Document téléchargeable sur le site
https://www.svt-tanguy-jean.com/

EPLEFPA Dijon Quetigny Plombières-lès-Dijon
Site de Quetigny (21) • LEGTA Olivier de Serres
Classe préparatoire ATS (Adaptation Technicien Supérieur) Biologie
Préparation des Concours agronomiques et vétérinaires (voie C)

ENSEIGNEMENT DE BIOLOGIE • TRAVAUX PRATIQUES
Partie A. L'unité et la diversité du monde vivant

TP A11

Étude pratique des relations interspécifiques

Objectifs : extraits du programme

TP A11 : Les interactions interspécifiques (2h) **- Organisation morphologique et cycle de reproduction de *Dicrocoelium dendriticum*** **- Organisation des nodosités et étude de la symbiose Rhizobium-Fabacées**	Pour comprendre les interactions interspécifiques et les conséquences pour les partenaires, étudier les organisations et adaptations existantes.

Introduction

Parmi les relations entre être vivants, on peut distinguer les **relations intraspécifiques** qui ***s'établissent entre congénères d'une même espèce*** et les **relations interspécifiques** qui ***s'établissent entre individus d'espèces différentes***. Le programme invite à étudier, au travers d'**exemples** bien précis, certaines de ces **relations interspécifiques**.

Le programme invite à étudier spécifiquement dans ce TP **deux exemples de relations interspécifiques** :

- Un exemple de **parasite animal** : il s'agit de la **Petite Douve**, un **Plathelminthe** dont l'adulte parasite le foie de **Mouton** (un **Mammifère**).
- Un exemple de **relation symbiotique** : les **nodosités** qui sont des ***structures formées au sein de plantes Fabacées en association avec des Eubactéries (« Rhizobium »)***.

*Quelques **autres exemples de relations interspécifiques** sont évoqués dans **d'autres parties du programme** (virus, mycorhizes, herbivorie…), en **cours** et/ou en **TP**.*

Comment l'étude pratique d'échantillons concrets et de clichés nous permet-elle de comprendre la biologie d'un parasite (la Petite Douve) et d'une association symbiotique (la nodosité racinaire) ?

I. Étude de la Petite Douve du foie de Mouton, un organisme parasite

A. Classification de la Petite Douve du foie de Mouton *Dicrocoelium dentriticum*, un Plathelminthe parasite

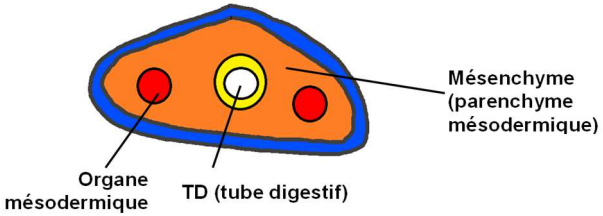
- La **Petite Douve du foie de Mouton** (ainsi nommée, bien qu'elle puisse parasiter d'autres Mammifères) a pour nom scientifique ***Dicrocoelium dentriticum*** ou *Dicrocoelium lanceolatum*. Elle appartient à l'embranchement des **Plathelminthes** (tableau I) notamment caractérisé par l'**état acœlomate** et la présence d'un **orifice digestif unique**. Beaucoup de ces organismes sont **parasites**.

TABLEAU I. Position systématique de *Dicrocoelium dentriticum* (= *Dicrocoelium lanceolatum*).

*Attention, le **cœlome** et les caractères qui y sont associés ont été **perdus** par les **Plathelminthes**, (contrairement à la vision traditionnelle de l'évolution animale qui prétendait que l'état acœlomate était « primitif » par rapport à l'état cœlomate).*

En jaune : ce qui peut se montrer sur un **échantillon adulte**.

Groupe (Nom scientifique) [Rang fréquent]	Caractéristiques [listing : caractères dérivés]
Animaux = Métazoaires (Animalia = Metazoa) [Règne ou sous-règne]	*Organisme **pluricellulaire** (décelable par la présence d'**organes différenciés**) **hétérotrophe** (décelable par la présence d'un **orifice buccal**) dont les cellules sont différenciées en tissus (se déduit là-encore de la présence d'**organes différenciés**)* • Présence de **collagènes**, **fibronectines**, **intégrines** • **Spermatozoïde** à organisation particulière • Présence de **desmosomes** • La **méiose** donne directement de **gamètes** et non de spores • La **méiose femelle** ne donne qu'**un seul gamète** ; les autres cellules (**globules polaires**) dégénèrent
Bilatérien (Bilateralia) = Triploblastiques = Triblastiques	• **Symétrie bilatérale** • **Triploblastie** : ***trois feuillets embryonnaires*** (endoderme, mésoderme, ectoderme) • Tête présente (parfois perdue) • **Blastopore** donnant un **orifice digestif** • **Synapses cholinergiques** fondamentalement **unidirectionnelles** • Présence d'un **système nerveux central** • Présence de **gènes homéotiques *Hox*** groupés en complexes • Présence *ancestrale* probable d'un **cœlome** (même si celui-ci a pu être secondairement perdu par certains groupes, comme ici) : ***cavité liquidienne limitée par des parois mésodermiques formée aux étapes précoces du développement embryonnaire et qui perdure chez l'adulte de manière variable selon les groupes concernés***
Protostomiens (Protostomia)	• **Protostomie** : ***le blastopore donne la bouche*** (étym. « bouche en premier »)

