autre exemple de transmission mécanique est la propagation de *Trypanosoma evansi* chez les chevaux par les pièces buccales contaminées des taons (*Tabanidae*) et de certaines autres mouches piqueuses. Au cours de l'alimentation, les pièces buccales de ces insectes sont infectées par des trypanosomes qui restent viables pendant de courtes périodes et peuvent infecter des animaux sains si l'insecte s'en nourrit peu de temps après. Comme dans le cas de la mouche domestique, les organismes pathogènes ne subissent aucun changement de développement sur ou dans l'insecte, qui sert uniquement de vecteur mécanique. Il existe une relation plus sophistiquée entre les insectes vecteurs et les agents pathogènes lorsque la transmission à l'Homme, ou à l'animal, ne se produit qu'après que les agents pathogènes ont subi une multiplication et/ou une forme de développement au sein de l'insecte. C'est ce que l'on appelle la transmission cyclique d'une maladie. Il s'ensuit que dans la transmission cyclique, il y a une "période d'incubation" (qui dure généralement de 7 à 21 jours) dans l'insecte avant que les agents pathogènes n'aient subi une multiplication, des changements morphologiques ou une migration et qu'ils ne se trouvent dans l'état et à l'endroit appropriés pour être transférés au nouvel hôte. Un exemple simple est fourni par les parasites rickettsiens responsables du typhus épidémique transmis par les poux, qui sont avalés par le pou du corps lorsqu'il suce le sang d'une victime du typhus. Les rickettsies ingérées se multiplient dans les cellules de l'estomac de l'insecte, après quoi elles sont évacuées avec les excréments du pou et l'homme est infecté lorsque ces rickettsies sont grattées dans des abrasions de la peau ou inhalées. Les trypanosomes responsables de la trypanosomiase sud-américaine (maladie de Chagas) témoignent d'un développement plus complexe d'un agent pathogène chez un insecte. Les trypanosomes se multiplient et se transforment en différentes formes de développement dans l'intestin du vecteur triatomique avant que la forme infectieuse du parasite ne soit produite et transmise dans les fèces de l'insecte. D'autres trypanosomes, comme ceux qui causent la maladie du sommeil chez l'Homme en Afrique, subissent non seulement des changements morphologiques et une multiplication dans l'intestin du vecteur, en l'occurrence la mouche tsé-tsé, mais ont également un passage compliqué de migration dans l'intestin de l'insecte, de sorte que les formes infectieuses se produisent finalement dans les glandes salivaires de la mouche. Lorsque la mouche tsé-tsé se nourrit, la salive est pompée par les parties buccales de l'insecte dans la plaie pour empêcher le sang de coaguler, ce qui entraîne l'injection dans l'hôte des trypanosomes infectieux de la maladie du sommeil. La transmission de la maladie par la salive infectée des insectes suceurs de sang représente une procédure plus efficace que la plupart des autres. Les parasites du paludisme ont les méthodes de transmission vectorielle les plus sophistiquées. Non seulement ils se multiplient à l'intérieur du moustique anophèle, mais ils subissent également un cycle de reproduction sexuelle dans le vecteur avant que les formes infectieuses, les sporozoïtes, ne soient formées et ne migrent vers la glande salivaire.

Chapitre 2. Les Arthropodes

L'embranchement des arthropodes est celui qui a le plus de succès sur la terre et ceux-ci vivent dans tous les milieux. On les retrouve en abondance dans tous les habitats (des pics de montagnes, aux fosses abyssales et des déserts aux forêts tropicales et même dans les habitations humaines). Les différentes espèces sont adaptées pour vivre en l'aire d'autres sur terre, dans l'eau (douce, saumâtre, marine), sur les plantes et sur les animaux. La majorité est groupée ; certains sont carnivores, omnivores, végétariens et d'autres sont encore symbiotiques.

1- Caractères généraux des arthropodes

Les arthropodes ont 3 caractères principaux :

- Le corps est métamérisé (succession de métamères). Ceci est un héritage des annélides desquels ils sont dérivés. Cependant la métamérisation définit l'existence des tagmes (plusieurs segments rencontrés dans l'unité fonctionnelle) ;
- La cuticule chitineuse recouvre toute la formation ectodermique (qui recouvre entièrement l'extérieur de l'animal et même la portion antérieure et postérieure du tube digestif). Elle forme un exosquelette du fait de sa rigidité ;
- Les appendices sont articulés (expansions latérales, expansions ou métamères).

Les arthropodes ou articulés sont les métazoaires triploblastiques coelomates protostomiens dont le corps métamérisé présente une symétrie bilatérale.

Plusieurs groupes systématiques constituent cet embranchement. Il s'agit des Pycnogonides des Myriapodes, des Crustacés, des Arachnides, et des Insectes. La classe d'insectes constitue le groupe le plus important en termes de diversité et population.

2- Caractères généraux des insectes

Le corps des insectes est subdivisé en trois parties : tête, thorax, abdomen. Il est segmenté avec 11 segments abdominaux et 03 segments thoraciques (prothorax, mésothorax et métathorax). Il porte 03 paires de pattes insérées sur le thorax avec une paire sur chaque segment. Il porte également 02 paires d'ailes, une mésothoracique et une autre métathoracique, ainsi qu'une paire d'antennes, une paire de yeux composés et des pièces buccales dont la forme est en relation avec le régime alimentaire de l'insecte.

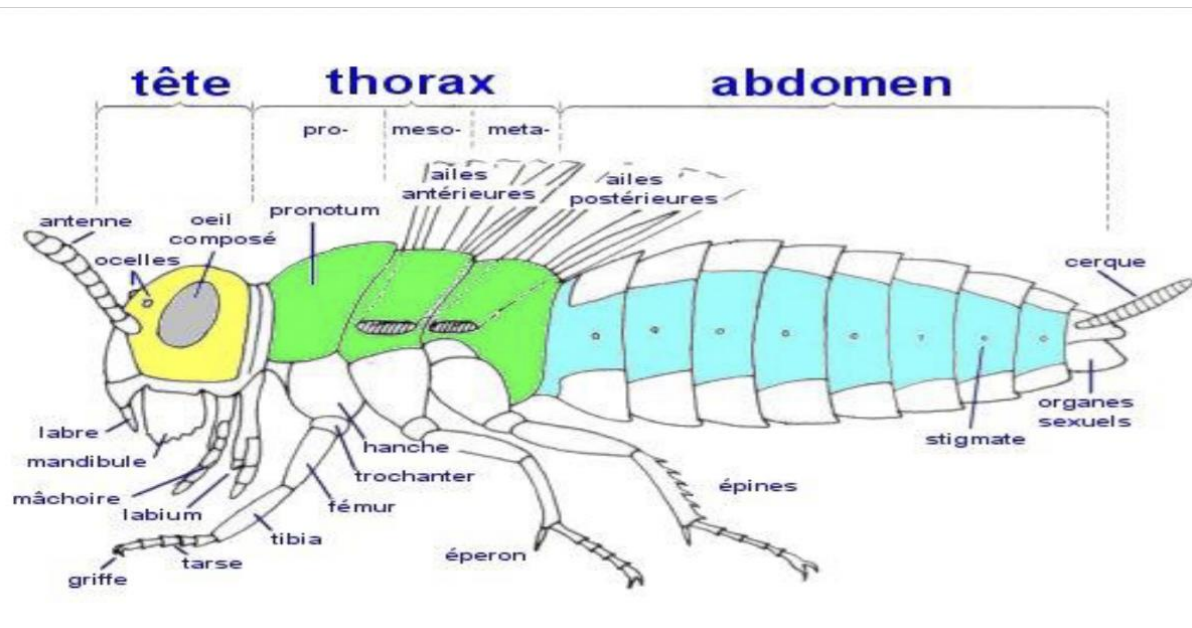


Figure : Morphologie d'un insecte.

a- La tête

La tête est formée de 06 métamères. Elle porte les organes sensoriels (1 paire d'antennes, 1 paire de yeux et 1 paire d'ocelles (oeil simple de certains arthropodes.)) et les pièces buccales dont la morphologie est en relation avec le régime alimentaire (appareil buccale type broyeur, lécheur, piqueur, piqueur- succeur...).

b- Le thorax

Le Thorax est formé par 3 segments appelés prothorax, mésothorax et métathorax. Le prothorax est inégalement développé : en forme de bouclier ou pronotum (c'est la partie supérieure (dorsale) du premier segment thoracique ou prothorax) chez les Orthoptères, Névroptères et Hémiptères; Il est en régression chez les Hyménoptères.

c- Les pattes chez les insectes

Chez les insectes, il existe 03 paires de pattes thoraciques ; chaque patte comprend typiquement : une hanche ou un coxa, un trochanter (premier ou second article des pattes arrière), un fémur, un tibia, un tarse, un empodium (une structure pouvant être présente sur la patte de l'insecte) : Chez les insectes, certaines pattes possèdent des formes et des caractéristiques particulières en fonction du mode de locomotion, parfois du mode de leur vie.

d- Les ailes des insectes

Les insectes ailés (ptérygotes) possèdent 02 paires d'ailes, une mésothoracique et une autre métathoracique. Elles sont portées par la ptérothorax et n'existent que chez les Ptérygotes; sur le bord costal se voit souvent une zone colorée et opaque, le ptérostigma utilisé en

systematique; l'aile est articulée au thorax par une série de sclérites. Les ailes disparaissent par atrophie chez les parasites et les femelles de certaines espèces.

e- L'abdomen

L'abdomen contient l'appareil digestif, le cœur, une partie de l'appareil respiratoire et les organes reproducteurs. Comme les autres parties du corps, il est recouvert de l'exosquelette, qui le protège contre les chocs et la dessiccation.

