

Embranchement Nematoda (vers ronds/ Roundworms)

Embranchement Nematoda (vers ronds/ Roundworms)

Caractères générales

- Une cuticule complexe à trois couches
- L'absence de muscles circulaires
- L'absence de protonéphridie
- Spermatozoïdes sans flagelles
- Environ 50% des espèces vivent dans des environnements marins et 25% vivent dans le sol.
- Certains espèces sont des phytoravageurs et d'autres sont des parasites d'animaux.
- Ils ne se présentent pas comme des ectoparasites. Cela est probablement dû à l'absence d'appendices corporels qui permettraient un ancrage sur la peau ou la fourrure.

- Les nématodes ont une forme ronde, fusiforme et uniforme.
- Les nématodes pondent leurs œufs qui contiennent le premier stade juvénile appelé larve.
- Le terme larve n'est pas exact, car il n'y a pas de différence fondamentale entre larve et un ver adulte et aucune vraie métamorphose n'a lieu.
- Les nématodes passent par quatre stades larvaires, L1–L4.
- Ce qu'on appelle parfois le stade L5 n'est pas un stade larvaire, mais un adulte juvénile.
- Pour passer d'un stade larvaire au suivant, les vers passent par un processus de mue appelé ecdysis.
- Une larve qui n'a pas perdu sa cuticule au moment où elle passe au stade suivant est appelée une larve gainée

- **Dorylaimea** (class)

- Mermithida (ordre)

- Trichocephalida (ordre)

- Trichinelloidea (superfamille)

- Capillariidae (famille)

- Trichinellidae (famille): (vivipare) : *Trichinella spiralis* (trichine), *T. pseudospiralis*, *T. nativa*, *T. britovi*, *T. nelsoni*, *T. papuae*, *T. murelli*, *T. zimbabwensis*

- Trichuridae (famille): *Trichuris trichiura* (trichocéphale), *Capillaria philipinensis*

- **Chromadorea** (classe)

- ❖ Rhabditica (superordre)

- Panagrolaimida (ordre)

- ❑ Strongyloidea (superfamille): *Strongyloides stercoralis*

- ❑ Strongyloidea (superfamille)

- Ancylostomatidae (famille): *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*

- Metastrongylidae (famille): *Angiostrongylus cantonensis*

- Trichostongylidae (famille): *Haemonchus contortus*, *Dictyocaulus viviparus*

➤ Spirurida (ordre)

○ Ascaridina (subordre)

❖ Ascaridoidea (superfamille)

- Ascaridae (famille): *Ascaris lumbricoides*, *A. suum*, *Toxocara canis*
- Anisakidae (famille): *Anisakis*, *Anisakis simplex*

○ Dracunculina (subordre)

❖ Dracunculoidea (superfamille): *Dracunculus medinensis*

○ Oxyurina (subordre)

❖ Oxyuroidea (superfamille)

- Oxyuridae (famille): *Enterobius vermicularis*, *Oxyuris equi*

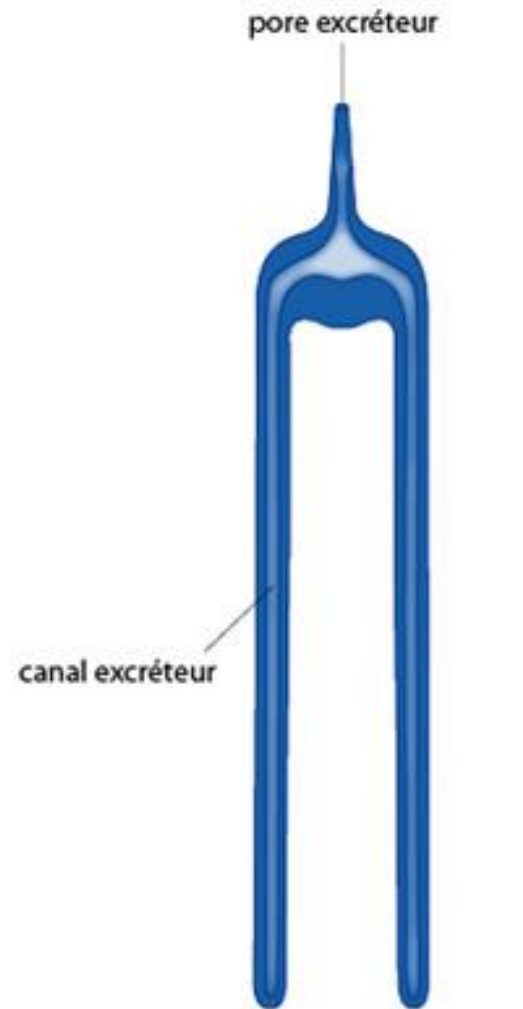
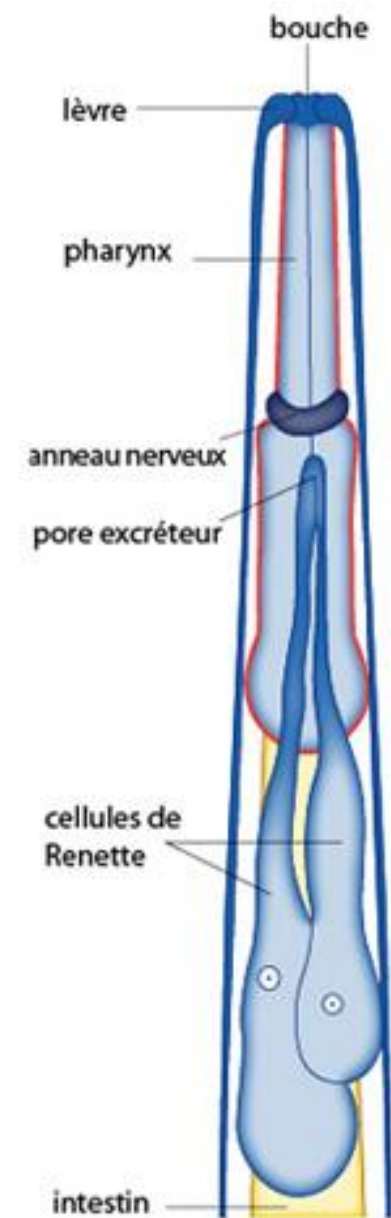
○ Sprirurina (subordre)