	• **Cœlome** formé par ***creusement de masses mésodermiques existantes*** (**schizocœlie**) – ici **disparu secondairement** ! • **Hyponeurie** : ***chaîne nerveuse ventrale*** • **Squelette externe = exosquelette** parfois remplacé par un **hydrosquelette** (*c'est ici le cas*).
Lophotrochozoaires (Lophotrochozoa)	• *Arguments moléculaires uniquement*.
Parenchymiens = Acœlomates [Superembranchement ?]	• **État acœlomate** : ***présence d'un tissu du remplissage mésodermique nommé parenchyme ou mésenchyme***. Le cœlome a probablement été perdu par ces organismes.  ***Coupe simplifiée d'Acœlomate***
Plathelminthes (Platyhelminthes) [Embranchement]	Aussi appelés **Vers plats**. • **Tube digestif** à **un seul orifice**.
Trématodes (Trematoda) [Classe] *Groupe dont la monophylie est fortement contestée*	*Vers parasites caractérisés par la présence d'une ou plusieurs* ***ventouses de fixation***.

B. Étude pratique du cycle de développement

- Le cycle de l'animal (revoir le chapitre 10) comprend deux **hôtes intermédiaires** (***hôtes transitoires par lequel un parasite transite sans construire son plan d'organisation complet, le développement étant inachevé***), un **Gastéropode** et une **Fourmi**, et un **hôte définitif** (***hôte final dans lequel un parasite atteint son développement complet et son plan d'organisation typique***), le **Mouton**.
- L'animal présente **deux formes libres** : les **œufs** et les **cercaires** (***état larvaire produit dans un hôte intermédiaire***).

Comment l'étude de clichés de stades variés et l'étude microscopique de lames de Petite Douve adulte nous renseigne-t-elle sur l'organisation de cet animal et son développement ?

Activité 1. Étude pratique de la Petite Douve du Foie

Savoirs à construire	Cycle de développement de la Petite Douve Organisation de la Petite Douve et relations structure-fonction

Savoir-faire sollicités	**Capacité ou attitude visée**	**Évaluation**
	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel ➢ Microscope	
	Analyser, observer et raisonner	

Travail à faire

1. **Étudiez** les différents clichés ci-dessous.
2. **Réalisez** l'observation microscopique de ***plusieurs*** lames de *D. dentriticum* (plusieurs car on voit rarement tout sur une seule ! Et la qualité peut varier d'une lame à l'autre…).

Pistes de réflexion et d'exploitation
Retrouvez *les structures présentées en cours et* ***complétez*** *les figures 1-8.*
Pensez à ***orienter*** *l'animal.*

Toutes les **explications descriptives et fonctionnelles** sont dans le **cours** (chapitre 10).

1. Les œufs, organes de résistance et de dissémination s'échappant des Mammifères par les excréments

FIGURE 1. Œuf de *Dicrocoelium dentriticum* (MO).
Taille env. *50 µm*. http://bioimage.free.fr/par_image/dicrocoelium_animg.htm
(consultation décembre 2015).

2. La larve miracidium, larve ciliée issue l'éclosion chez les Escargots

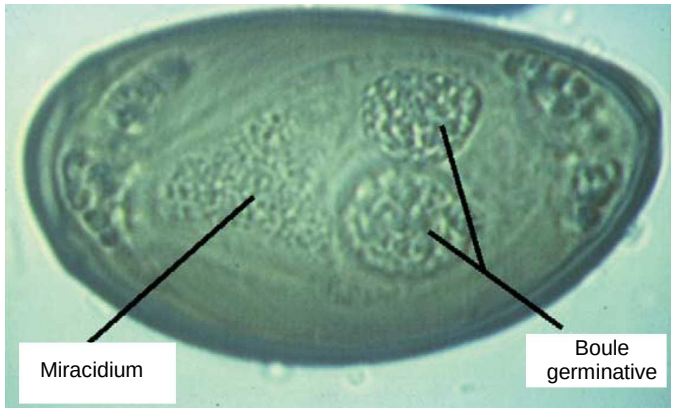


FIGURE 2. Stade miracidium de *Dicrocoelium dentriticum* dans l'œuf (MO).
Les **boules germinatives** semblent être des zones qui donneront des **sporocystes**.
Taille env. *50 µm*. D'après OTRANTO & TRAVERSA (2002).