3- Le développement chez les insectes

Les insectes passent au cours de leur développement par plusieurs stades ou états, notamment le **stade œuf**, les **stades larvaires**, le **stade nymphal** et le **stade adulte** qui sont séparés les uns des autres par des mues car le corps est enveloppé dans une carapace chitineuse peu extensible (cuticule).

Chapitre 3. Les glossines ou Tsétsé

1- Description

La Trypanosomiase Humaine Africaine (THA), connue sous le nom de maladie du sommeil, et la Trypanosomiase Animale Africaine (TAA), connue sous le nom de nagana, sont des maladies parasitaires à transmission vectorielle de l'Homme et du bétail causées par la transmission de protozoaires extracellulaires du genre *Trypanosoma* (trypanosomes). En Afrique centrale et occidentale, la THA est causée par *Trypanosoma brucei gambiense* qui produit la forme chronique. En Afrique de l'Est et du Sud, elle est causée par *T. b. rhodesiense*, qui produit la forme aiguë. La THA reste un problème de santé publique car 70 millions de personnes dans 36 pays d'Afrique subsaharienne sont exposées à différents niveaux de risque d'infection dû à la présence du vecteur.

Le vecteur de la THA et TAA est une mouche appelée glossine ou tsétsé.

Outre la maladie du sommeil et le nagana causés par les trypanosomes africains, d'autres types de trypanosomiase sont présents dans le monde. La maladie de Chagas ou Trypanosomiase Américaine est une maladie qui touche principalement l'Homme et les animaux domestiques (principalement les chiens, les chats, les porcs et les rongeurs) et dont l'organisme responsable est *T. cruzi*, transmis par une punaise suceuse de sang.

2- Vecteurs des trypanosomes et répartition

L'insecte vecteur biologique des trypanosomes africains est la glossine, une mouche appartenant à l'embranchement des Arthropodes, ce qui signifie que son corps est segmenté. Ce sont des insectes à deux ailes, ce qui les place dans l'ordre des diptères et leur donne une famille propre, les Glossinidae, qui ne contient qu'un seul genre : *Glossina*, avec environ 34 espèces et sous-espèces. Les espèces sont principalement divisées en sous-genres *fusca*, *morsitans* et *palpalis* dont la classification est principalement basée sur la morphologie des organes génitaux mâles, avec un soutien supplémentaire des données écologiques et des résultats d'études limitées sur les croisements, ainsi que des données de séquençage de l'ADN.

Les glossines sont largement répandues sur le continent africain, où elles sont présentes dans une large gamme d'habitats. Le groupe *fusca* se nourrit très peu de bétail domestique, car les espèces appartenant à ce groupe vivent principalement dans les forêts tropicales humides ou dans les forêts périphériques de la savane. Avec une telle répartition, elles entrent rarement en contact avec les animaux domestiques. Les mouches du groupe *morsitans* se rencontrent principalement dans les forêts de savane et les forêts de plaine africaines, ainsi que dans l'étroite ceinture de savane à côté de la forêt tropicale en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale. Les mouches appartenant au groupe des *morsitans* sont les principaux vecteurs de la trypanosomiase animale car elles sont réparties dans des endroits souvent propices au bétail domestique. La forme humaine de l'Afrique de l'Est (*T. b. rhodesiense*) est particulièrement transmise par *G. morsitans ssp.* et *G. pallidipes*. Les espèces du groupe *palpalis* occupent des habitats allant des forêts humides à la végétation riveraine clairsemée des savanes semi-arides, en passant par la végétation riveraine dense des savanes humides. Contrairement au groupe *morsitans*, les glossines du groupe *palpalis* (*G. palpalis ssp.*, *G. fuscipes ssp.* et *G. tachinoides*) sont principalement responsables de la transmission des infections à *T. b. gambiense* en Afrique occidentale et centrale, ainsi que des trypanosomes animaux circulant dans la zone géographique.

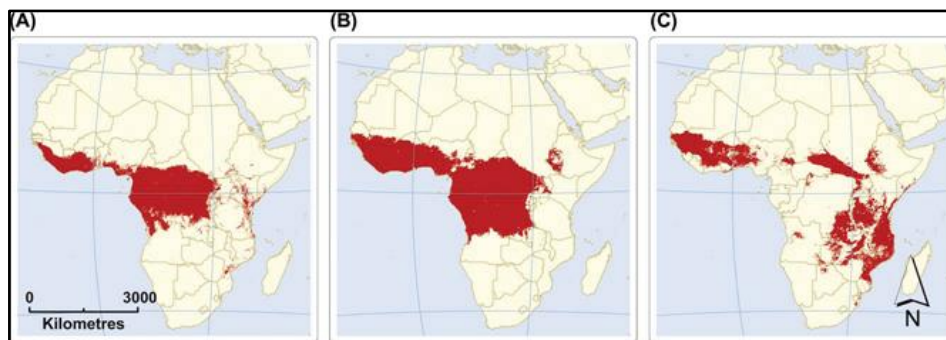


Figure : Zones prédites d'adéquation, en rouge, pour les trois sous-genres de tsé-tsé en Afrique (1999). (A) Groupe *Fusca*, sous-genre *Austenina*. (B) Groupe *Palpalis*, sous-genre *Nemorhina*, (C) Groupe *Morsitans*, sous-genre *Glossina s. s.* (*Glossina swynnertoni*).

Les trypanosomes peuvent également être transmis mécaniquement à un hôte mammifère par d'autres mouches piqueuses telles que les Tabanides, les Stomoxys et les tiques. Cependant, le rôle du vecteur mécanique dans la transmission des trypanosomes du bétail africain a été controversé par rapport au vecteur cyclique (tsé-tsé). Ainsi, des études ont été menées en laboratoire pour démontrer la transmission mécanique, par exemple de *T. vivax* par le Tabanides le plus commun en Afrique -*Atylotus agrestis*, ainsi que des criblages sur le terrain où les vecteurs ont été capturés et analysés pour détecter la présence de trypanosomes.

3- Morphologie générale des glossines

Les glossines se caractérisent par une trompe distincte, une antenne avec des poils aristatiques ramifiés et des ailes qui se replient au repos et présentent des cellules en hachette caractéristiques (Figure). Il existe des différences morphologiques qui distinguent les groupes de glossines, par exemple les structures des antennes et les organes génitaux mâles, distincts pour chaque groupe.

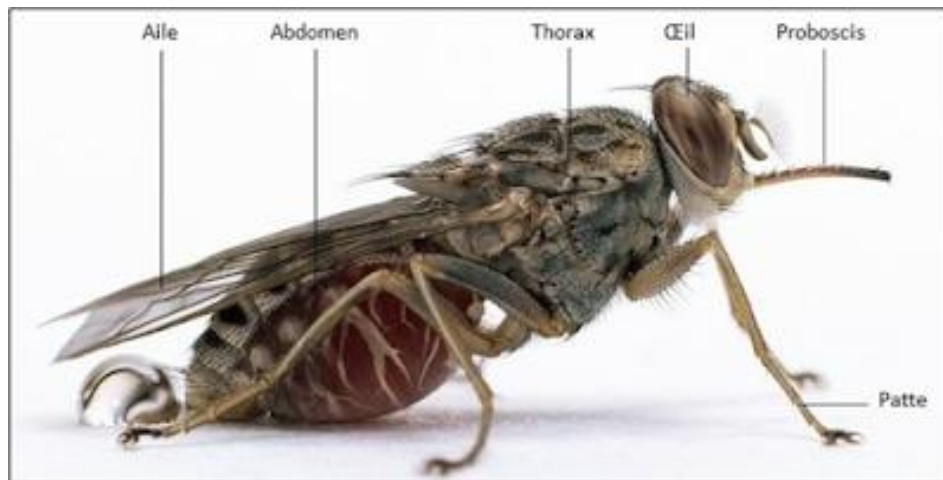


Figure : Mouche tsétsé (*Glossina morsitans*) après un repas de sang.

Les glossines ont une taille similaire à celles des mouches domestiques, variant de 6 à 17 mm de longueur, et présentent une teinte allant du gris foncé au brun clair. La tête de la glossine est très caractéristique : elle possède de grands yeux composés, deux antennes dont le troisième segment est très ramifié et des pièces buccales robustes adaptées à l'hématophagie. En effet, contrairement aux moustiques ou aux phlébotomes chez lesquels seules les femelles se nourrissent de sang avant l'oviposition, les glossines des deux sexes sont strictement hématophages et ainsi capables de transmettre les trypanosomes. Long et étroit, le proboscis des glossines permet de percer la peau d'un animal, d'y injecter la salive puis d'ingérer le repas sanguin. Lorsque la glossine ne se nourrit pas, le proboscis pointe en avant de la tête et reste protégé par une paire de palpes maxillaires. Lors du nourrissage, de petites dents labellaires situées à l'extrémité du proboscis dilacèrent la peau de l'hôte, créant une microhémorragie cutanée. Ce processus, appelé **telmophagie**, permet à la glossine d'absorber rapidement un grand volume de sang (environ 30 μ L en moins de 3 minutes de repas au total). Le thorax porte une paire d'ailes, trois paires de pattes et une paire d'haltères. Au repos, les ailes des glossines sont repliées dorsalement l'une sur l'autre en ciseaux et les nervures alaires dessinent un espace caractéristique en forme de hachette. Les ailes et les pattes sont régulièrement utilisées dans les études morpho-métriques et génétiques.

