

BIOECOLOGIE DES VECTEURS DE MALADIES TRANSMISSIBLES

Dr Arezki IZRI

Parasitologie-Mycologie

APHP - HUPSSD – Hôpital Avicenne

Université Sorbonne Paris nord

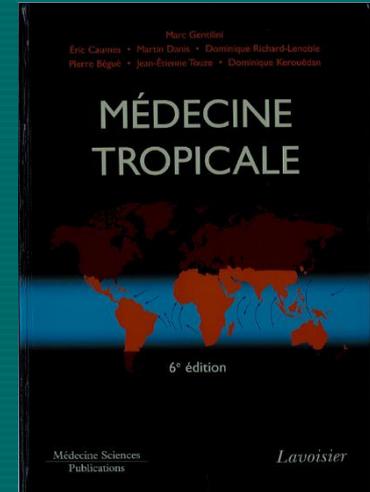
93009 BOBIGNY

Tél: 01 48 95 56 52

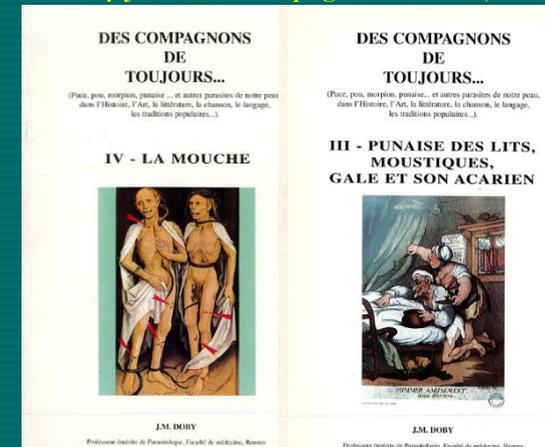
arezki.izri@aphp.fr

ROLE VECTORIEL : HISTORIQUE

- 1877, *Culex p. fatigans*/*W. bancrofti* (P. Manson)
- 1881, *Aedes aegypti* / fièvre jaune (C. Finlay)
- 1895, Glossines/trypanosomes (D. Bruce)
- 1897, Anophèles / *Plasmodium* (R. Ross)
- 1909, *P. corporis*/*R. prowazekii* (C. Nicolle)
- 1921, *P. papatasi* / *L. major* (frères Sargent et al)
- 1987, *P. papatasi* / *L. major* (Ben Ismail et al)
- 1990, *P. perniciosus* / *L. infantum* (Izri et al)
- 2007, *P. langeroni* / *L. infantum* (Guerbouj et al)
- 2009, Massilia virus (Charrel et al)
- 2010, Phlebotomes/Punique virus (Zhioua et al.)
- ...



Doby JM. Des compagnons de toujours



INTRODUCTION (1)

- Maladies transmissibles
 - = Maladies infectieuses potentiellement épidémiques
- Maladies à transmission vectorielle : grande diversité
 - = 17% des maladies infectieuses, >700.000 décès/an
 - Sporadiques, endémiques, épidémiques, saisonnières,...
- Agents pathogènes : grande diversité
 - virus, bactéries, parasites,
 - sang, moelle osseuse, peau, intracellulaire, ...
- Réservoir de « virus » : grande diversité
 - animal, homme, arthropode

➤ Vecteurs : grande diversité

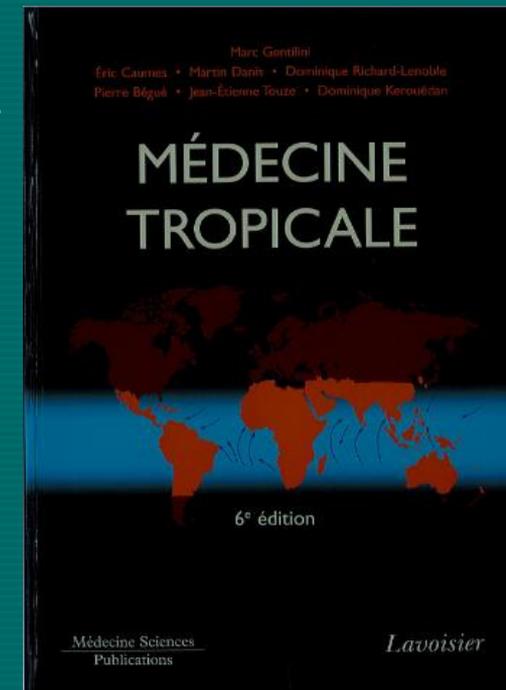
-(OMS, 2018 et 2020)