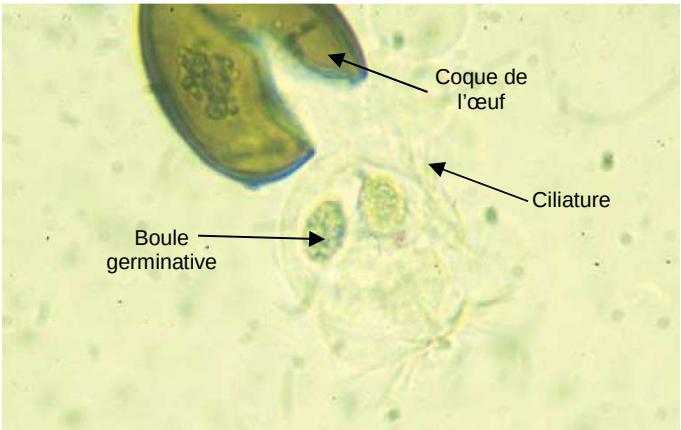


FIGURE 3. Stade miracidium (éclos) de *Dicrocoelium dentriticum*.
Taille env. *50 µm*. D'après OTRANTO & TRAVERSA (2002).

3. Les sporocystes puis les cercaires, états larvaires provenant du stade miracidium chez les Escargots

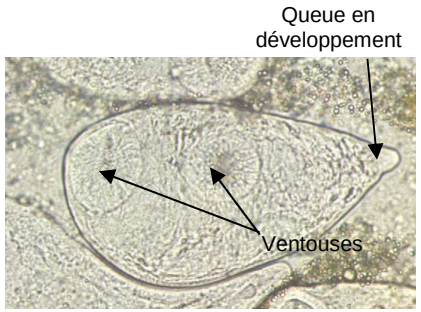


FIGURE 4. Stade sporocyste (à gauche) et gros plan sur une cercaire en cours de développement (à droite) de *Dicrocoelium dentriticum* (MO)
Taille env. *50 µm (à gauche)*. D'après OTRANTO & TRAVERSA (2002).

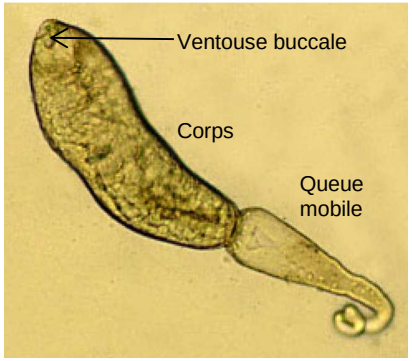


FIGURE 5. Cercaire de *Dicrocoelium dentriticum* (MO). Taille env. *50 µm*.
http://www.bariparasitology.it/pagina-Gallery.html (consultation décembre 2015).

4. Des cercaires aux métacercaires chez la Fourmi

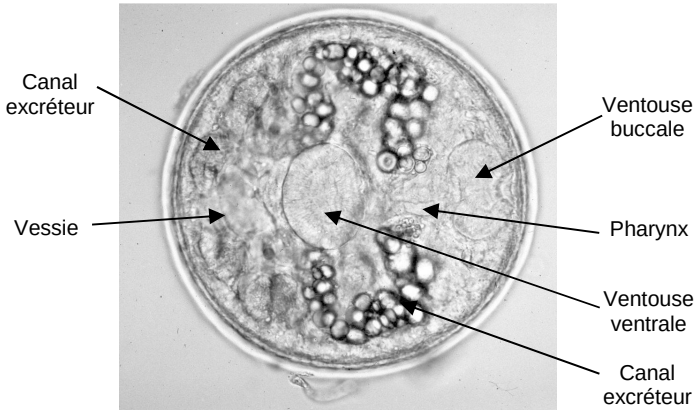
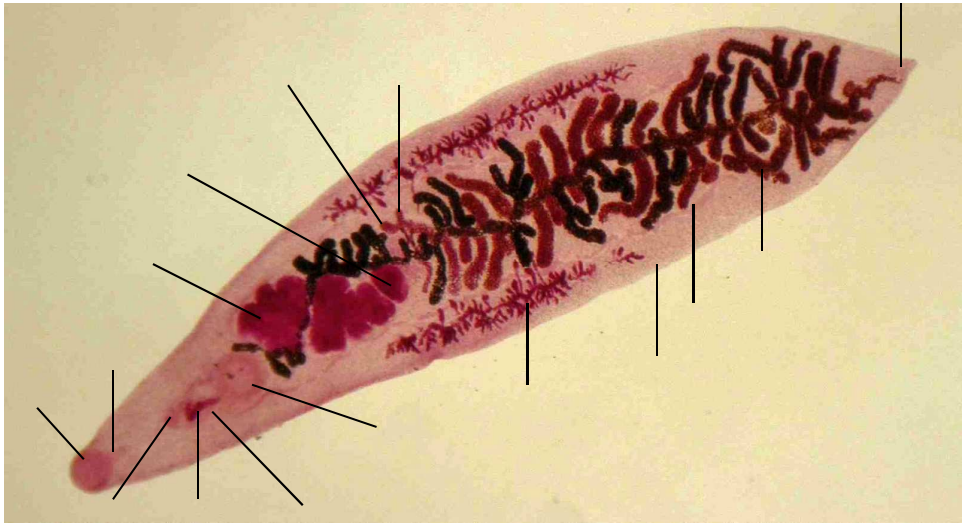
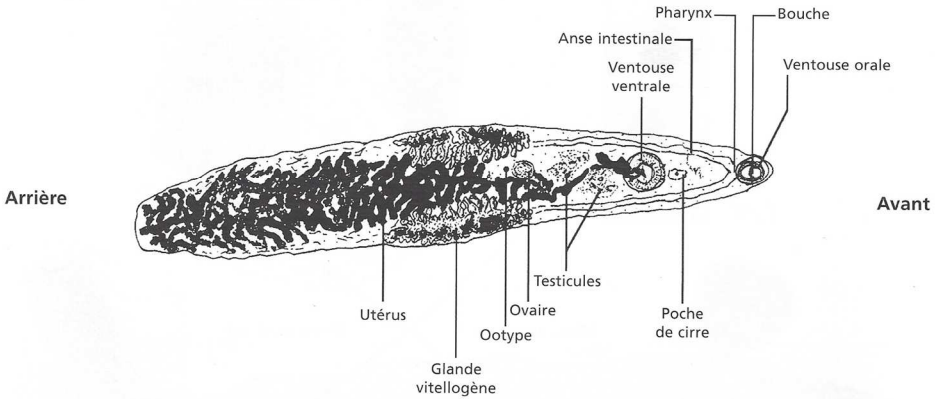