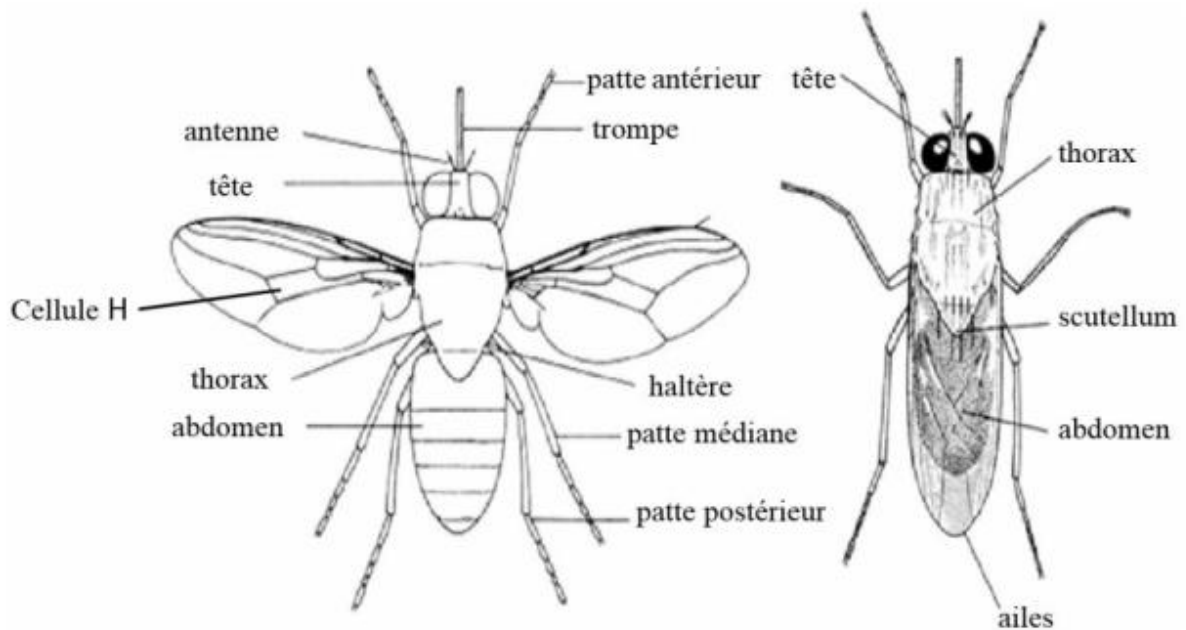


Figure : Diagramme de la morphologie générale de la glossine (Compaore, 2018)

4- Cycle de développement de l'insecte

Le cycle de développement des glossines comprend une larve, une nymphe, les adultes mâles et femelles qui s'accouplent pour permettre à ces dernières de produire des œufs (Figure).

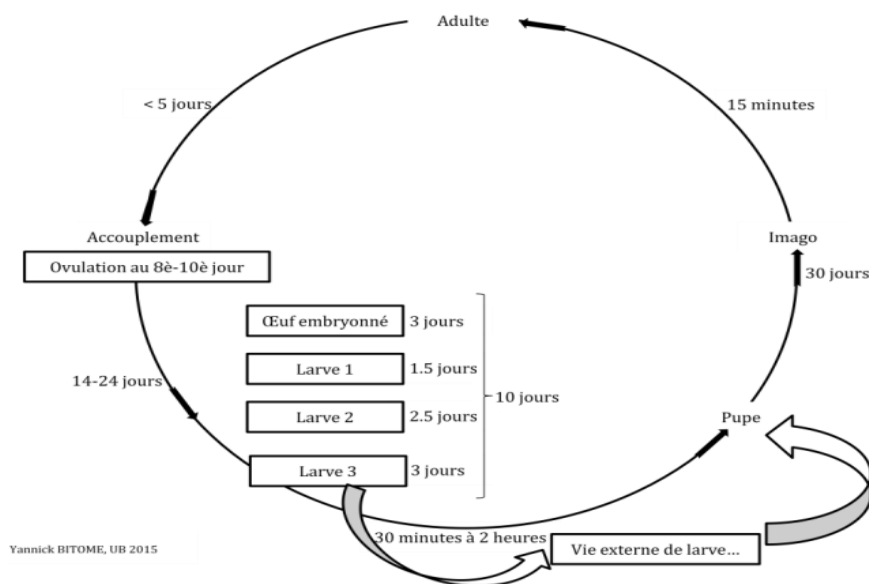


Figure : Cycle biologique d'une glossine (Cuisance 1989)

4.1- Larve

La femelle émet la larve L3 dans un lieu favorable (généralement lieux de repos diurne proche de l'aire de chasse), soit en se posant au sol, soit à partir d'une branche ou d'un tronc d'arbre. L'enfouissement de la larve est rapide par reptation dans un sol généralement argileux sableux, toujours à l'ombre (entre 2 et 8 cm de profondeur) ; en zone forestière, le dépôt de la

larve peut avoir lieu à la base des stipes de palmiers ou dans des troncs d'arbre contenant de l'humus. En savane, il se fait sous les grosses racines, dans des trous, des terriers, sous les troncs couchés etc... La larve s'immobilise, durcit et son tégument brunit, s'opacifie pour devenir une pupa. Les taux d'avortement sont bas (1,6 à 1,9 %) dans les conditions naturelles. Dans la nature, il est probable que le rythme de larviposition a une composante circadienne en relation avec la photopériode. Au laboratoire, 2/3 des pupes de *G. tachinoides* sont produites entre 12h et 16h. Une phéromone est présente dans le produit anal de la larve de *G. m. centralis* juste avant la pupaison. Elle serait responsable de la concentration du dépôt des larves par les femelles dans la nature à certains endroits.

4.2- Pupaison

A l'intérieur du puparium ont lieu des métamorphoses qui aboutiront à l'insecte adulte : 3^{ème} mue jusqu'à la larve IV (la 1^{ère} journée) puis transformation en adulte. La pupa vit sur les réserves alimentaires accumulées au cours de la vie utérine. La durée de la pupaison est fonction de la température (températures minimales et maximales du sol) et varie de 20 à 80 j. selon la saison et l'espèce. Elle est d'environ 30 j. à une température constante de 25°C. Elle est fonction aussi du sexe : la durée de pupaison des femelles est plus courte de 2 à 4 j, que celle des mâles. La pupaison nécessite une humidité suffisante du sol (plus de 60%) mais les inondations sont fatales. La déforestation, les feux, le compactage du sol etc ... sont également des facteurs défavorisant.

4.3- L'émergence de l'imago

La jeune glossine sort de la pupa par rupture du puparium selon une fente circulaire. Une calotte se détache sous l'effet des contractions et des gonflements rythmiques du ptilinum. Celui-ci se réinvagine dès la fin de l'éclosion. Il y a alors déplissement des ailes, gonflement de l'abdomen, redressement de la trompe qui se met en position horizontale. La chitine se durcit et la mouche s'envole. C'est une glossine ténérale (Tener = tendre) dont le corps est mou et qui va rechercher un hôte nourricier. Sa vitalité est fonction des réserves de graisse restantes. Elle utilise ensuite le premier repas de sang pour développer sa musculature pendant une phase "immature" de 7j chez les mâles et 10 j chez les femelles. La taille des adultes varie chez une même espèce avec les conditions climatiques dans lesquelles ont vécu les femelles qui ont engendré ces individus, traduisant un certain état de souffrance de la population. La mortalité est liée à la taille, constituant un des facteurs importants de mortalité non-dépendant de la densité, en particulier en fin de saison sèche.

5- Écologie

Les espèces du groupe *Palpalis* ont besoin d'un taux d'humidité élevé (environ 80 % d'humidité relative) et de beaucoup d'ombre. Elles habitent généralement dans les galeries forestières situées le long des cours d'eau. A l'ombre du couvert végétal, les températures y demeurent plus faibles que dans la savane environnante pendant la journée, et plus fortes la nuit. La présence d'eau à proximité fournit le degré d'humidité élevé requis. Pendant la saison des pluies, *G. palpalis* peut se disperser dans la savane. Cependant, en saison sèche elle se concentre uniquement dans ces forêts-galeries. *G. palpalis* se nourrit préférentiellement sur des espèces vivant à proximité de l'eau (varan et crocodile), parfois sur des bovidés ou phacochères quand ces animaux s'abreuvent, ou encore sur l'Homme lorsqu'il fréquente les rivières pour ses activités (ex : pêche, toilette, cultures...).

Les espèces du groupe *morsitans* sont présentes dans les régions de l'Afrique tropicale où la température annuelle moyenne se situe entre 19°C et 28°C avec une hygrométrie de 50 à 60%. L'habitat typique de *G. morsitans* est la forêt claire et la savane boisée peuplée par un gibier abondant. *G. morsitans* peut modifier son comportement habituel et se nourrir sur des animaux domestiques, en particulier des bovins, en l'absence de gibier. *G. morsitans* est un vecteur important dans l'étiologie de la trypanosomose animale.