❖ Filarioidea (superfamille)

- Filariidae (famille): parasite d'animaux
- Onchocercidae (famille): *Onchocerca volvulus*, *Wuchereria bancrofti*, *Bugia malayi*, *Loa loa*, *Dirofilaria immitis*

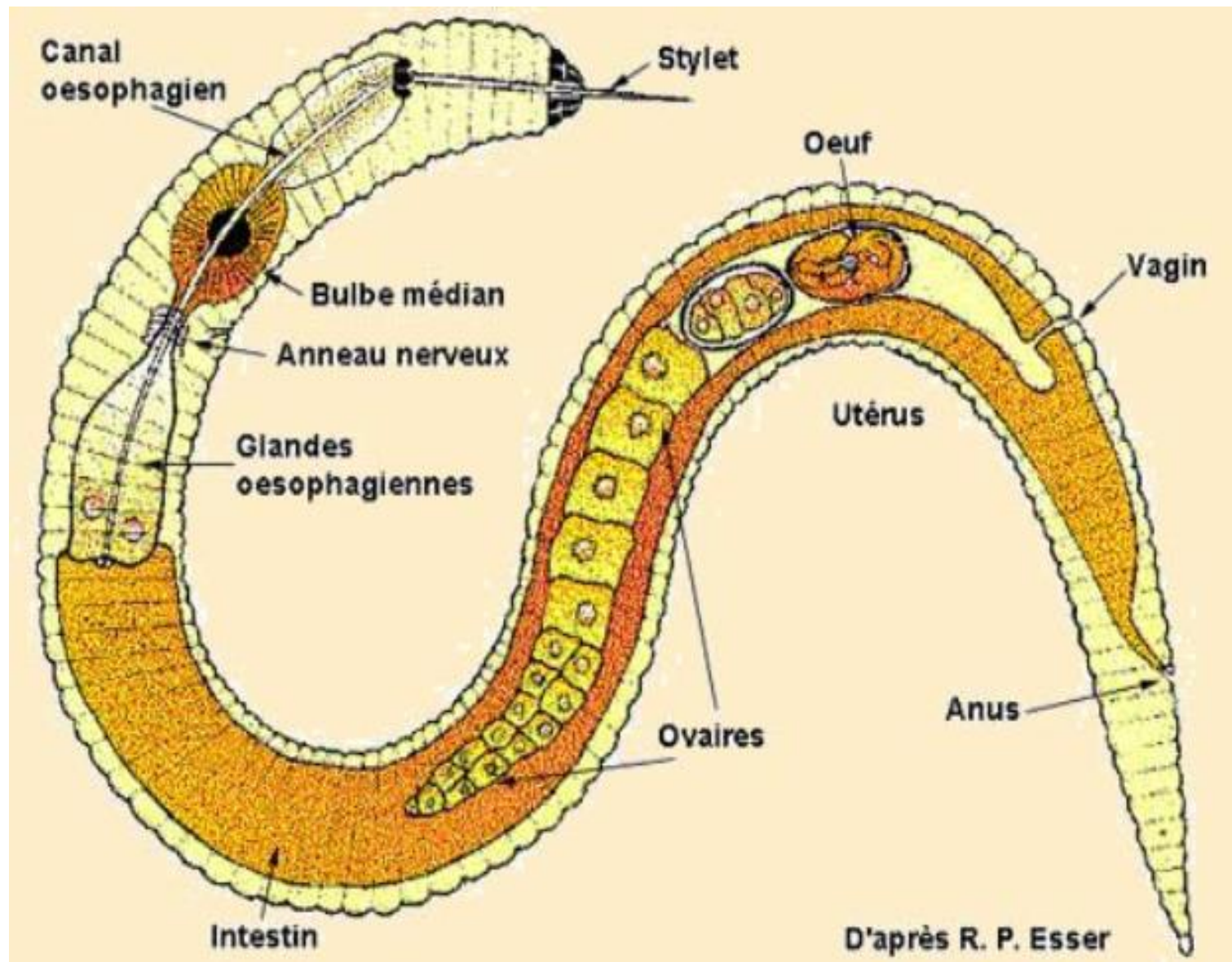
- Chez la classe Chromadorea, la L3 est le stade infectieux pour l'hôte définitif, alors que chez la classe Dorylaimea, parasites des vertébrés, le L1 est le stade infectieux.
- La plupart des nématodes sont ovipares. Seules *Trichinella* et les filaires de la famille des Onchocercidae sont vivipares.
- Les hôtes sont envahis par plusieurs voies :
 - Par ingestion d'œufs embryonnés (par exemple, *Ascaris*), de larves développées (*Haemonchus*) ou un hôte intermédiaire (par exemple, *Dracunculus*)
 - Par invasion larvaire percutanée (par exemple, *Ancylostoma*)
 - Par injection larvaire via des arthropodes suceurs de sang (par exemple, *Wuchereria*)
 - Rarement par infection larvaire prénatale du fœtus (par exemple, *Toxocara*)
 - Par ingestion d'hôtes paraténiques non obligatoires, dans lesquels les stades L3 restent inchangés et s'accumulent, facilitant l'infection de l'hôte définitif (*Anisakis*).

- Les nématodes parasites sont généralement incolores.
- Ils mesurent de 1,5 mm (*Trichinella spiralis*) jusqu'à 1 m (*Diectophyme renale*) voire 9 m (*Placentonema gigantissima* dans le placenta des cachalots) de longueur.
- Les nématodes sont longs, minces, ronds, non segmentés et à symétrie bilatérale.
- L'ouverture buccale antérieure est reliée à l'anus postérieur par un intestin droit non ramifié.
- La cavité corporelle est un pseudocoelome rempli de liquide sous une pression hydrostatique élevée.
- Il n'y a pas de système circulatoire.
- Deux canaux excréteurs courent le long de chaque côté du corps, vidés par un pore excréteur près de la tête.
- Le dimorphisme de genre est généralement présent : les femelles sont généralement plus grandes que les mâles.
- Eutélie (nombre constant de cellules de l'organisme) qu'aucune réparation n'est possible après une blessure.