FIGURE 6. Métacercaire de *Dicrocoelium dentriticum* (MO). Taille env. *50 µm*.
https://www.studyblue.com/notes/note/n/trematodes/deck/8627973 (consultation novembre 2016).

5. Des métacercaires aux Douves chez le Mouton (ou autre Mammifère brouteur)



⮝ **FIGURE 7. Petite Douve en microscopie optique.**
http://www.cafe-sciences.org/billets/tag/manipulation-parasitaire (consultation décembre 2015).
Voir corrigé dans l'annexe.



Petite Douve (montage *in toto*), x 26.
Trématode parasite des canaux biliaires du Mouton, présentant une organisation voisine de celle de la *Grande Douve*.

⮝ **FIGURE 8. Petite Douve en cliché et dessin.** D'après HEUSSER & DUPUY (2002).

II. Organisation des nodosités et étude de la symbiose *Rhizobium*-Fabacées

A. Étude pratique d'une nodosité racinaire

Comment s'organisent les nodosités ?

Activité 2. Étude pratique de la symbiose *Rhizobium*-Fabacées

Savoirs à construire	Organisation des nodosités, localisation et visualisation des bactéroïdes

	Capacité ou attitude visée	Évaluation
Savoir-faire sollicités	Maîtriser un outil, un geste technique, un logiciel ➢ Microscope ➢ Coloration, frottis, montage microscopique	
	Analyser, observer et raisonner	

Plusieurs méthodes sont possibles pour **étudier une nodosité** (figure 9) (*pensez à faire une petite manipulation dessus si vous en avez le jour du concours*) :

1. **Observation directe** d'une **lame du commerce**.
2. **Coupe longitudinale** (voir figure 12 1.23) ou **transversale** (voir figure 11 1.20) d'une nodosité et **coloration (érythrosine, bleu de méthylène…)** de la coupe. Puis **observation sous loupe binoculaire** d'abord puis **sous microscope** (nécessité de réaliser une coupe très fine).
3. Observation d'un **écrasé de nodosité** (*pratique quand on est pressé et qu'on ne peut pas forcément produire une coupe fine !*). Pour cela :
   - ➢ **Choisissez** une nodosité volumineuse et si possible **colorée en rose** (ce qui indique la présence de leghémoglobine et donc de la symbiose).
   - ➢ **Coupez**-la au scalpel et **récupérez** la partie centrale rosée que vous **écraserez** et **étalerez** entre deux lames.
   - ➢ **Fixez** à l'alcool puis **colorez** généreusement (érythrosine, bleu de méthylène… Gram si vous avez du temps).
   - ➢ Après 30 s, **rincez** sous un filet d'eau puis **séchez sans frotter** avec du papier absorbant ou à la chaleur.

La taille des bactéroïdes impose de les **observer à l'immersion**.

Pistes de réflexion et d'exploitation
***Légendez** les figures 10 et 13.*

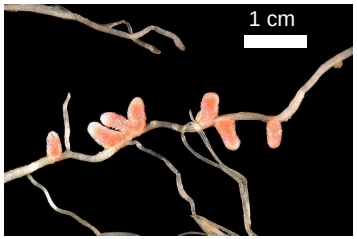


FIGURE 9. Nodosités à la loupe binoculaire. D'après BOUTIN *et al.* (2015).

Les Fabacées présentent fréquemment une symbiose avec une bactérie du genre *Rhizobium*. Le terme *Rhizobia* regroupe l'ensemble des bactéries en interaction avec la racine (*rhizo-*) des plantes ; il s'agit donc d'un groupe polyphylétique de protéo-bactéries.