Chapitre 4. Les moustiques

1- Généralités sur les moustiques

Les Diptères sont des insectes caractérisés par la présence d'une paire d'ailes membraneuses, d'une paire de balanciers (vestiges d'ailes), d'un appareil buccal adapté pour sucer ou pour piquer, et de tarse à cinq articles. Dans le sous ordre des Diptères Nématocères, la famille des *Culicidae* regroupe l'ensemble des moustiques, elle comprend environ 3 200 espèces dans le monde. Elle est divisée en trois sous-famille (*Anophelinae*, *Culicinae* et *Taxorhynchinae*). Les *Aedes* et *Culex* appartiennent à la sous-famille des *Culicinae*.

Le genre *Aedes* est divisé en différents sous-genres, notamment *Aedimorphus*, dans lequel on retrouve *Aedes vexans* et *Aedes ochraceus* qui sont décrits pour la première fois par respectivement Meigan en 1830 et Theobald en 1901.

Le genre *Culex* est aussi divisé en plusieurs sous-genre dont le sous-genre *Culex* auquel appartient *Culex poicilipes* décrit pour la première fois par Theobald en 1903.

2- Morphologie générale du moustique

Le corps du moustique adulte est composé de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

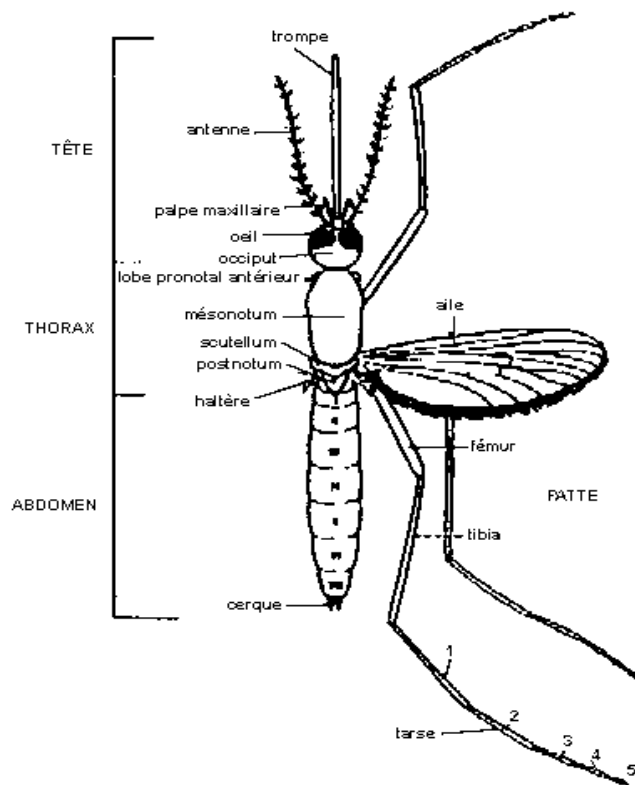


Figure. Morphologie générale d'un moustique adulte (d'après OMS 1973).

Les femelles se distinguent des mâles par des antennes glabres. Les mâles ont eux des antennes plumeuses, et une morphologie plus effilée.

Seuls les moustiques du genre *Anophèles* assurent la transmission du paludisme. Parmi les nombreuses espèces d'anophèles, seule une cinquantaine joue actuellement un rôle dans la transmission ; 20 assurant l'essentiel de la transmission dans le monde.

La diversité des comportements entre espèces et au sein d'une même espèce d'anophèles ainsi que les conditions climatiques, géographiques et l'action de l'Homme sur le milieu conditionnent le niveau du contact Homme-vecteur et les différents faciès épidémiologiques du paludisme. Les anophèles sont avant tout des moustiques ruraux et se rencontrent en théorie moins en ville. Dans la pratique, l'adaptation de certaines espèces au milieu urbain et la pratique du maraîchage dans ou à la périphérie des grandes agglomérations sont à l'origine de la persistance de populations anophéliennes en ville. En dehors de l'Asie du Sud-Est, le paludisme urbain est une réalité. Le risque de transmission du paludisme est hétérogène et varie au cours du temps. Il existe une grande variation du risque au sein d'un même pays, d'une même zone voir à seulement quelques kilomètres de distance. La transmission varie au cours du temps selon les saisons mais aussi selon les années en fonction du niveau des événements climatiques. Pour le voyageur, la lutte doit reposer en toute circonstance aussi bien en milieu rural qu'urbain, sur l'application stricte des mesures de protection individuelle.

3- Bio-écologie et les différents stades de vie des vecteurs

Le genre *Anophèles* regroupe les moustiques de l'ordre des Diptères, de la famille des *Culicidae*, sous-famille des *Anophelinae*. Cette dernière sous famille comporte également deux

autres genres : *Bironella* et *Chagasia*, numériquement bien moins nombreux. Cependant, si 463 espèces d'anophèles sont actuellement identifiées seules 68 d'entre elles sont des espèces vectrices responsables de la transmission du parasite *Plasmodium* à l'être humain.

Comme tous les moustiques, les anophèles passent par quatre stades dans leur cycle de vie : le stade zygotique, le stade larvaire, le stade pupaire et, enfin, le stade imagal (adulte). Les trois 1^{er} stades se déroulent en milieu aquatique et durent, en tout, entre 7 jours et 5 semaines selon l'espèce et, surtout, la température ambiante. Le stade adulte se déroule en milieu aérien et durent environ une semaine pour le mâle et jusqu'à deux mois pour la femelle.

Stade zygotique : Les femelles adultes sont des ovipares et pondent de 50 à 200 œufs. Ces derniers mesurent de $\sim 0.5 \times 0.2$ mm et sont pondus séparément par oviposition (fait de déposer les œufs à un certain endroit) directement sur l'eau. Ces œufs n'ont pas d'oothèque et possèdent des flotteurs latéraux. Peu résistants à la sécheresse, ils éclosent en 2 à 3 jours en climat tropical et en 2 à 3 semaines en climat tempéré.

Activité d'une larve d'anophèle (longueur ~ 8 mm)

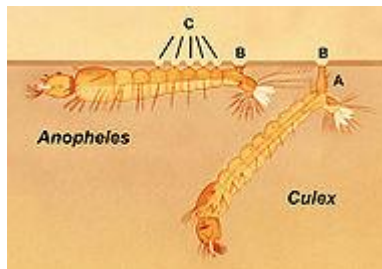


Figure : Représentation latérale de larves d'*Anophèles* et de *Culex* dans leurs positions caractéristiques.

Stade larvaire : Les larves s'alimentent et se maintiennent au repos sous la surface de l'eau, respirant par leurs stigmates situés sur l'avant dernier segment abdominal. Elles doivent pour respirer se maintenir parallèles à la surface de l'eau, ce qui est caractéristique de cette sous famille. Les larves passent la majeure partie de leur temps à s'alimenter d'algues, de bactéries, et d'autres micro-organismes juste sous la surface de l'eau. Leur pigmentation externe est en mimétisme avec le milieu aquatique où elles vivent. Plongeant seulement si elles sont perturbées, elles nagent par des mouvements saccadés du corps entier ou par propulsion grâce à leurs brosses buccales. La durée du processus dépend de la température ambiante avec un minimum de 5 jours.

Stade pupaire : C'est le stade le plus critique pour l'anophèle qui est exposé aux variations climatiques et aux prédateurs sans possibilité de réaction. Bien qu'elle ait cessé de se nourrir, tout comme la larve, la pupe est obligée de venir fréquemment à la surface de l'eau pour respirer.

Stade imagal : L'adulte possède un corps effilé constitué de 3 sections : la tête, le thorax et l'abdomen.

La durée de vie de l'adulte est entre 6 jours et 1 mois, voire plus pour la femelle et environ 5 jours pour le mâle. Chez certaines espèces, les femelles peuvent survivre plus de 3

mois en état de diapause (hibernation) comme *A. superpictus* ou en état d'estivation comme *A. arabiensis* pendant les périodes de chaleur et de sécheresse intense au Soudan.

Mâles et femelles se nourrissent de nectar et de jus de plante car ils ont besoin de sucres comme source d'énergie. Les femelles sont aussi hématophages. Elles doivent prendre un repas sanguin, voire 2 ou 3 s'il s'agit de femelles nullipares, afin de permettre aux œufs de se développer dans les ovaires.

Technique de chasse de l'imago femelle : La copulation terminée, les femelles cherchent leur 1^{er} repas sanguin dès le crépuscule et en continuant pendant la nuit jusqu'à ce qu'elles l'aient trouvé. Le repas dure de 2 à 3 min et la quantité de sang ingérée varie de 1 à 2,5 µl. Certaines espèces, comme *An. albimanus*, sont exophagiques (c'est-à-dire qu'elles préfèrent prendre leur repas à l'extérieur des bâtiments) et d'autres, comme *A. gambiae*, sont endophagiques (à l'intérieur des bâtiments). Une autre différenciation dans le comportement de l'anophèle est son degré d'anthropophilie (vivant plutôt dans un milieu habité par l'homme) ; *A. gambiae* et *A. culicifacies* piquent essentiellement les humains et rarement le bétail, alors qu'*A. culicifacies* pique aussi bien le bétail que les humains.