-Harant H, Attisso M, Rioux JA.C R Seances Soc Biol Fil. 1955

-Rioux et al, Ann Parasitol Hum Comp. 1965

-Showkath Ali MK et al. J Commun Dis. 2009

-WHO, Vector Borne diseases, 2020



INTRODUCTION (2)

- Grande diversité écologique : climat, flore, faune sauvage/domestique, milieu naturel/anthropisé,
 - Relations milieu, agents pathogènes, réservoir, vecteurs (biocénose)
- ⇒ Écosystèmes variés
- ⇒ Complexes pathogènes variés
- ⇒ Foyers : niche écologique, micro ou mésofoyer, ...
- ⇒ Epidémies localisées, régionales, ... (risque spatial)
- ⇒ Nosogéographie,
- ⇒ Écoépidémiologie

-Catalogue of Life, 2023

-Dancesco P, Chadli A. Arch Inst Pasteur Tunis. 1982

-Rioux et al. Bull Soc Bot Fr, 1984

-Izri A. Thèse d'université Paris Orsay. 1996



Google



Google



Google



Laporta GZ. Insects, 2023

GÉOPOLITIQUE, CHANGEMENT CLIMATIQUE

- Occupation de + en + importante des terres
 - Changement des habitats naturels des vecteurs et des réservoirs
 - Propagations des vecteurs hors de leur aire naturelle
- ⇒ Installation des vecteurs dans le territoire de l'homme + inverse
- ⇒ Les vecteurs zoophages deviennent zoo-anthropophages
- ⇒ **domestication du vecteur**, parfois aussi du réservoir
- ⇒ Adaptation à l'homme et migration avec l'homme
- ⇒ Extension de l'aire géographique des maladies transmissibles
- ⇒ Nouveaux foyers = modification du **risque spatial**,
- ⇒ Cas hors saison = modification du **risque temporel**,
- ⇒ ...

-Lounibos LP. Annu Rev Entomol. 2002

-Gould E.A., Higgs S. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 2009

-Powell JR et al. Mem Inst Oswaldo,Cruz. 2013



ARTHROPODES

- Animaux à exosquelette et pattes articulées
- >10 millions d'espèces, milliards d'individus/espèce
- Largement répandus dans tous les écosystèmes
- Ethologie : terrestres, aquatiques, domestiques, selvatiques, libres, parasites, hématophages, lymphophages, ...
- Anthropophiles, zoophiles, ...
- 2 classes d'intérêt médical +++ : Insectes, Arachnides

-Catalogue of Life 2023

-Rodhain F. Rev Sci Tech. 2015

Insectes



Acariens



« CHOIX » DU VECTEUR)

- Transmission vectorielle : biologique, active, non mécanique, indispensable à l'agent pathogène (précellence vectorielle)
- Facteurs extrinsèques : climat, flore, faune, présence du vecteur...
- Facteurs intrinsèques

- Anthropophilie/zoophilie,
- Hématophilie +++ (cycle gonotrophique)
- Robustesse, longévité
- Rôle de la salive de l'arthropode +++
- Solénophilie / telmatophilie
- Endophilie/exophilie

⇒ Adaptation (aux défenses et comportement)