Les *Rhizobium* sont des **hétérotrophes au carbone** mais **autotrophes à l'azote** : elles sont capables de fixer le diazote atmosphérique.

Lors de la formation des racines, un véritable dialogue moléculaire se met en place entre la plante et la bactérie, ce qui a pour conséquence d'orienter spécifiquement la croissance de la plante et conduit à la formation d'une structure spécifique : la **nodosité** (photo C). Sous la zone méristématique (zone I), les cellules sont infectées par les bactéries (zone II) ce qui forme la zone de symbiose fixatrice de diazote (zone III).

Au niveau de la zone d'infection (photo D), les bactéries sont abondantes dans le cytoplasme au sein de vésicules d'endocytose : ces structures sont nommées **symbiosomes**, et les bactéries prennent le nom de **bactéroïdes**. Elles peuvent conserver la même forme que lorsqu'elles sont dans le sol, mais présentent parfois une différenciation (changement de forme important et augmentation de taille). Chez certaines Fabacées comme le Soja (*Glycine max*), des cellules compagnes localisées à côté des cellules infectées jouent un rôle similaire aux cellules compagnes du phloème (photo D).

Les nodosités apparaissent roses (photo C) du fait de la présence de **leghémoglobine** au niveau de la zone III. Synthétisée en partie par la plante, cette molécule place les bactéries en micro-aérobie : elle permet d'abaisser le taux de dioxygène qui est un inhibiteur de la nitrogénase et donc, de favoriser la fixation du diazote.

En terme de symbiose, la plante fournit des composés carbonés et un lieu de prolifération pour les bactéries ; en retour, celles-ci exportent l'azote fixé, qui peut ainsi couvrir plus de 90 % des besoins de la plante.

La symbiose est ici facultative. Si le sol est riche en azote, la plante ne développera que peu de nodosités, même en présence d'une importante quantité de *Rhizobium*.