Lorsque les humains ou les animaux respirent, ils produisent du CO₂ et leur corps dégage constamment de la chaleur et de l'humidité (transpiration) ainsi que beaucoup d'autres kairomones comme l'acide lactique ou le sébum. Les odeurs de certaines hormones secrétées par la femme enceinte sont aussi très attirantes.

Les moustiques, ainsi que d'autres insectes piqueurs, sont capables de détecter toutes ces émanations depuis de longues distances (± 20 m pour le CO₂). Les femelles sont immédiatement attirées par ces sources alors qu'elles sont repoussantes pour les mâles. Elles sont également attirées par les vapeurs d'alcool ou par les couleurs foncées, et plus spécialement le noir. Pour ce faire, elles volent de-ci de-là (maximum 2 km) en utilisant leurs capteurs pour détecter, en premier lieu, les kairomones, ensuite le CO₂, et enfin la température relative et les facteurs visuels. Les kairomones attractifs varient d'une espèce à l'autre. Ainsi, *A. gambiae* qui est plus attiré par les kairomones émanant des pieds et des chevilles a l'habitude de voler au ras du sol.

Embryogenèse et ponte : Après avoir gonflé leur abdomen avec le sang, les femelles doivent trouver un endroit favorable pour se reposer et digérer ce sang, soit à l'intérieur des maisons (pour les espèces endophagiques) soit à l'extérieur des maisons dans toute une série d'abris naturels (pour les espèces exophagiques). Cette digestion est activée par des enzymes digestives comme la trypsine et s'effectue, protégée par la membrane péritrophique (sorte de manchon très mince fabriqué par un organe musculaire appelé proventricule), dans l'estomac. Elle est couplée au développement des zygotes et prend une quarantaine d'heures. Pendant cette période, l'abdomen enfle encore et passe d'une teinte rougeâtre à une teinte blanchâtre lorsque les œufs ont atteint leur maturité. La femelle part alors à la recherche d'une nappe d'eau non contaminée pour y pondre^[13]. Le choix dépendant de la présence ou non de végétation aquatique, de l'ensoleillement, de la qualité de l'eau (douce ou saumâtre).

La séquence (repas sanguin, maturation des œufs et ponte) est répétée plusieurs fois au cours de la vie du moustique et s'appelle le cycle trophogonique. La durée de ce cycle dépend

de l'espèce, mais surtout de la température externe. Chez *A. gambiae*, le cycle prend 48 heures lorsque la moyenne de température jour/nuit est de 23 °C.

4- Distribution du paludisme dans le monde

Annuellement on constate entre 300 et 500 millions de cas de paludisme aigu, 9 cas sur 10 s'enregistrent en Afrique, au sud du Sahara. L'initiative « faire reculer le paludisme » de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) présente une stratégie claire pour réduire les souffrances qu'inflige cette maladie. Grâce à la combinaison de la volonté politique avec la facilité d'accès aux moyens de protection et traitements, l'initiative a pour objectif de réduire la mortalité et la morbidité causées par cette maladie. L'optique se développe sur trois niveaux sur les plans nationaux et locaux pour aborder le problème : renforcement de la capacité du secteur de la santé pour diagnostiquer et traiter la maladie, promotion et accès aux milieux de prévention, comme les moustiquaires traitées avec des insecticides, et encouragement des activités pour formuler un vaccin. L'OMS et les autres organismes internationaux conjuguent leurs efforts unis et coordonnés des principaux intéressés dans la lutte antipaludique.

En Afrique, les principaux vecteurs pour l'homme sont : *A. gambiae s.str.*, *A. arabiensis* (espèce indifférenciable morphologiquement du précédent car faisant partie de la même section Anopheles gambiae), *A. funestus*, *A. nili* et *A. moucheti*. D'autres tels que *A. melas*, *A. merus*, *A. paludis*, *A. pharoensis*, *A. hancocki* sont des vecteurs d'importance locale en Afrique centrale.

Chacune de ces espèces a des exigences écologiques particulières et exploite une variété de surfaces aquatiques pour leur ponte ;

A. gambiae s.str.^[14] se développe plutôt dans de petites collections temporaires d'eaux claires, ensoleillées et sans végétation. Il ne peut guère vivre au-delà de 1 000 m d'altitude ;

A. arabiensis peuple les environnements plus secs jusqu'en bordure du Sahara;

A. funestus peuple les marais permanents ou semi-permanents ainsi que les étangs. Il est moins sensible à la sécheresse et l'adulte sera plus abondant en de telles périodes que *A. gambiae s.str.*. De plus, il est parfaitement adapté pour vivre jusqu'à 2 000 m;

A. nili se développe sur les bords des rivières à courant rapide ;

A. moucheti se développe dans les fleuves à courant lent, dans le bloc forestier d'Afrique centrale;

Certaines espèces comme *A. melas* et *A. merus* (tous 2 font également partie de la section *Anopheles gambiae*) se développent dans les eaux saumâtres des zones côtières tolérant une concentration en sel comprise entre 5 à 37 g par l.

Amériques : *A. darlingi*, *A. albimanus*, *A. pseudopunctipennis*, *A. freeborni*, *A. nuneztovari* et *A. quadrimaculatus*.

Asie : *A. culicifacies*, *A. fluviatilis*, *A. dirus*, *A. acconitus*, *A. leucosphyrus*, *A. maculatus* et *A. minimus*.

Australie : *A. farauti* type1 et *A. farauti* type 2 ; uniquement sur les côtes du nord.

Europe : *A. atroparvus*, *A. labranchiae*, *A. sacharovi*, *A. sinensis*, *A. superpictus* et *A. pattoni*.

Il est essentiel pour la survie, la santé et le développement des enfants d'inverser la tendance à la propagation du paludisme, particulièrement en Afrique. La réduction de l'incidence du paludisme va contribuer à la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement ».

5- Les moustiques ne sont pas seulement des vecteurs du paludisme

Les arbovirus (« *Arthropod-borne virus* ») sont des virus transmis à l'Homme par des arthropodes hématophages (moustiques, tiques, phlébotomes ou culicoïdes) à partir d'un réservoir animal ou d'un individu infecté. Ils regroupent un ensemble hétérogène de virus enveloppés à ARN appartenant à des familles et à des genres différents. L'infection peut se traduire par un tableau clinique polymorphe lié au tropisme vasculaire, hépatique et cérébral de ces virus. Les arbovirus circulent principalement dans les régions tropicales ou subtropicales avec, depuis quelques années, une augmentation de l'incidence des infections et la description de cas autochtones dans les régions tempérées dont la France métropolitaine.

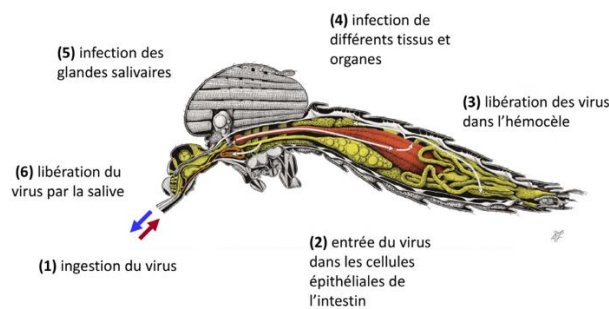


Figure 4. Différentes étapes d'infection du moustique par un arbovirus. Après ingestion du repas sanguin (1), le virus pénètre dans la cellule épithéliale et se multiplie (2). Les virus néoformés sont alors libérés dans la cavité générale du moustique (3) où il infecte différents organes (4). Une fois que les glandes salivaires sont infectées (5), le virus peut être émis avec la salive libérée par le moustique lors d'une piqûre (6).

Il y a quelques caractéristiques spécifiques :

Au virus de la Dengue

- Transmission par la piqûre de moustiques du genre *Aedes* ;
- Transmission interhumaine sans réservoir animal ;
- Endémique en Afrique, en Asie, en Amérique latine et dans les Caraïbes = 100 pays tropicaux et sub-tropicaux = 2,5 milliards de personnes (2/3 de la population mondiale) exposées.
- Existence de 4 sérotypes sans immunité croisée => réinfection possible (Dengue secondaire) de sévérité accrue (théorie des anticorps facilitants).

Au virus de la Fièvre jaune

- Transmission par la piqûre d'*Aedes aegypti* en Afrique sub-saharienne et d'*Haemagogus* en Amérique du Sud ;
- Réservoir animal constitué par les primates non humains ;
- Endémo-épidémique en Afrique et en Amérique du Sud (200000 cas/an ; 30000 décès) ;

- Epargne l'Asie, l'Océan indien et le Pacifique.

Au virus Zika

- Transmission par la piqûre de moustiques du genre *Aedes* ;
- Réservoir animal constitué par les primates non humains ;
- Endémique sur les continents asiatique et africain (2 lignages distincts) ;
- Epidémique sur le continent sud-américain et en Amérique centrale.

Au virus du Chikungunya

- Transmission par la piqûre de moustiques du genre *Aedes* ;
- Réservoir animal constitué par les primates non humains ;
- Présent sur les 5 continents.