⇒ Manipulation +++

⇒ Relation durable

⇒ Spécificité vecteur-parasite et hôte-parasite

-Arora G, et al. Trends Immunol. 2023

-Titus RG, Ribeiro JM. Science. 1988

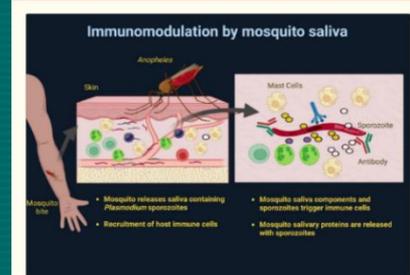
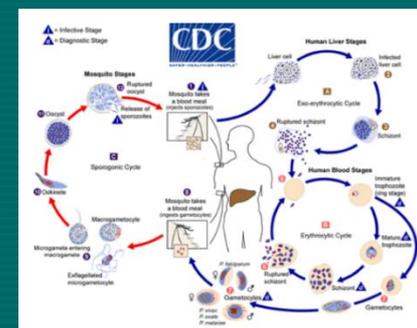
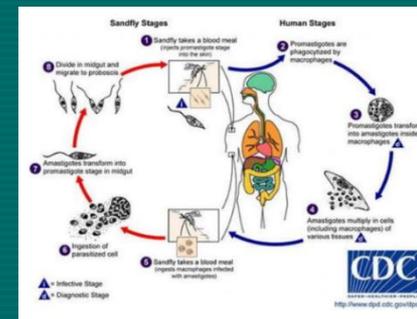


Figure 2
Mosquito bite impact on host immunity. Saliva antigens influence host immunity and Plasmodium sp. infection. This figure was created with Biorender.com

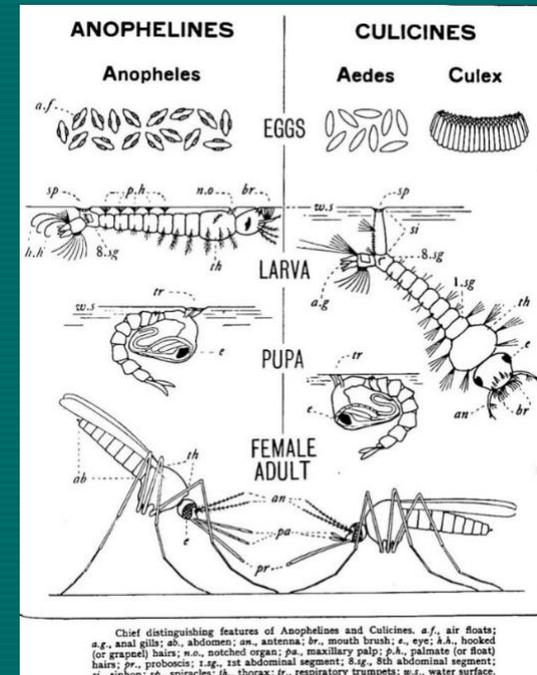


EXEMPLES DE MALADIES À TRANSMISSION VECTORIELLE

| Parasitaires | Bactériennes | Virales |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Paludisme • Leishmaniose • THA • Trypanosomose américaine • Loase • Wuchereriose • Mansonelloses • Dirofilarioses • Onchocercose • ... | <ul style="list-style-type: none"> • Peste • Borrélioses : fièvre récurrente à poux, à tiques, maladie de Lyme, ... • Bartonelloses : fièvre de Oroya, Verruga peruviana, fièvre des tranchées • Rickettsioses: groupe boutonneux (à tiques, à puces), groupe typhus (à puces, à poux), ... | <ul style="list-style-type: none"> • Fièvre jaune • Dengue • Zika • Chikungunya • TBE • Encéphalite japonaise • Phléboviroses • Autres arboviroses • West Nile • ... |

LES MOUSTIQUES

- Insectes, Diptères, Nématocères, Culicidae
- Éléments de la biodiversité biologique et fonctionnelle
- Chaînes alimentaires (bioplancton, ...), polinisation, ...
- > 3600 espèces, 11 genres
- Anophèles : >400 espèces
- Aedes : ~ 870 espèces
- Culex : ~ 800 espèces
- Culiseta : ~ 40 espèces
- Mansonia : ~ 25 espèces
- ...



-de Lima VR, de Morais MCC, Kirchgatter K. Integrating artificial intelligence and wing geometric morphometry to automate mosquito classification. *Acta Trop.* 2024.