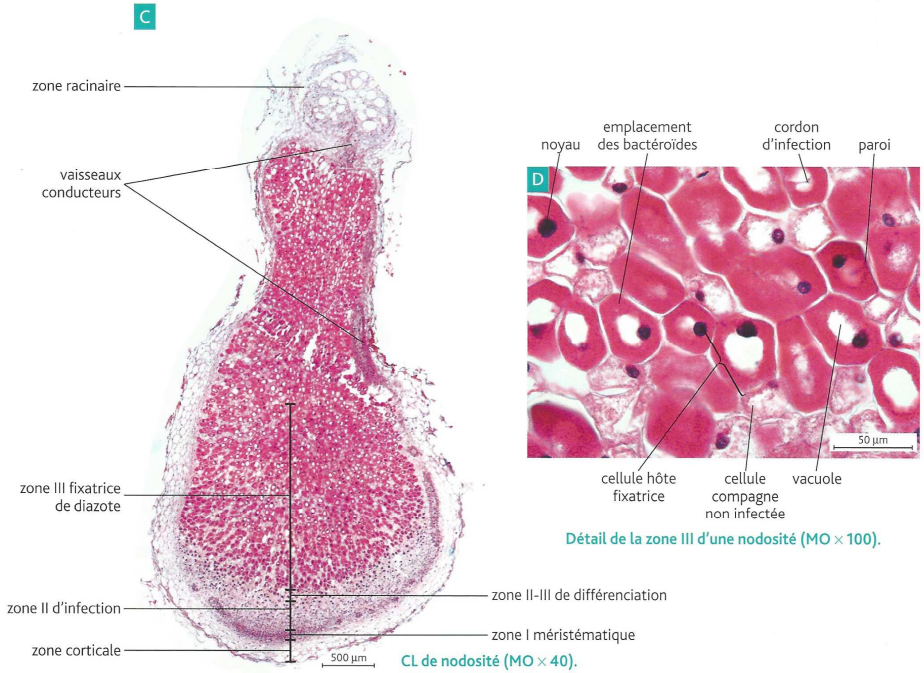
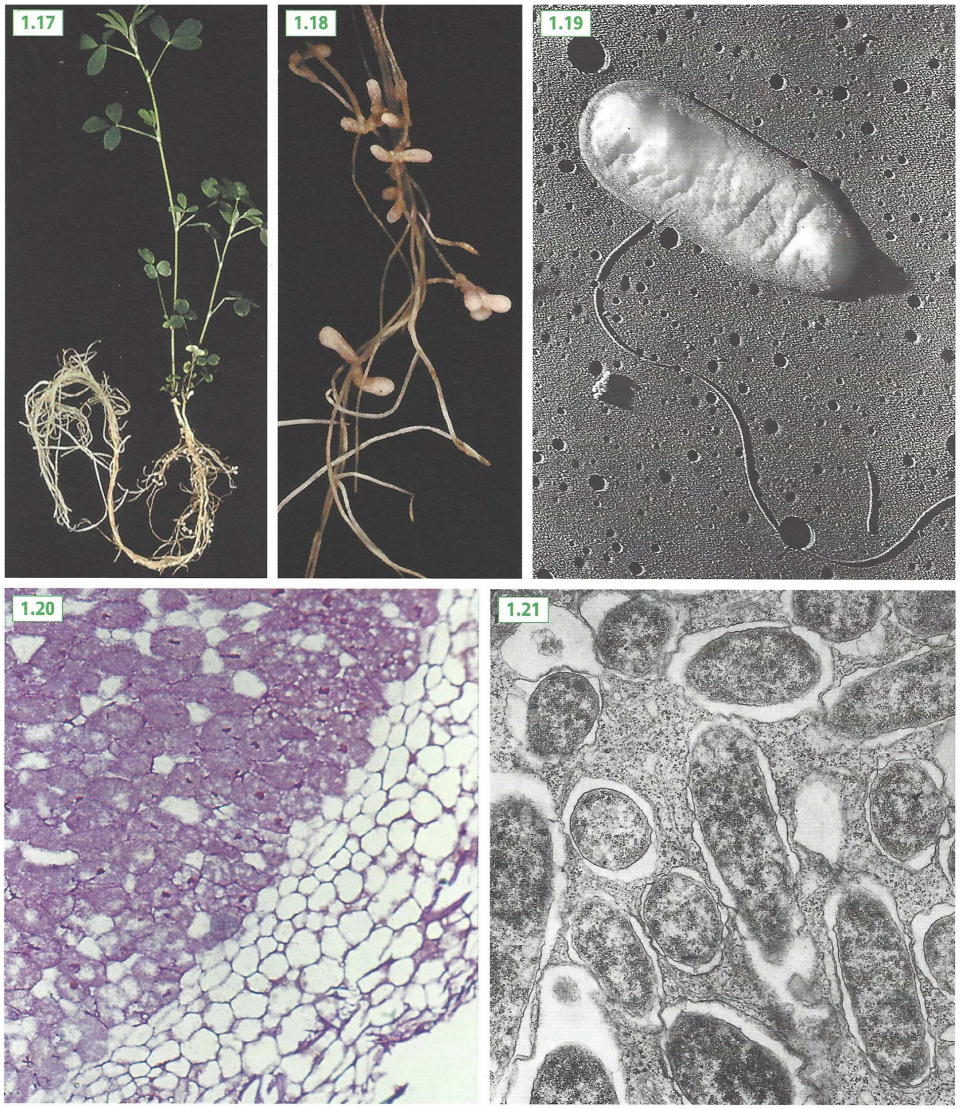
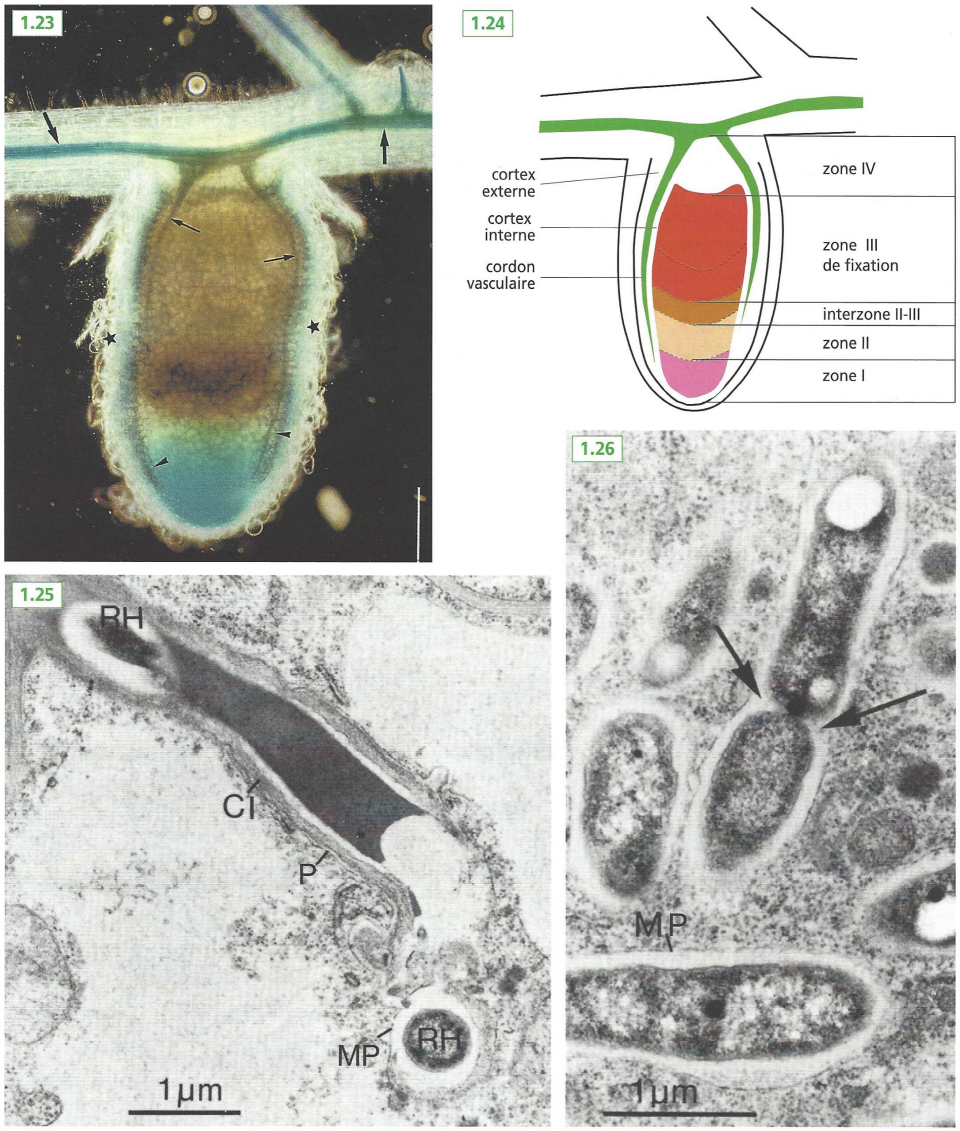