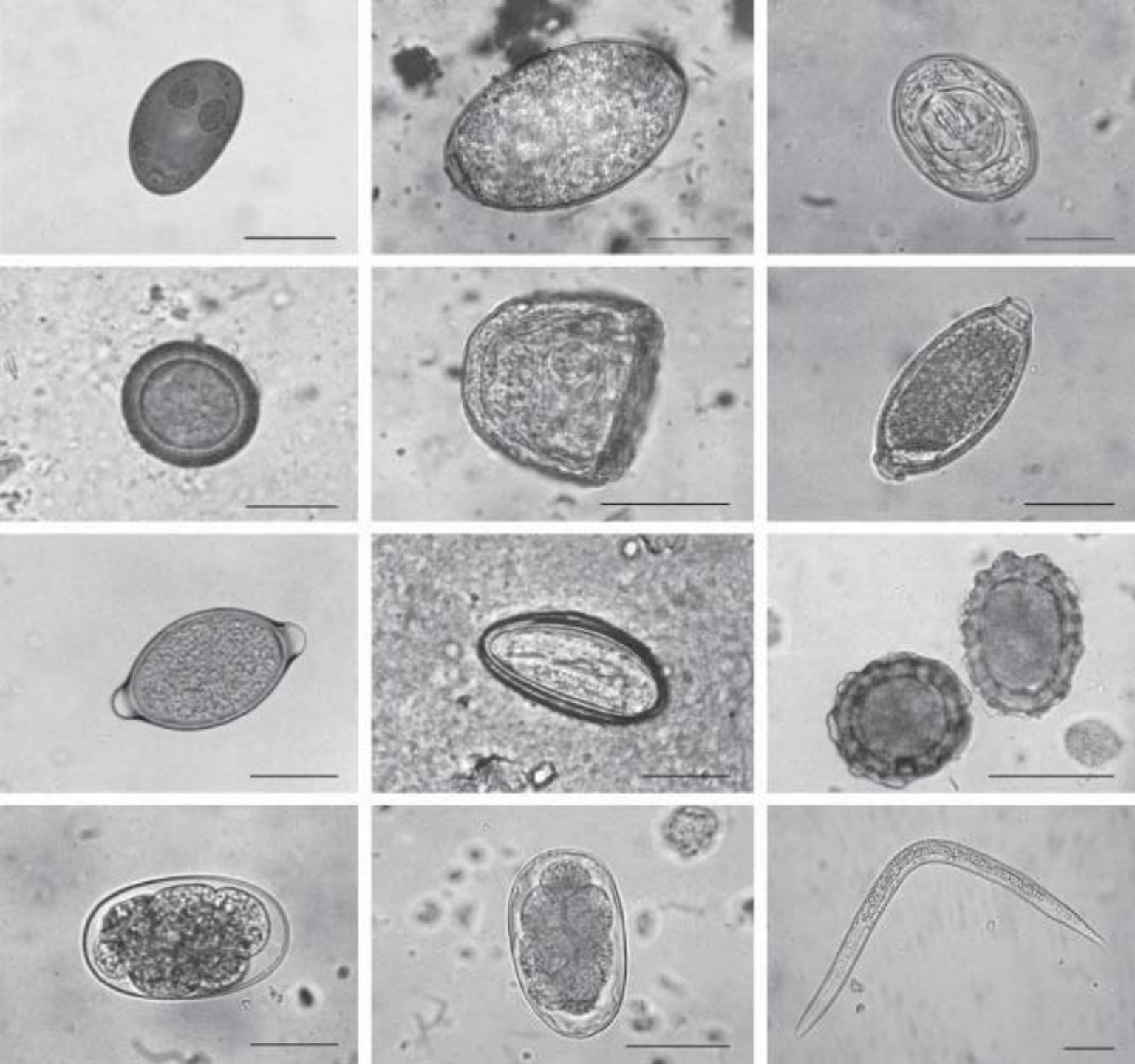
a)

b) système excréteur de l'*Ascaris*



Structure des nématodes

- Les œufs de nématodes se distinguent facilement des œufs d'autres vers parasites.
- Leur forme est elliptique et les deux pôles sont symétriques (sauf dans de rares cas où un opercule est formé).
- La coquille peut être épaisse ou mince.
- Habituellement, les œufs sont très durables et résistants. Chez *Trichuris* et *Capillaria*, la coquille contient des ouvertures aux deux extrémités, qui sont bloqués par un bouchon de microfibrilles chitineuses



Œufs et larves de vers parasites détectés dans les matières fécales. (a) *Dicrocoelium dendriticum*, (b) *Fasciola hepatica*, (c) *Hymenolepis nana*, (d) *Taenia* sp., (e) *Moniezia expansa*, (f) *Capillaria aerophila*, (g) *Trichuris suis*, (h) *Enterobius vermicularis*, (i) *Ascaris lumbricoides*, (j) *Ancylostoma duodenale*, (k) *Haemonchus contortus*, (l) L1 ode *Dictyocaulus viviparus*. (biology of parasites).

1. Dorylaimea

- La classe Dorylaimea (parfois appelée Dorylaimida) contient l'important ordre Trichocephalida, avec ses familles Capillariidae, Trichinellidae et Trichuridae.
- Les caractéristiques de cet ordre sont :
 - Le L1 infecte l'hôte vertébré.
 - Un stylet dans la paroi de l'œsophage, l'odontostyle.
 - Présence d'un organe sécréteur, le stichosome.
 - Présence de deux testicules et d'un seul ovaire.
 - Absence d'organes sensoriels particuliers, les phasmes.
 - Récepteurs de tension filiformes (métanèmes).