LES MOUSTIQUES : LES ANOPHELES

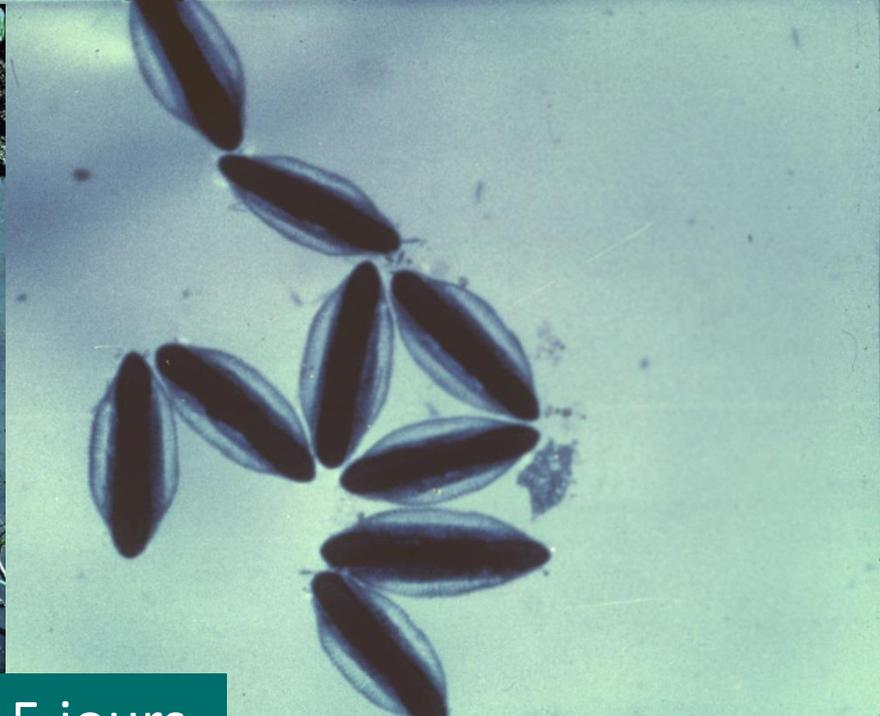
- Insectes « aériens/aquatiques »
- Cosmopolites, mais espèces régionales
- Pays tempérés et pays tropicaux
- Nocturnes, surtout 2^{ème} moitié de la nuit
- Femelles hématophages
- Ponte sur surface eau douce
- Rôle vecteur:
 - paludisme
 - arboviroses : *O 'Nyong Nyong*, *Ilesha*, ...
 - filarioses lymphatiques
(*W. bancrofti* : *A. gambiae*, *A. funestus*,
A. flavirostris, *A. letifer*, ...)



-Alphonse Laveran, 1880

-Vatandoost H. et al. J Arthropod Borne Dis. 2018

-Izri et al. Malar J. 2019



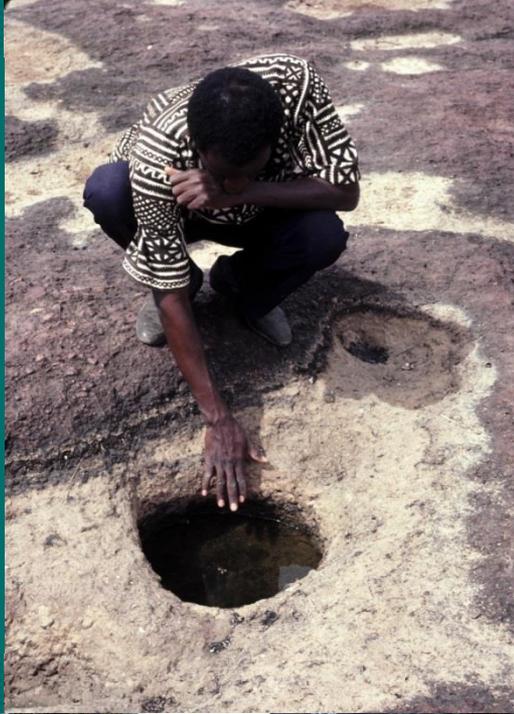
Cycle de 12 à 15 jours



Example of larvae breeding grounds in North Africa



Example of
larvae
breeding
grounds in
West Africa



LES MOUSTIQUES : LES CULEX

- Insectes « aériens/aquatiques »
- Cosmopolites, mais espèces régionales
- Nocturnes, surtout en début de soirée et nuit
- Femelle hématophage
- Ponte: surface eaux riches en matières organiques
- Rôle vecteur
 - arboviroses : encéphalite de St Louis, West-Nile, encéphalite japonaise, Dengue-like,
 - filarioses: *W. bancrofti*, *Dirofilaria sp.*