FIGURE 10. Nodosités au microscope optique. D'après BOUTIN *et al.* (2015).



1.17 Plant de *Medicago sativa* (luzerne) nodulé par *Sinorhizobium meliloti*, 20 jours après l'inoculation (Frugier et Crespi, 2002). 1.18 Gros plan sur les nodules de luzerne (Frugier et Crespi, 2002). 1.19 *Azorhizobium caulinodans* à l'état libre observé au microscope électronique à balayage (Elmerich, 1982) (× 50 000). 1.20 Coupe transversale de nodule de *Sesbania*, avec au centre, le tissu central infecté et, à la périphérie, le cortex (× 400). 1.21 Détail du tissu central avec de nombreux bactéroïdes inclus dans leur membrane péribactéroïde (× 20 000). (Gourret et Arias, 1974).

FIGURE 11. Nodosités avec des détails en microscopie.
D'après DUHOUX & NICOLE (2004).



1.23 Nodule de luzerne âgé de 3 semaines, petites flèches et pointes, cordons vasculaires du nodule ; larges flèches, vascularisation de la plante ; astérisque, cortex nodulaire. Échelle : 0,5 µm, Truchet et coll., 1989. 1.24 Schéma correspondant à la figure 1.23. 1.25 Cordon d'infection (CI) dans le nodule de *Sesbania rostrata*, déversant un *Rhizobium* (RH). Le *Rhizobium* s'entoure de la membrane plasmique (P) qui devient la membrane péribactéroïde (MP), Duhoux, 1984. 1.26 Division (flèches) d'un bactéroïde, Duhoux, 1984.

FIGURE 12. Zonation des nodosités, cordon d'infection (MET) et bactéroïdes (MET).
D'après DUHOUX & NICOLE (2004).

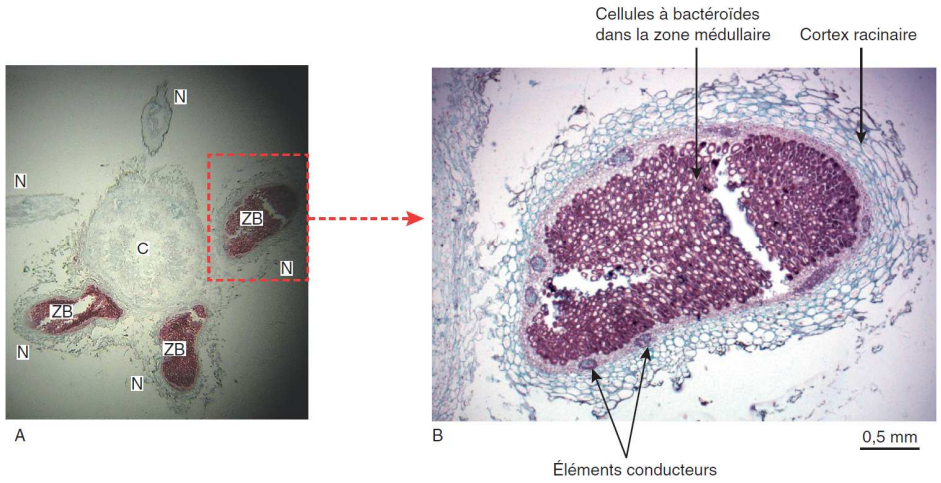


Figure
Coupe transversale d'une racine ayant développé des nodosités contenant des bactéries du genre *Rhizobium*

A. Vue générale de la coupe transversale. Trois nodosités ont été sectionnées dans leur partie centrale (zone avec les cellules à bactéroïdes bien visibles), deux autres ont été sectionnées à leur extrémité.
C : cylindre central de la racine ; N : nodosité ; ZB : zone des cellules à bactéroïdes.
B. Détail d'une nodosité. Les cellules de teinte rouge sont les cellules du cortex racinaire hébergeant les bactéroïdes. Les espaces vides dans la zone à bactéroïdes sont des craquelures liées à la préparation histologique.