- Les Capillariidae, parfois appelés vers capillaires (forme de cheveux), sont des nématodes extrêmement longs et minces, dont beaucoup sont des parasites des volailles avec des vers de terre comme hôtes intermédiaires.
- *Calodium hepaticum*, anciennement *Capillaria hepatica*, un parasite des rongeurs et autres mammifères, doit infecter un premier hôte, où les vers deviennent adultes dans le foie. Ils produisent des œufs qui restent dans le foie. Les œufs deviennent infectieux vont être rejetés avec les excréments, ou dans l'autre cas, ils vont être mangé par un prédateur lorsque l'hôte meurt et se décompose.
- Chez l'homme, une maladie grave peut survenir en infectant par des œufs rejetés par des rats urbains.

a) *Trichinella spiralis*:

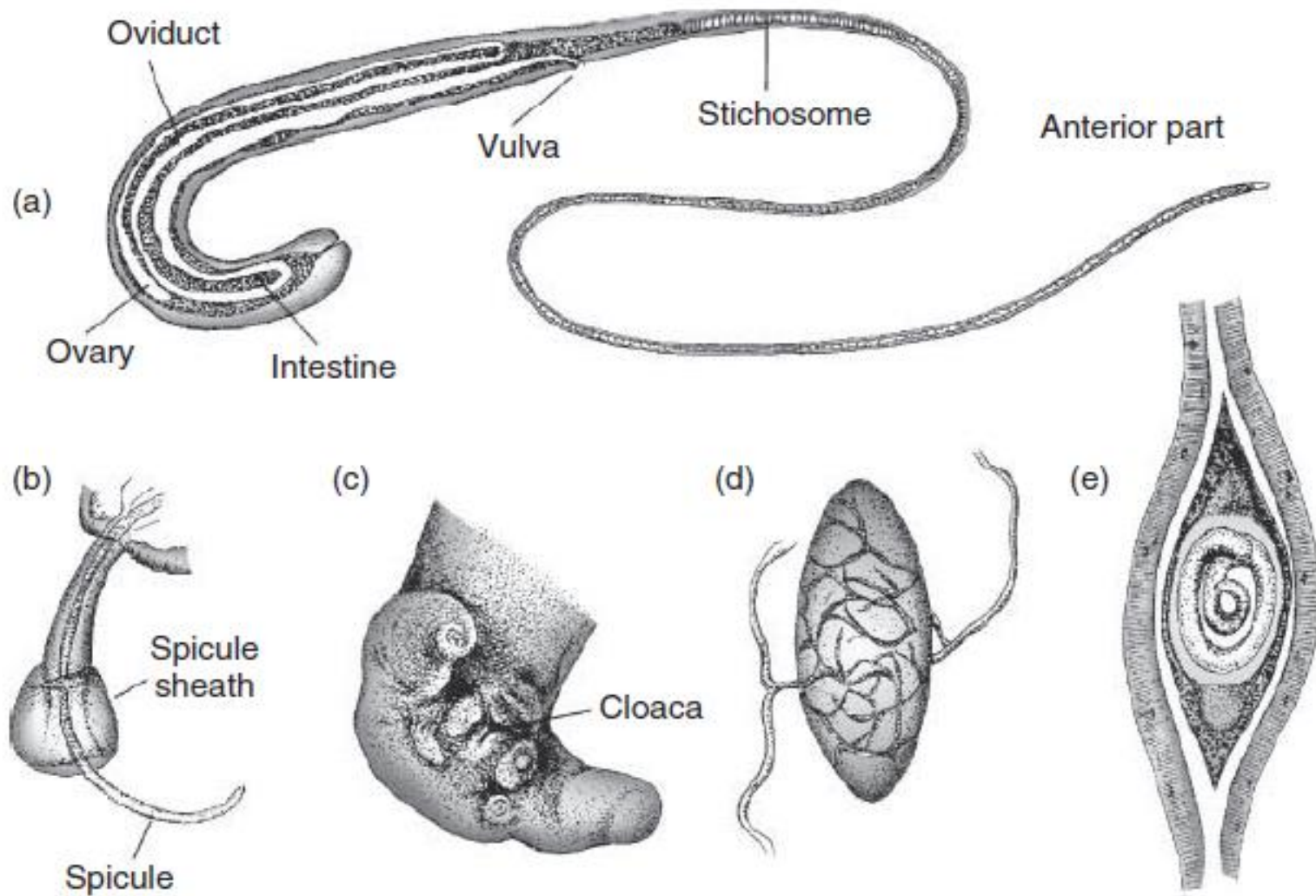
- Agent de trichinellose chez les humains
- Le genre *Trichinella* est très inhabituel, car tous les individus hôtes infectés sont des hôtes définitifs qui hébergent des vers adultes dans leur intestin, puis deviennent des hôtes intermédiaires portant des stades L1 dans leurs muscles, prêts à infecter un autre hôte définitifs.
- *Trichinella* est vivipare.
- L'hôte est infecté par injection de viande contaminée avec L1 encapsulée.
- Morphologiquement, *Trichinella* se caractérise par la structure du pharynx dont la longue partie postérieure s'appelle le stichosome
- The females measure 4mm and males 1.5mm in length.

Espèce du genre *Trichinella*. Des infections humaines sont possibles avec toutes les espèces, mais n'ont pas été démontrées pour *T. zimbawensis*. *T. native* est hautement pathogène pour l'homme.