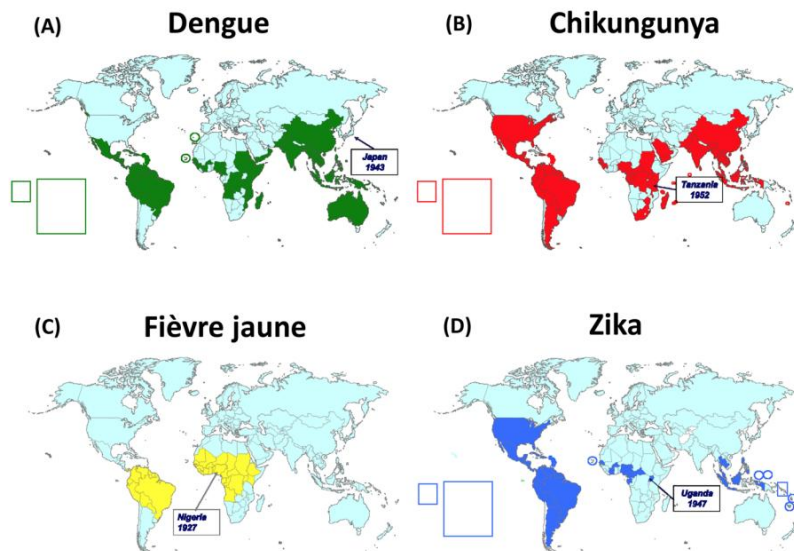


Figure : Les quatre arbovirus les plus importants pour la santé humaine et leur repartition: dengue (A), chikungunya (B), Zika (C) et fièvre jaune (D). Sont indiqués les aires de distribution de la maladie et du vecteur.

Chapitre 5. Les Tiques

1- Généralités

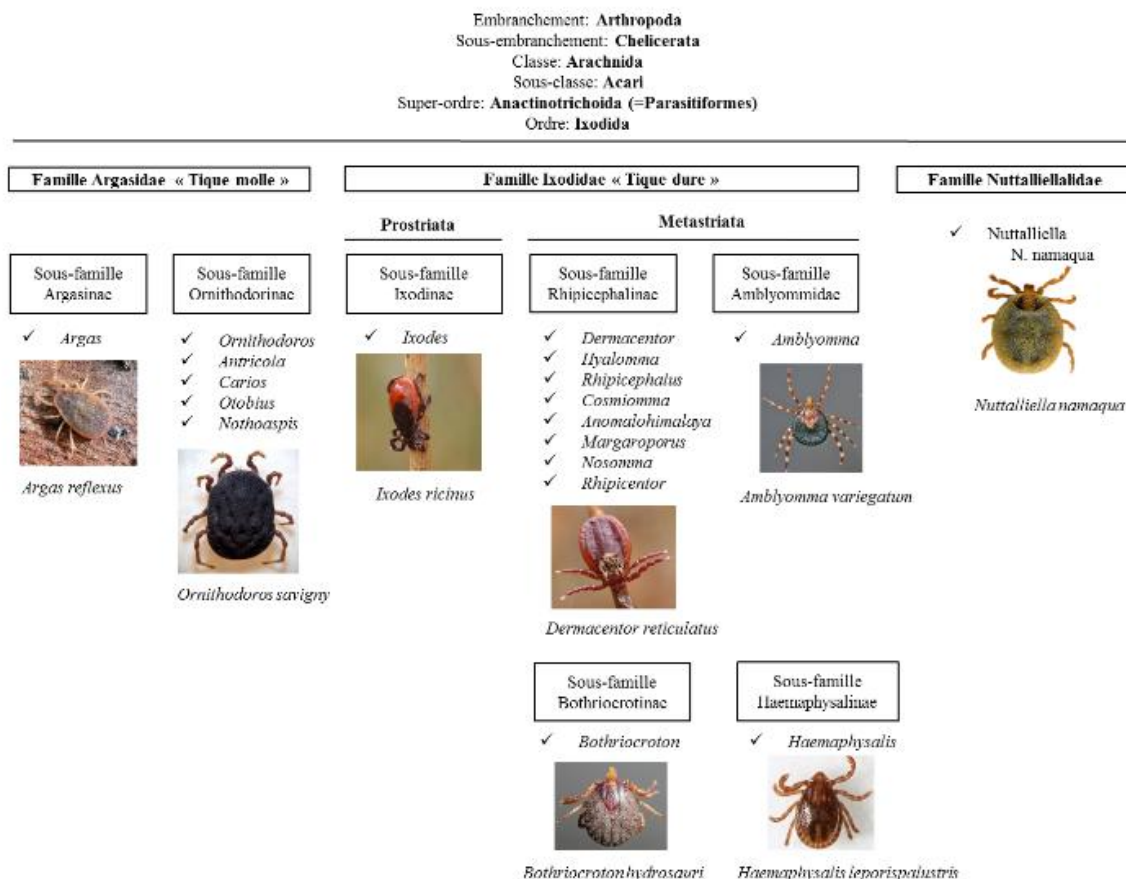
Les tiques représentent un groupe très particulier d'ectoparasites, regroupant actuellement environ 900 espèces parmi lesquelles on distingue trois (3) **familles** monophylétiques à savoir les **Nuttalliellidae** (comprenant un genre et une seule espèce *Nuttalliella namaqua*), les **Ixodidae** ou tiques dures (comprenant 14 genres et 700 espèces) et

les **Argasidae** ou tiques molles (comprenant 5 genres et presque 200 espèces). Elles sont cosmopolites et on les retrouve aussi bien dans les zones glacées, désertiques que dans des régions de plaine et d'altitude. Ces acariens parasitent plusieurs classes de Vertébrés, particulièrement celles des mammifères et des oiseaux. Les tiques sont sources non seulement d'actions directes qui, à travers leurs morsures, provoquent les irritations, l'hypersensibilité, l'inflammation, la spoliation sanguine et les dommages physiques. Mais, aussi d'effets indirects en transmettant au bétail un grand nombre d'agents pathogènes responsables des maladies virales, rickettsiales et bactériennes.

2- Classification et répartition géographique des tiques

La systématique générale des tiques d'après Morel et ses collaborateurs est représentée selon le schéma ci-dessous :

Tableau : Classification systématique des tiques.



Les tiques sont présentes dans la quasi-totalité des terres émergées, à l'exception de l'antarctique. Différentes espèces sont réparties dans plusieurs régions biogéographiques aussi

bien dans les zones tropicales que tempérées. En Afrique, certains genres se sont établis et étendus aux grandes zones d'élevage du bétail comme l'Afrique de l'Ouest, du Centre et de l'Est (*Amblyomma*, *Hyalomma*, *Rhipicephalus*). En Afrique du Nord, on peut citer les *Ixodes*, *Dermatocentor* sans oublier la multitude des espèces inféodées à l'Afrique méridionale.

3- Biologie des tiques

La morphologie générale des tiques est celle de la sous-classe des Acariens. Les membres de ce groupe se distinguent des autres arachnides par les éléments suivants : un corps globuleux sans limite entre les parties antérieure et postérieure, piriforme, aplati dorso-ventralement à jeun et plus ovoïde après un repas sanguin. Ce corps ovalaire est issu de la soudure du céphalothorax et de l'abdomen. Ces deux parties se nomment respectivement le gnathosoma et l'idiosoma. Absence de poumons, six paires d'appendices chez l'adulte et la nymphe (chélicères, palpes et quatre paires d'appendices locomoteurs).

4- Cycle de développement

Le cycle de développement des tiques comprend un œuf, une larve, une nymphe, les adultes mâles et femelles qui s'accouplent pour permettre à ces dernières de produire des œufs.

4.1- Œufs

De manière générale chez les tiques, la ponte se fait chez toutes les espèces au sol après l'accouplement qui a lieu sur l'hôte. Habituellement, la femelle pond en des endroits abrités (sous une pierre, dans la litière végétale, dans les crevasses du sol). Le nombre d'œufs varie avec l'espèce, sa taille et l'importance du repas. D'après Keita en 2007, ce nombre se situe entre 1000 et 12000 œufs. Le temps d'incubation varie aussi avec l'espèce et la température ambiante. Un défaut d'humidité ou une variation brusque de température peut nuire aux œufs. Lorsque la température est basse, les œufs entrent en dormance et ceci peut durer 20 à 50 jours, temps après lequel ces œufs éclosent pour donner les larves.

4.2- Larves

La larve ressemble à la nymphe, mais de taille encore plus petite (0,5 à 1 mm à jeun). Sa particularité est qu'elle ne possède que trois paires de pattes. À l'éclosion, elle est gonflée et molle, elle durcit en quelques jours et se met activement à la recherche d'un hôte, pratiquant soit l'affût sur une herbe ou soit la recherche active par déplacement. Une fois que l'hôte est trouvé, son repas dure 3 à 12 jours suivant l'espèce et les conditions climatiques. Elle augmente considérablement de volume. Le repas terminé, elle tombe au sol, cherche un abri et y effectue

sa pupaison (métamorphose complète), qui durera 2 à 8 semaines suivant les conditions atmosphériques. Il en sort une nymphe.

4.3- Nymphes

Elle ressemble à la femelle, sauf qu'elle est de petite taille (1 à 2,5 mm). Elle est dépourvue de pore génital et d'aires poreuses. À l'instar de la larve, la nymphe met quelques jours à durcir ; dès lors ses activités sont semblables au stade précédent pour ce qui est des déplacements, de l'hôte et de la durée du repas. Par la suite, elle subit une deuxième métamorphose au sol pour donner la tique adulte.