Hammon WM, Reeves WC. *J exp med.* 1943

Bailey CL, et al. *Science.* 1978

Hu SM. *Chin Med J.* 1946



LES MOUSTIQUES : *Aedes (Stegomyia)*

- Insectes « aériens/aquatiques »
- Cosmopolites, espèces régionales, invasives
- Diurnes, femelles hématophages
- Ponte : sol, objets en bordure d'eau
- *A. aegypti* et *A. albopictus* très anthropophiles et très agressifs
- *Rôle vecteur :*
 - fièvre jaune, dengue, Chikungunya, Zika, ...
 - autres arboviroses : Ross River, Spondweni, Encéphalite de Californie, ...
 - filarioses : *Dirofilaria immitis*, *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*
- Giunti G. et al. Acta Trop. 2023
- Carnevale et al. Médecine et Santé Tropicales. 2012
- Failloux A.B., Biologie aujourd'hui, 2018
- Weaver SC, Vasilakis N. Infect Genet Evol. 2009
- Egid BR. Et al. Curr Res Parasitol Vector Borne Dis. 2022



LES PHLEBOTOMES

- Insectes, Diptères, Psychodidae
- >800 espèces, cosmopolites
- Saisonniers en pays tempérés
- Toute l'année en pays tropicaux
- 2 à 4 mm, nocturne
- Femelle hématophage
- Cycle : larves terrestres
- Répartition géographique
- Rôle vecteur :
 - Leishmanies
 - Arbovirus : *Toscana*, *Sicilian*, *punique*, ...

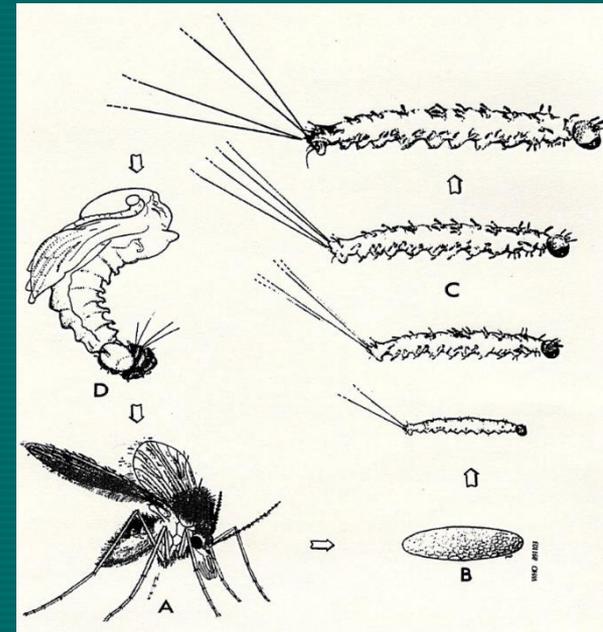
-Izri et al. *Med Trop.* 2006

-Charrel et al. *EID.* 2007

-Zhioua et al. *J Gen Virol.* 2010

-Bichaud L et al. *Microb Pathog.* 2014

-Alkan C et al. *Clin Microbiol Infect.* 2015



Leishmaniose viscérale dans le sud est de la France



-Marty et al. Annal Trop Med. 2007
-Izri et al. Bull Soc Path Exot, 1992

-Izri et al. RFL. 2007
-Izri et al. Ann Parasitol Hum Comp, 1990

LA LEISHMANIOSE CUTANEE A *L. MAJOR*

= clou de Biskra = bouton d'Orient



LES POUX

Insectes, Anoploures >500 espèces

Ectoparasites, hématophages

Trois espèces parasitent spécifiquement l'homme

1-*Pediculus h. capitis*.