Species	Geno-type	Hosts	Type of cycle	Geographical distribution	Cyst wall present
<i>T. spiralis</i>	T1	Pig, carnivores, rats (rarely birds)	Urban and sylvatic	Cosmopolitan	+
<i>T. nativa</i>	T2 + T6	Carnivores, bear, walrus, rodents	Sylvatic	Arctic, subarctic (holarctic)	+
<i>T. britovi</i>	T3	Carnivores, also horse, rodents, insectivores	Sylvatic	Temperate regions down to West Africa	+
<i>T. murelli</i>	T3	Carnivores, bear, horse	Sylvatic	Nearctic temperate regions	+
<i>T. nelsoni</i>	T7	Carnivores, hyena, lion, warthog	Sylvatic	Africa	+
<i>T. pseudospiralis</i>	T4	Birds and mammals	Sylvatic	Cosmopolitan	—
<i>T. papuae</i>	T10	Mammals, reptiles	Sylvatic	Papua New Guinea	—
<i>T. zimbabwensis</i>	T11	Mammals, reptiles, man?	Sylvatic	Africa (Zimbabwe)	—

b) *Trichuris trichiura*:

- Le trichocéphale des humains qui provoque la trichocéphalose
- Mesure quelques millimètres, vit planté dans la paroi du cæcum
- **Il peut exister dans l'organisme humain pendant de nombreuses années sans se manifester**
- Lorsque plus de 100 vers sont présents, des hémorragies, des diarrhées et parfois des prolapsus intestinaux peuvent se développer
- Les vers ont une longue extrémité antérieure filiforme et une extrémité postérieure épaisse et courte
- Les autres espèces du genre sont *Trichuris vulpis* chez le chien, *Trichuris ovis* chez le mouton et *Trichuris suis* chez le porc.
- La contamination se fait par ingestion d'œufs.



Trichinellidae

(a) *Trichuris trichiura*, femelle, (b) *T. trichiura*, extrémité postérieure du mâle, (c) *Trichinella spiralis*, extrémité postérieure du mâle, (d) larve musculaire de *T. spiralis*, complexe cellulaire nourricier entouré de vaisseaux sanguins, (e) *T. spiralis*, coupe transversale de larve musculaire.

2. Chromadorea

- La classe Chromadorea contient la majorité des parasites nématodes des vertébrés.
- Les caractéristiques des Chromadorea sont :
 - Le L3 infecte l'hôte vertébré
 - Présence d'un seul testicule
 - Présence d'organes sensoriels particuliers dans la région de la queue, les phasmes
 - Localisation des amphides (invaginations sensorielles, innervées de la cuticule) sur les lèvres
 - Absence de glandes caudales

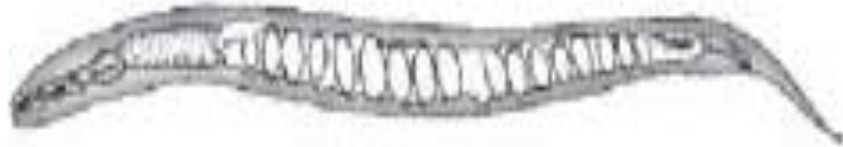
a) *Strongyloides stercoralis*

- Un nématode de l'homme se produit dans les régions tropiques et subtropicales.
- Il provoque des problèmes chez les personnes immunodéprimées ou les patients sous traitement immunosuppresseur. Dans certaines circonstances, l'infection peut être mortelle.
- Le parasite habite la muqueuse de l'intestin grêle supérieur.
- *S. stercoralis* n'a pas d'hôte intermédiaire.
- La phase parasitaire commence lorsque des filariformes L3 provenant d'un sol contaminé envahissent le corps, généralement par les pieds.
- Les femelles parthénogénétiques de l'intestin mesurent de 2,1 à 2,7 m de long.
- La L3 filariforme infectieuse mesure 490–630 μm de long, la L1 rhabditiforme passée dans les selles mesure 180–240 μm de long
- Les œufs sont à coquille mince et embryonnés. Ils mesurent $54 \times 32 \mu\text{m}$.

Femelle parasite



Femelle libre



Male vive en liberté



**Extrémité antérieure de larve filariforme
avec œsophage typique**



**Extrémité antérieure
de larve rhabditiforme
avec œsophage
typique.**

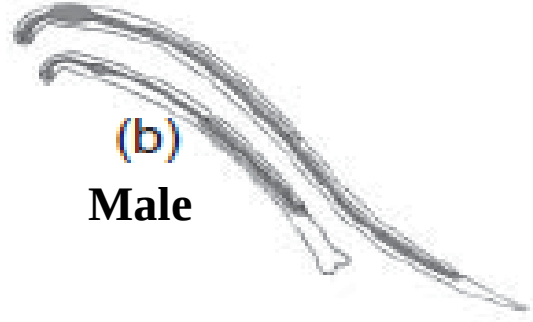


Strongyloides stercoralis

b) *Ancylostoma duodenale* et *Necator americanus*

- Les ankylostomes humains sont d'une grande importance dans les régions tropicales et subtropicales. Ils habitent l'intestin grêle.
- Les œufs sont excrétés au stade de deux à huit cellules et s'embryonnent dans les matières fécales. Les vers sont recourbés à l'extrémité antérieure ce qui leur donne la forme d'un crochet.
- L1 et L2 se nourrissent de bactéries et des excréments qui se trouvent dans le sol.
- La L3 infectieuse est enveloppée par la gaine de la larve de deuxième stade.
- Il migre activement dans les couches supérieures du sol, envahit l'hôte par voie percutanée, généralement dans les pieds, perd sa gaine et pénètre dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques sous-cutanés. La période prépatente est de 3 à 4 semaines
- *N. americanus* peut vivre jusqu'à 15 ans

(a) **Femelle**



Male

	<i>Ancylostoma duodenale</i>	<i>Necator americanus</i>
Distribution	Subtropical: South Europe, northern Africa, Middle and Far East	Tropical: Southern USA, Latin America, Africa south of the Sahara, India, Southeast Asia, Oceania
Female length	10–13 mm	9–11 mm
Male length	8–11 mm	7–9 mm
Mouth capsule	Two pairs of ventral teeth on the anterior margin directed inward	Two dorsal cutting plates directed downward
Vagina	In posterior third	Shortly in front of middle
Eggs size	50–80 × 36–42 µm	64–75 × 36–40 µm
Prepatent period	38–74 (53) days	44–46 days
Larval development (temperature)	At 22–26 °C	At 31–44 °C

c) *Angiostrongylus cantonensis*

- Ce sont des parasites pulmonaires des animaux.
- Les hôtes finaux d'*A. cantonensis* sont des rats, les hôtes intermédiaires étant des escargots et des limaces, dans lesquels se développent des larves infectantes de troisième stade.
- Les L3 migrent dans l'hôte définitif à travers la paroi intestinale et les vaisseaux sanguins dans le cerveau puis dans l'artère pulmonaire, où elles deviennent adultes. Les femelles mesurent de 17 à 34 mm Les mâles 15 à 25 mm Les L3 425 à 524 μm de long.
- Les œufs éclosent dans les poumons et les larves du premier stade sont transportées via la trachée vers l'intestin et passent dans les excréments des rongeurs. Lorsqu'elles sont absorbées par l'hôte intermédiaire, elles se développent en L3 infectieux.
- Les humains sont infectés en mangeant des hôtes intermédiaires crus ou insuffisamment cuits.