4.4- Adultes

Les tiques adultes se présentent différemment suivant qu'on est en présence d'une femelle ou d'un mâle. En général, il existe un dimorphisme sexuel en faveur de la femelle.

Chez la femelle : elle possède un capitulum antérieur et terminal. Ce dernier présente une base cylindrique ou polyédrique très sclérifiée. Dorsalement, il a une forme variable (triangulaire, rectangulaire, trapézoïdale, pentagonale ou hexagonale) ; sur celui-ci sont fixées les pièces suivantes : un hypostome central qui est l'organe piqueur. Cet organe est muni de rangées longitudinales de denticules rétrogrades dont le nombre a une importance dans la systématique des *Boophilus*; des chélicères au nombre de deux avec une pièce interne fixe et un doigt externe mobile servant à inciser le tégument et à permettre la pénétration de l'hypostome ; une paire de palpes latéraux (les pédipalpes) à quatre éléments séparés mais non articulés, mobile à leur base à terminaison sensorielle tactile. En vue dorsale, la tique présente un scutum sclérifié de forme variable ; le reste du tégument dorsal comporte des sillons longitudinaux et des rides transversales facilitant l'extension. Postérieurement, les plis dessinent des festons. Les ocelles lorsqu'elles sont présentes, se trouvent sur le bord du scutum. La femelle est porteuse d'aires poreuses, sécrétrices d'un liquide humidificateur des œufs pour éviter la dessiccation. Sur la face ventrale, se trouvent : quatre paires de hanches (coxae) où s'insèrent les pattes terminées par une ventouse et deux griffes ; deux plaques stigmatiques, disposées latéralement dans l'alignement des hanches ; un pore génital ou gonopore entre les hanches ; un anus ou uropore situé postérieurement et limité par un sillon anal; des sillons longitudinaux sur l'ensemble du tégument qui est souple.

Chez le mâle : il se distingue de la femelle par plusieurs aspects :

- Par sa structure : toute la face dorsale est recouverte d'un scutum épais et rigide qui peut être porteur de ponctuations. Cela peut expliquer pourquoi le mâle change peu de volume au cours de son repas de sang. Le tégument ventral présente parfois des épaissements en plaques paires ;
- Par sa proportion, surtout au niveau du scutum : il ne possède pas d'aires poreuses. Le dimorphisme sexuel est poussé et est en faveur de la femelle.

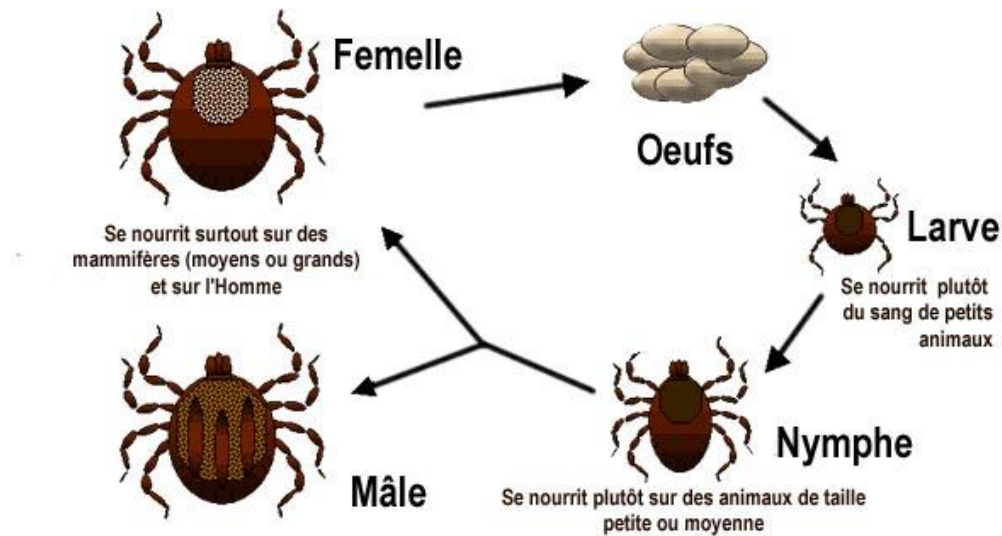


Figure : Cycle de développement chez la tique.

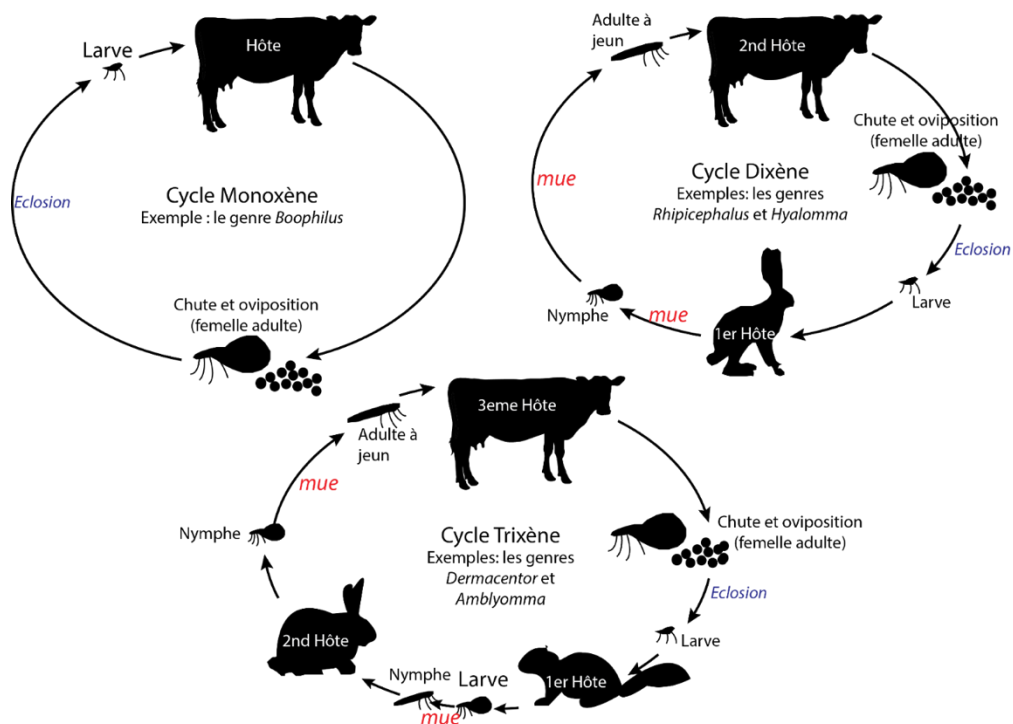


Figure : Cycles évolutifs de tiques en fonction du nombre d'hôtes.

5- Morphologie interne

Le tube digestif des tiques comprend un pharynx, un œsophage et un estomac central lié à l'uropore. Les glandes salivaires sont constituées par des acini de plusieurs types. Elles sécrètent un liquide qui se solidifie assez rapidement et constituent avec l'hypostome, les chélicères, le système de fixation de la tique sur son hôte. Les glandes salivaires sécrètent la salive qui est constituée d'enzymes, de substances toxiques, histamine et anticoagulants. Cette salive représente le micro-habitat des protozoaires transmis aux animaux par la tique. L'appareil urinaire est constitué par deux tubes de Malpighi se réunissant au niveau du sac rectal pour s'ouvrir dans le rectum et finalement déboucher dans l'uropore. L'excrétion s'effectue par l'intermédiaire de trachées débouchant au niveau des stigmates positionnés postérieurement à la 4ème paire de coxa. C'est de ce niveau que partent les canaux d'élimination se réunissant antérieurement avant de déboucher en un conduit unique par le gonopore. De même, hormis les larves qui, grâce à leur respiration transcutanée, sont dépourvues d'appareil respiratoire, les autres stades présentent un système trachéolaire ramifié. La respiration est par conséquent assurée par des trachéoles qui se regroupent en deux trachées rejoignant chacune un atrium situé au niveau des stigmates respiratoires. L'appareil circulatoire est constitué par un cœur dorsal pulsatile allongé qui permet la circulation de l'hémolymphe. Le système nerveux est constitué par un ganglion céphalique traversé par l'œsophage. En ce qui concerne l'appareil reproducteur, il est particulièrement développé chez les femelles. Il est formé d'un ovaire ou partent deux oviductes pour aboutir dans un utérus auquel est annexé une spermathèque. L'appareil génital se termine par un vagin plus ou moins protractile, s'ouvrant sur un gonopore. Chez le mâle, l'appareil génital présente moins de particularités. Les spermatozoïdes sont contenus dans des capsules (les spermatophores) qui seront transmises à la femelle au cours de l'accouplement.