Biotope = tête = niche écologique +++

2-*Pediculus h. corporis* (*P. h. humanus*)

Biotope = vêtements

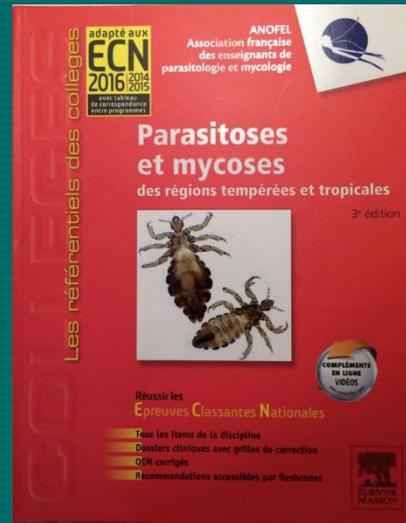
Vecteurs de maladies

3-*Pthirus pubis* = morpion

Biotope = pubis, mais pas que ...

-Izri & Guiguen. RFL . 2013;454:33-39

-Leo NP, *et al.* Heredity, 2005



Pediculus humanus corporis

- Seul pou reconnu vecteur de maladies :
typhus exanthématique (*R. prowasekii*), fièvre des tranchées (*B. quintana*), fièvre récurrente à poux (*B. recurrentis*)
 - Vit accroché aux vêtements
 - Se nourrit sur la peau en restant accroché au vêtements
 - Pond ses œufs sur les vêtements
 - Les lentes sont collées aux fibres textiles
- ⇒ Traitement : lavage tissus > 50°C

Izri A, Chosidow O. CID, 2005

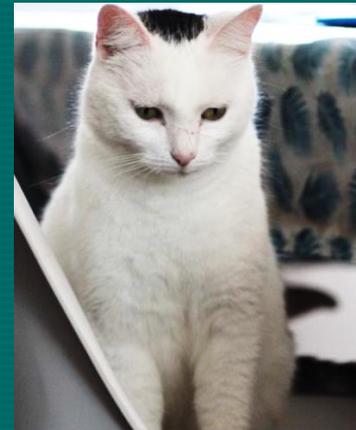


LES PUCES

Insectes, Siphonaptères >2000 espèces

- Hématophages, se reproduit sur le sol
- 0,8 à 6,5 mm, 3^{ème} paire de pattes = sauteuse
- Cosmopolite
- Pucès et *Yersinia pestis* (**Simon, 1898**)
P. irritans, *X. cheopis* et >200 espèces
(Justinien VIème, peste noire XIVème, Chine=>Europe 1855)
- Pucès/Rickettsies (*R. mooseri/typhi*), Pucès/bactéries (*Francisella tularensis*), helminthes (*D. caninum*, ...), trypanosomes, *Bartonella henselae* (maladie des griffes du chat)

- Beaucournu JC. Bull Soc Pathol Exot. 1999
- Moore CO, et al. Trends Parasitol. 2024
- Sidhoum NR, et al. Acta Trop. 2023
- Bendjeddou ML, et al. Acta Parasitol. 2023



LES GLOSSINES

- Glossinidae, *Glossina*, 22 espèces (33 avec les sous-espèces (Duvallet. 2017))
- Grandes mouches, diurnes, hématophages ♂ et ♀
- Afrique équatoriale, forêts, savanne, ...
- Trypanosomose africaine
- Wolbachia (reproduction, immunité et longévité), *Sodalis glossinidus* (↘ résistance immunitaire et facilite les infections à Trypanosomes)



Photo Google

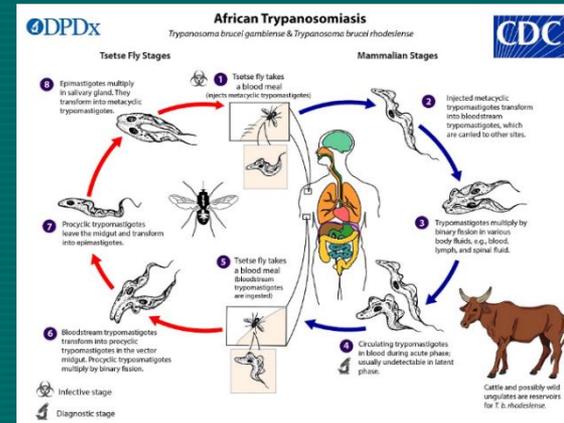


Photo RFI du 14-04-2022



Photo Google

Date : 15 Avril 2015

LES SIMULIES

- Diptères, Nématocères, Simuliidae,
- *Simulium* >1800 espèces
- Moucherons, diurnes, 3 à 4mm, hématophages
- Mouches noires, moutmout, yinyin, midges, ...
- Cosmopolite, espèces régionales : *S. damnosum*, *S. naevi*, ... (Afrique), *S. metallicum*, *S. callidum*, ... (Amérique), ...
- Pontes en eaux vives
- Larves et nymphes aquatiques
- Onchocercose, cécité des rivières, mansonelloses, ...