d) *Haemonchus contortus*

- Le ver rouge de l'estomac *Haemonchus contortus*, aussi appelé taupin ou ver barbier, est un parasite principalement des ovins et des caprins, plus rarement des bovins.
- C'est l'une des nombreuses espèces qui, chez les ruminants domestiques, provoquent des gastro-entérites parasitaires. La période prépatent est comprise entre 12 et 24 jours.
- Les œufs sont excrétés par l'hôte au stade morula et embryonnés dans les matières fécales. Les deux premiers stades larvaires (rhabditiformes) se nourrissent de bactéries dans les matières fécales. Le L3 gainé, filariforme et infectieux résultant de la deuxième mue après 5 jours est très actif, quitte les matières fécales et rampe vers le haut sur les brins d'herbe humide
- **Lorsqu'elle est absorbé par voie orale par un hôte approprié, il perd sa gaine et elle mue pour devenir un L4 suceur de sang. Les adultes sucent aussi du sang.**

e) Dictyocaulus viviparus

- **Contrairement aux autres trichostrongylidae, cette espèce habite les poumons des bovins.**
- Dans cette infection, les œufs de parasites passés des bronches à la trachée sont crachés et avalés.
- À partir de ces œufs, les L1 éclosent alors qu'ils sont encore dans l'intestin et se développent en L3 dans les excréments.
- Les L3 sont dispersés à travers le pâturage par le champignon ***Pilobulus*** qui propage ses propres spores par un mécanisme explosif, un mécanisme augmentant les chances d'atteindre l'hôte bovin coprophobe.
- La protection contre *D. viviparus* peut être obtenue par l'utilisation d'un vaccin L3 vivant irradié.

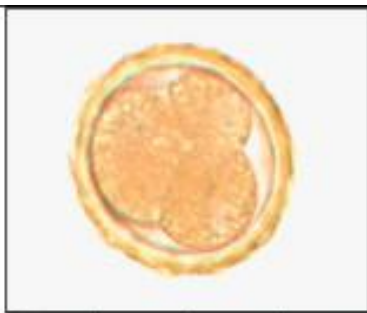
f) Ascaris lumbricoides

- **L'ascaris géant**, l'un des parasites cosmopolite de l'homme les plus connus
- Les femelles mesurent 30 à 40 cm
- En fait, l'**ascariose** se produit dans toutes les zones où l'humidité du sol est suffisante.
- Le développement du zygote dans l'œuf ne commence que lorsque l'œuf soit excrété avec les matières fécales et que suffisamment d'oxygène est disponible
- Pour atteindre L3 ça prend 8 à 10 jours dans les environnements tropicaux et 16 à 18 jours dans les régions tempérées.
- La L3 perce l'intestin et s'installe au niveau du foie ou elle mue en L4, après elle migre vers les poumons au bout de 12 jours
- les larves sont transportées avec les mucus dans la trachée puis avalées.
- Dans l'intestin grêle, ils muent en adultes. Ils vivent de 6 à 18 mois.

- Ils sont extrêmement résistants aux produits chimiques puissants et aux basses températures, mais sont détruits par dessiccation.
- Naturellement, les enfants qui jouent par terre sont les plus à risque et les plus gravement infectés, bien que l'ascariose survienne souvent sous forme d'infections familiales.



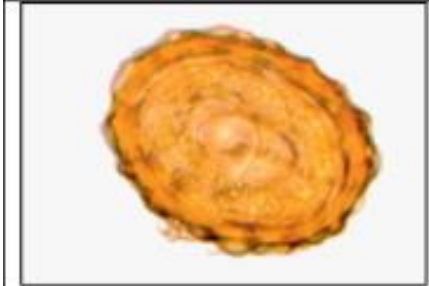
Egg fertile roundworm *Ascaris*
40–80 μm $\times$ 25–50 μm