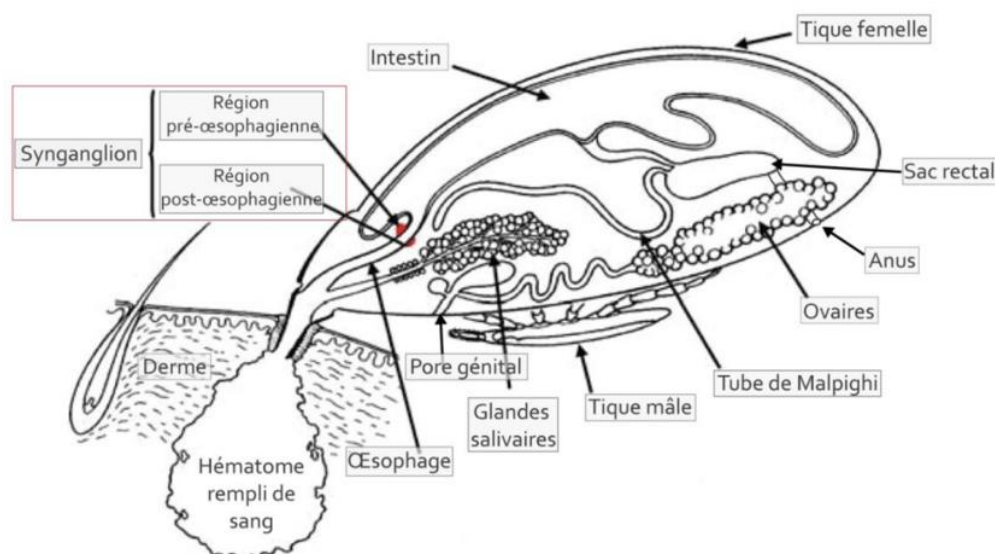


Figure : Anatomie d'une tique adulte.

I.4.1-Nature des hôtes

La durée des phases libres est importante chez les tiques mais les déplacements de celles-ci étant limités, la rencontre de la tique et d'un hôte dépend du hasard et les chances de rencontre sont fonction de l'écologie du parasite à un stade donné et du comportement des hôtes disponibles dans le microclimat. En ce qui concerne le choix de l'hôte, certains parasites font preuve d'une grande spécificité et d'autres beaucoup moins. Suivant la similitude ou la différence des tropismes manifestés par les tiques à leurs divers stades, on peut distinguer trois types de tiques: les tiques monotropes : la larve, la nymphe et l'adulte recherchent le même type d'hôte (exemple : *Rhipicephalus bursa*, *R. evertsi*, *Hyalomma anatolicum*, *H. detritum*). *Boophilus* est l'aboutissement de ce type évolutif ; les tiques ditropes concernent surtout les immatures qui se gorgent sur les petits mammifères, les oiseaux et les reptiles alors que les adultes ne se retrouvent que sur les grands mammifères. La plupart des espèces dans les genres *Rhipicephalus*, *Dermacentor*, *Hyalomma* doivent être recherchées aux stades préimaginales sur les rongeurs ou dans leurs terriers ; les tiques télotropes caractérisent aussi bien les immatures qui se gorgent sur tous les vertébrés terrestres disponibles que les adultes qui infestent les grands mammifères (*A. variegatum* ,. *R. appendiculatus*).

En résumé, les différentes maladies transmises par les tiques en Afrique de même que leurs vecteurs et les pathogènes transmis sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau : Liste des principales maladies transmises par les tiques aux bovins en Afrique, des agents pathogènes responsables et des tiques vectrices, d'après Morel (2000)

Maladie et synonyme	Agents pathogènes		Tiques vectrices		
Theilériose bovine	<i>Theileria parva</i>		<i>Rhipicephalus appendiculatus</i> *		
Fièvre de la côte orientale			<i>Rhipicephalus duttoni</i>		
East Coast fever			<i>Rhipicephalus zambeziensis</i>		
Babésiose bovine tropicale	<i>Babesia</i>	<i>bigemina</i>	<i>Rhipicephalus</i>	<i>microplus</i>	(a)
Piroplasmose bovine tropicale	<i>Babesia</i>	<i>bovis</i>	<i>Rhipicephalus</i>	<i>annulatus</i>	(a)
Red water			<i>Rhipicephalus decoloratus</i> (b) <i>Rhipicephalus geigyi</i> (b)		
Anaplasmose bovine	<i>Gall</i>	<i>Anaplasma marginale</i>	<i>Rhipicephalus</i> (Boophilus)		
sickness		<i>Anaplasma centrale</i>	<i>spp.Rhipicephalus</i>	<i>evertsi</i>	<i>evertsi</i>
			<i>Hyalomma spp.</i>		

Cowdriose	bovine	<i>Ehrlichia ruminantium</i>	<i>Amblyomma</i>	<i>variegatum</i>	(c)
Heartwater			<i>Amblyomma</i>		<i>lepidum</i>
			<i>Amblyomma gemma</i>		

Légende : * = *Rhipicephalus appendiculatus* est le principal vecteur de *Theileria parva*, (a) = vecteurs de *Babesiabovis* et de *Babesia bigemina*, (b)= vecteurs de *Babesia bigemina*, (c) = *Amblyomma variegatum* est le principal vecteur de *Cowdria ruminantium* en Afrique centrale et orientale.

Travaux dirigés d'Entomologie médicale

- 1- Définir les termes suivants : arthropodes, insectes, entomologie médicale, vecteur biologique, vecteur mécanique, hôte intermédiaire, hôte définitif, réservoir.
- 2- Donner les caractères généraux des arthropodes.
- 3- Donner les caractères généraux des insectes.
- 4- Morphologie d'un insecte, description.
- 5- Quel est l'intérêt de l'entomologie médicale.
- 6- Donner des exemples des vecteurs biologiques et des vecteurs mécaniques impliqués dans la transmission des parasitoses tropicales.
- 7- Donner la hiérarchie systématique (embranchement, classe, ordre, famille, genre) des espèces suivantes : *Simulium damnosum*, *Anopheles gambiae*, *Glossina palpalis*.
- 8- Donner le nom vulgaire d'espèces suivantes et préciser le pathogène (maladie) qu'elles transmettent : *Simulium damnosum*, *Anopheles gambiae*, *Glossina palpalis*.
- 9- Les méthodes de lutte : cas de la lutte anti-vectorielle de la trypanosomiase et du paludisme.
- 10- Décrire de manière succincte le cycle biologique d'une glossine.
- 11- Montrer l'impact des insectes dans le domaine de l'agriculture et vétérinaire.
- 12- Après avoir cité les objectifs de l'entomologie, dites quelles sont ses différentes branches ?
- 13- Expliquez le développement chez les insectes.
- 14- Citer les principaux ordres des insectes d'intérêt agronomique et médicale que vous connaissez.
- 15- Quels sont les critères utilisés par les entomologistes pour classer les insectes ?
- 16- Pourquoi dit-on que les insectes constituent une amélioration de moyens d'existences ?
- 17- Quelles sont les valeurs nutritionnelles de l'insecte ?
- 18- Montrer l'impact des insectes dans le domaine de l'agriculture et vétérinaire.

- 19- Donnez deux exemples d'insectes utiles à l'agriculture et deux nuisibles pour l'agriculture.
- 20- Donnez deux exemples d'insectes vecteurs de maladies humaines et animales ?
- 21- En quoi les insectes sont-ils importants pour le sol ?

Références bibliographiques

1. Robert Vincent (2017) Introduction à l'entomologie médicale et vétérinaire In : Duvallet G. (ed.), Fontenille Didier (ed.), Robert Vincent (ed.). Entomologie médicale et vétérinaire Marseille (FRA) ; Versailles : IRD ; Quae, p. 37-59 ISBN 978-2-7592-2676-4
2. Carnevale, P., Robert, v., Manguin, S., Corbel, v., Fontenille, D., Garros, c., Rogler, c., 2009. Les anophèles. BIOlogie, transmiSSION du Plasmodium et lutte antivectorielle., IRD Éditions, coll. Didactiques, 391 p
3. Charabidze. D., 2012. La biologie des insectes nécrophages et leur utilisation pour dater le décès en entomologie médico-légale. Annales de la Société entomologique de France (N.S.) : Illt. f. Entomol., 48 (3-4) : 239-252.
4. Gonzalez, J.P., 1981. La fièvre jaune selvatique en Afrique: données récentes et conceptions actuelles. Médecine Tropicale. 41: 31-43.
5. Hébrard, E., Froissard, R., Louis, c., Blanc, S., 1999. Les modes de transmission des virus phytopathogènes par vecteurs. Virologie, 3 (1) : 35-48.
6. Rodhain, E, 2008. Aspects épidémiologiques de la transmission vectorielle. Epidémiol. et santé ail/maie, 54: 13-18.
7. Remoué, E, 2014. Arthropod immunogenic salivary proteins and biomarkers of vector bites. In: Biomarkers III Disease: Methods and Discoveries and Applications. Preedy, Y.R. Ed, United Kingdom (In press).
8. Programme mondial de lutte antipaludique Organisation mondiale de la Santé 20 avenue Appia 1211 Genève 27 Suisse E-mail: infogmp@who.int <http://www.who.int/malaria/en>
9. COOSEMANS M. & VAN GOMPEL A. 1998 – Les principaux arthropodes vecteurs de maladies. Quels risques pour le voyageur d'être piqué ? D'être contaminé ? 3ème journée biennale de médecine des voyages, n° 1977/SMV6, 1-7p. RAVOAHANGIMALALA
10. R.O., RANDRIANAMBININTSOA F.J., TCHUINKAM T. & ROBERT V. 2008 – Paludisme en milieu urbain d'altitude à Antananarivo, Madagascar : Bioécologie d'Anopheles arabiensis. Entomologie Médicale, n° 3139, 348-352p.

11. ROBERT V. 2017 – Chapitre 2 : Introduction à l'entomologie médicale et vétérinaire.
Edition IRD. ISBN 9782709923774. 37-59p.