-Cheke RA et al. Acta Trop. 2023

-Pal R. Bull World Health Organ. 1978



Photo Google



Attaque de simulies dans l'Arctique canadien.
Rivière Dubawnt, Nunavut.

LES CERATOPOGONIDES

- Diptères, Nématocères, Ceratopogonidae, *Culicoides*
- Cosmopolites, >1000 espèces, 0,6 à 5mm
- Insectes diurnes, hématophages, mal connus
- Vecteurs d'arbovirus, >30 virus, dont le virus Oropouche =>syndrome fébrile en Amazonie brésilienne, virus de Schmallenberg (SBV), virus de la maladie hémorragique épizootique (EHDV) et le virus de la langue bleue (BTV)
- Vecteurs de microfilaires
 - M. perstans* : Amérique et Afrique tropicales
 - M. streptocerca* : massifs forestiers africains
 - M. ozzardi* : Amérique latine et Antilles

-Ogola EO. Et al. Front Microbiol. 2024

-Kampen H & Werner D. Microorganisms. 2023

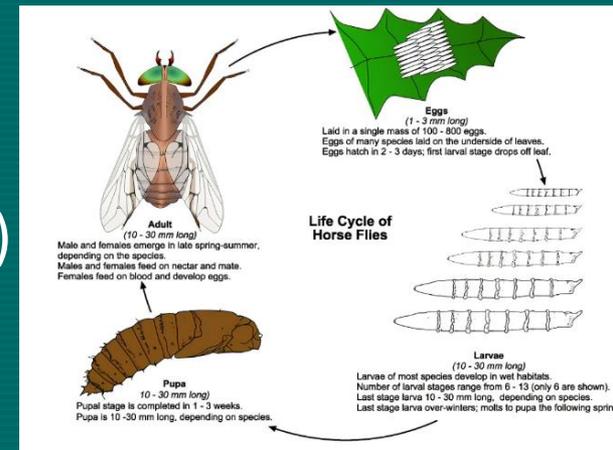


LES TAONS

- Insectes, Diptères, Brachycères, Tabanidae
- >4400 espèces, grande taille, 6 à 30 mm
- Insectes diurnes, femelles hématophages
- Cosmopolites, exophiles, pontes/végétaux
- Vecteurs de :
 - Charbon (*Bacillus anthracis*)
 - Tularémie (*Francisella tularensis*)
 - Arboviroses (anémie infectieuse des chevaux)
 - Rickettsies (*Anaplasma marginale*)
 - Trypanosomes (*T. theileri*, *T. evansi*, *T. vivax*)
 - Phorésie : myiases (*Dermatobia hominis*)



Google

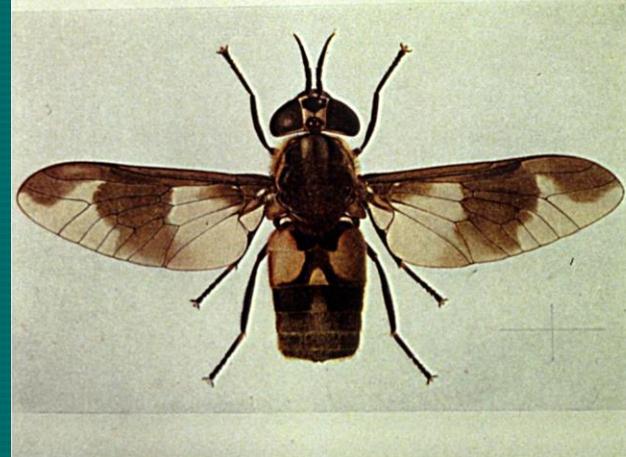


LES TAONS : LES CHRYSOPS

- Mouches rouges ou dorées
- Afrique tropicale
- Forêt équatoriale humide
- >200 espèces
- 5 à 25mm
- Diurnes, hématophages
- Vecteurs de *Loa loa* : helminthose, filariose sanguicole