Ascaris egg, four-cell stage



Ascaris egg. With eight or more cells



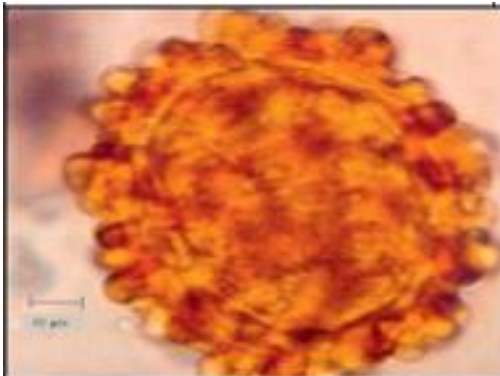
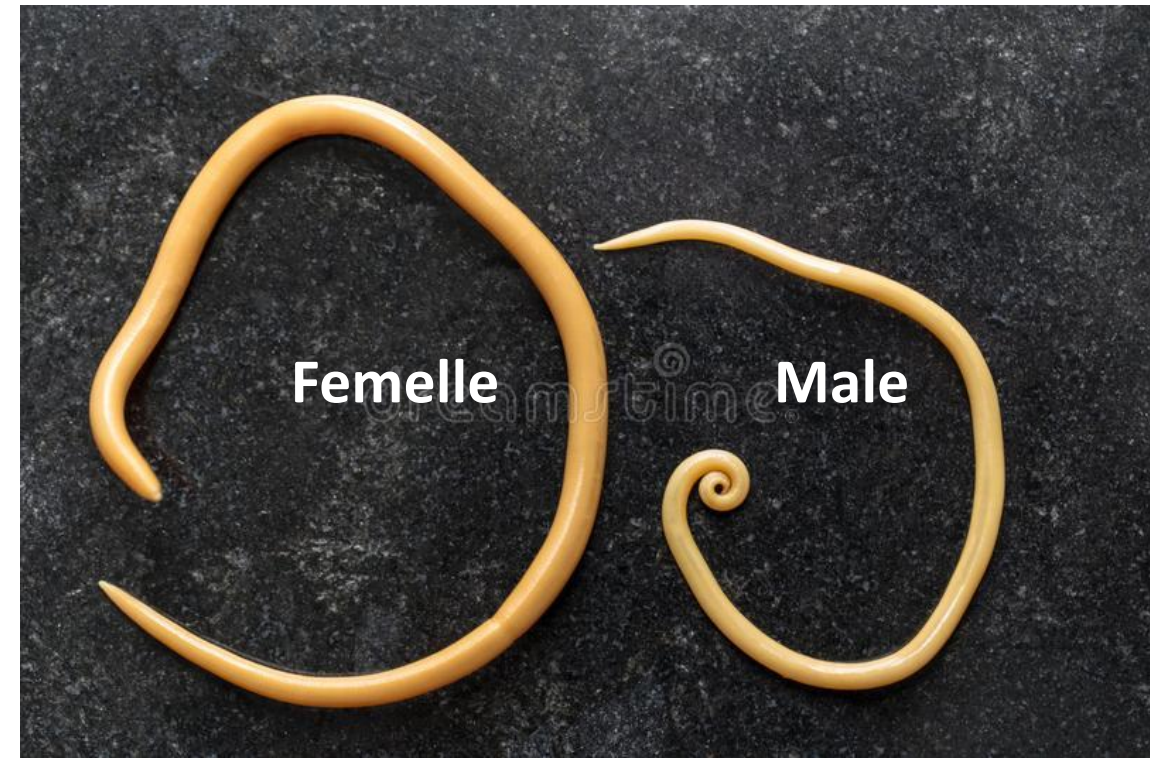
Ascaris egg with a young worm (200–300 $\times$ 14 μm)



Ascaris egg, the shell loses resistance to allow hatching



Ascaris egg hatching



Nonfertile *Ascaris* egg
80–90 μm $\times$ 30–40 μm



**L3 dans
une gaine**



**Extrémité
distale du
mâle avec
les deux
spicules.**



**Région de la tête à trois
lèvres et ouverture
buccale**

g) Ascaris suum

- Le gros ascaris **des porcs**, il est présent chez un pourcentage élevé de porcs, même lorsqu'un traitement anthelminthique approfondi est administré.
- La biologie, la morphologie et la pathologie sont essentiellement **les mêmes que chez *A. lumbricoides***. *A. suum* est considéré comme une espèce sœur d'*A. lumbricoides*.

h) Toxocara canis

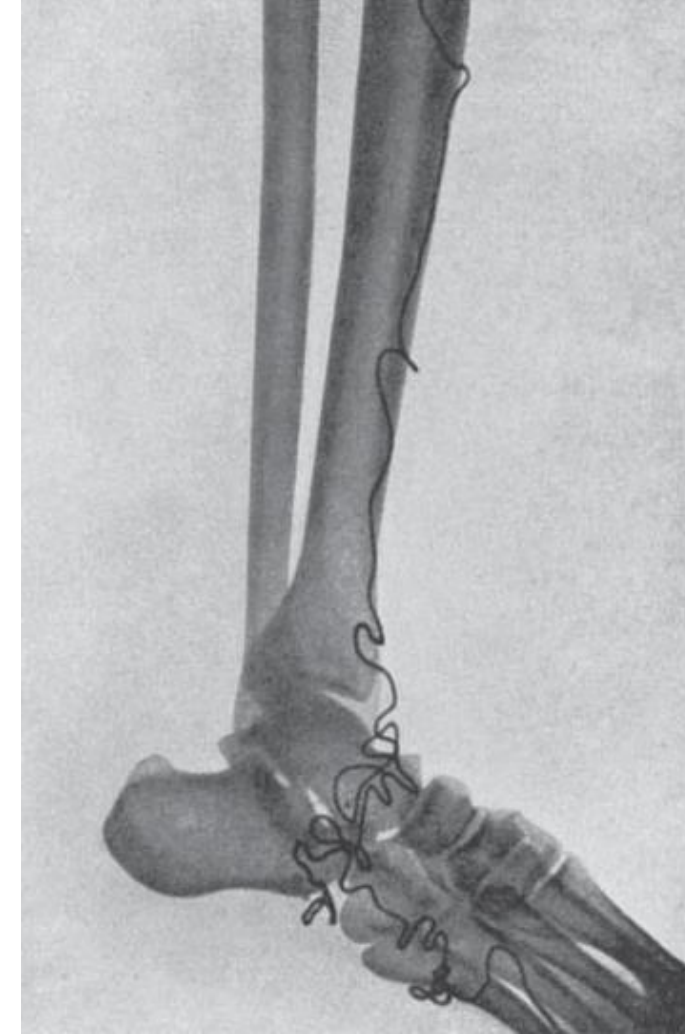
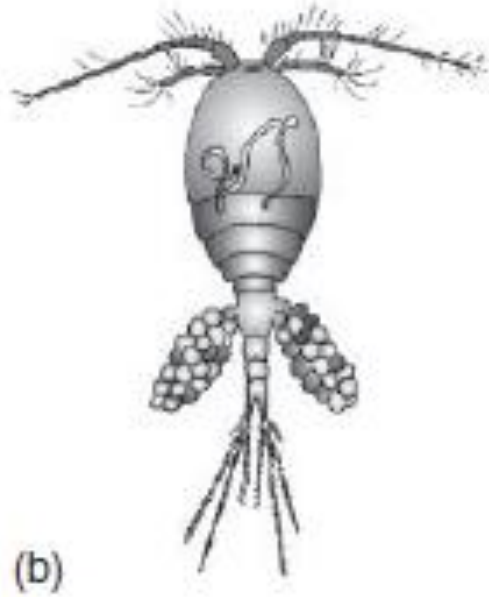
- Le ver rond **du chien** *T. canis* fait également partie **de la famille des Ascaridae** et a une distribution mondiale.
- Elle est d'une importance médicale, car **chez l'homme** (hôtes paraténiques), les larves peuvent causer des dommages, en particulier aux yeux.
- Les femelles mesurent 6,5 à 10 cm, les mâles 4 à 6 cm de long.
- Les œufs mesurent 75 à 90 µm et ont une surface en forme de filet.

h) Anisakis simplex and Anisakis spp.

- Les **vers du hareng** ont une certaine importance pour l'hygiène alimentaire, les humains peuvent être des hôtes intermédiaires lorsqu'ils mangent des plats **de poissons crus**.
- Les vers adultes habitent **les mammifères marins** tels que les baleines, les phoques ou les dauphins. Les œufs embryonnent dans l'eau de mer et libèrent une larve de deuxième stade.
- **Certains crustacé** sont les hôtes intermédiaire (développement en L3 -2 à 3 cm-)
- Suite à l'ingestion de poisson contaminé, des nausées et des vomissements peuvent survenir en quelques heures et les larves peuvent être régurgitées.
- Si les larves pénètrent dans l'estomac ou la paroi intestinale, des symptômes intestinaux graves peuvent survenir 1 ou 2 semaines plus tard

i) *Dracunculus medinensis*

- Le ver de Guinée qui cause **la dracunculiose**, une maladie tropicale entièrement éradiquée, mais aucune preuve n'assure la disparition du parasite.
- Le L3 et le L4 infectieux de *D. medinensis* migrent à travers le corps humain jusqu'à ce qu'ils atteignent la maturité sexuelle. Dans leur destination finale, les vers mâles, qui ne mesurent que 30 à 40 mm de long, meurent après avoir fécondé les femelles.
- **Les femelles sont vivipares** très longues et filiformes, mesurant 0,8 à 1 m
- La femelle vit dans **le tissu sous-cutané**, principalement dans les extrémités.
- Un an après l'infection, la femelle induit une cloque sur la peau de l'hôte, juste au-dessus de la vulve dans la région de la tête de la femelle. La vésicule contient des milliers de L1 et éclate **au contact de l'eau**. L'ampoule se transforme alors en un ulcère qui libère des larves chaque fois qu'elle est immergée dans l'eau. Ingéré après par de petits **crustacés**



***Dracunculus medinensis*.** (a) L1 libéré dans l'eau. (b) L3 dans la cavité corporelle d'un copépode.
(c) Extraction d'un ver femelle.

j) *Enterobius vermicularis*

- C'est un **Oxyure** de la famille des Oxyuridae contient des nématodes **de taille moyenne**, des parasites du tube digestif des invertébrés et principalement des vertébrés herbivores, avec un cycle de vie direct à hôte unique.
- La larve infectante se développent dans le milieu extérieur.
- Les oxyuridés se caractérisent par une forte extrémité postérieure pointue des femelles
- **C'est un parasite intestinal courant chez l'homme**, Il a une distribution mondiale avec environ 200 millions de personnes infectées, la plupart étant des enfants.
- Les femelles mesurent 8 à 13 mm de long, les mâles seulement 1 à 4 mm. Les mâles ont une bourse copulatrice tronquée et un minuscule spiculum de 70 µm.
- Les œufs mesurent 50–60 × 20–30 µm et sont aplatis sur un côté

3. Filariae

- Les nématodes de la superfamille Filarioidea sont communément **appelés filaires**.
- Les vers sont longs et filiformes, et **habitent les tissus ou les cavités corporelles**, mais jamais l'intestin.
- **Ils ne pondent pas d'œufs** mais donnent naissance à des larves appelées microfilaires.
- Celles-ci sont transmises par des arthropodes suceurs de sang, principalement par des insectes (rarement par des acariens).
- Alors que **la famille des Filariidae** contient des parasites d'importance vétérinaire, **les Onchocercidae** comprennent tous les parasites filaires humains importants (Les filarioses humaines).
- Les vers adultes ont une longue durée de vie

a) *Wuchereria bancrofti* et *Brugia malayi*:

- Elles se produisent en Asie, cause la filariose lymphatique de l'homme pied d'éléphant).
- Elles sont transmises par des espèces de moustiques des genres *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Mansonia* et (uniquement pour *W. bancrofti*) *Coquillettidia*,
- Les adultes de *W. bancrofti* et de *B. malayi* sont très similaires.
- Les femelles mesurent 65–100 mm de long et 0,2–0,3 mm d'épaisseur, les mâles sont plus petits et mesurent $40 \times 0,1$ mm.
- Les microfilaires des deux espèces peuvent être différenciées sur des frottis sanguins. Elles sont gainées et mesurent 290 μm (*W. bancrofti*) et 222 μm (*B. malayi*).

b) Onchocerca volvulus

- Cette espèce est **l'agent causal de la cécité des rivières chez l'homme** et est présente en Afrique, en particulier dans le bassin de la Volta, moins fréquemment vers l'est jusqu'au Soudan et en Tanzanie, et au sud jusqu'en Angola
- Les hôtes intermédiaires d'*Onchocerca volvulus* sont les nématocères diptères de la famille des Simuliidae, **les mouches noir**
- La vie d'un ver femelle sont de 20 à 70 cm et dure de 9 à 11 ans
- Les mâles mesurent de 3 à 12 cm de long

c) *Loa loa* et *Dirofilaria immitis*

- *Loa loa* également appelé ver oculaire africain,
- Transmis par deux espèces **de mouches** à chevreuil (Tabanidae) du genre *Chrysops*, *Chrysops silacea* et *Chrysops dimidiata*, également appelées mouches à mangue ou mouches à palétuviers
- Les femelles mesurent 57 mm, les mâles 34 mm.
- *Dirofilaria immitis*, le ver du cœur
- Il vit dans les artères pulmonaires et parfois dans le ventricule droit du cœur de son hôte définitif, **le chien (chat)**.
- Transmis par **les moustiques** (*Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, *Mansonia*)
- Les femelles adultes mesurent de 230–310 mm de long