FIG. 1. Chrysops caecutiens (Male)



LES TRIATOMES

- Insectes, Hétéroptères, Reduviidae (> 7000 espèces), Triatominae,
- 3 genres: *Panstrongylus*, *Triatoma*, *Rhodnius* : >150 espèces
- Kissing bugs, nocturnes, hématophages, anthro-po-zoophiles
- Amérique latine
- Vecteurs par fèces de *Trypanosoma cruzi* (maladie de Chagas)



-Santos F, et al Eco-epidemiology of vectorial *Trypanosoma cruzi* transmission in a region of northeast Brazil. Acta Trop. 2022



Carlos Chagas dans son laboratoire de Rio de Janeiro.

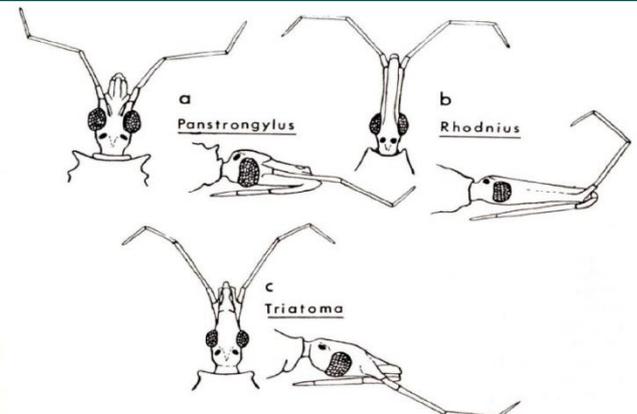
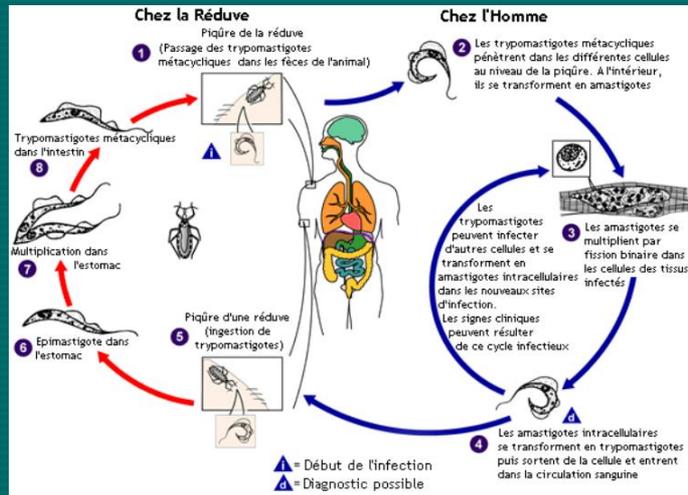


Fig. 13.4. Têtes de Reduviides, en vue dorsale et latérale (d'après M.W. Service, A Guide to Medical Entomology, 1980, avec la permission de MacMillan, Londres et Basingstoke).

Corythucha ciliata

- Nouveaux ectoparasites : toujours possibles, le tigre des platanes
- Feuilles de platanes, de chênes, ...
- Il n'y a pas que des « Ekbom »

Izri et al. JAMA Dermatol. 2015



Tunga penetrans (puce-chique)

- Insecte Siphonaptera, 13 espèces
- *Tunga penetrans* Linné, 1758
- Biologie : 1mm, peut atteindre en 2 à semaines 10mm avec des centaines d'œufs
- Répartition géographique :
Amérique latine, Caraïbes, Asie (Inde)
Afrique tropicale et subtropicale
- Clinique : lésion inflammatoire + prurit + douleur + présence de la puce
- Complications : surinfections, tétanos, handicap, amputation, décès
- Traitement : extraction ou diméticone,...
- Prévention : ne pas marcher pieds nus.

-Rasoamialy-Soa Razanakolona, et al. *Travel Med Infect Dis.* 2022.

-Beaucournu et al. 2012

-Linardi et al. 2014



Photos Mially



Photos Izri



Myiase à *Lucilia sericata*

MERCI DE VOTRE ATTENTION