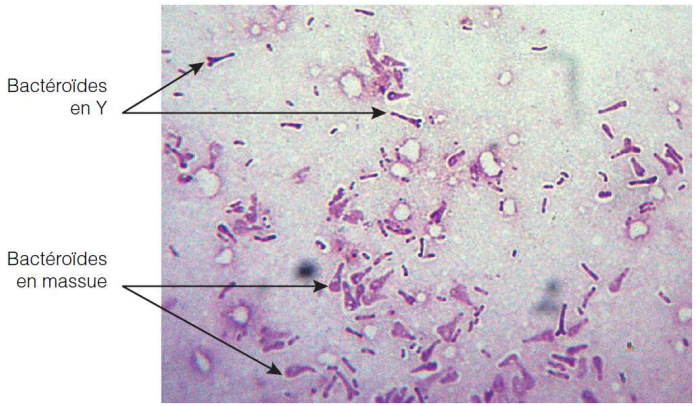
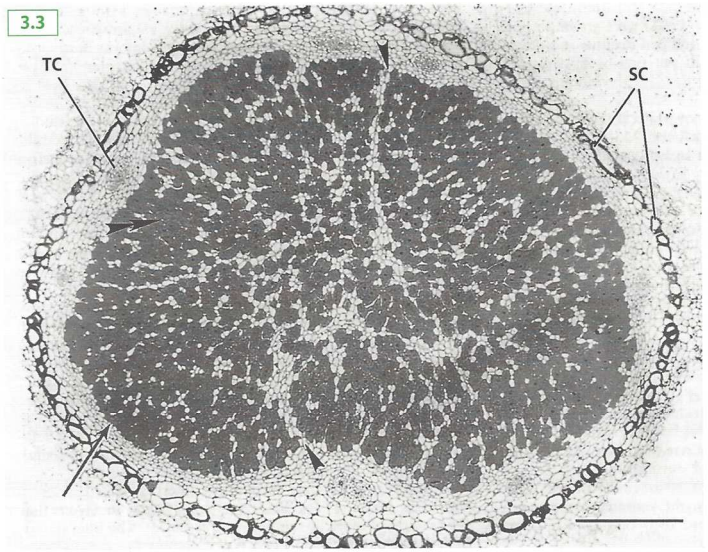


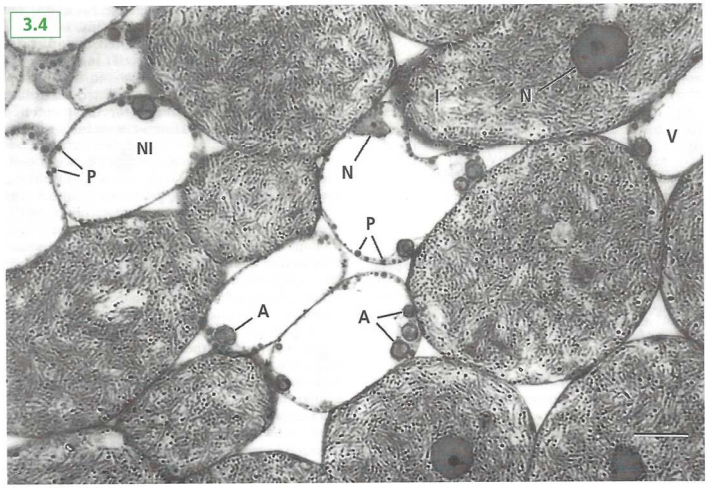
Figure
Bactéries du genre *Rhizobium* colorées par un test de Gram après dissociation d'une nodosité et étalement de son contenu (frottis)

FIGURE 13. Nodosités et bactéroïdes au microscope optique. D'après SEGARRA *et al.* (2015).

B. Nodule déterminé vs. indéterminé [*pour information ?*]



Coupe transversale de nodule de type déterminé : le soja. Une assise de cellules sclérenchymateuses (SC) sépare le cortex interne du cortex externe. Les tissus conducteurs (TC) sont à la périphérie du tissu central constitué de cellules infectées (doubles flèches) et de cellules non infectées (simples flèches). Échelle : 0,5 mm (Selker et Newcomb, 1985).



Structure du tissu central du nodule de soja. Il est constitué de cellules infectées (I) et de cellules non infectées (NI) par les bactéroïdes. A, amidon ; N, noyau ; P, peroxysome ; V, vacuole (Selker et Newcomb, 1985). Échelle : 10 µm.

FIGURE 14. Nodule déterminé [*pour information*]. D'après DUHOUX & NICOLE (2004).

Références

ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS & P. WALTER (2004). *Biologie moléculaire de la cellule. Quatrième édition.* Traduction de la quatrième édition américaine (2002) par F. LE SUEUR-ALMOSNI. Flammarion, Paris. Première édition américaine 1983 (1986 1e édition française).

BAUTZ, A.-M. & A. BAUTZ (coll. D. CHARDARD) (2010). *Mini-manuel de Biologie animale*. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2007).

BEAUMONT, A. & P. CASSIER (1998). *Travaux pratiques de biologie animale. Zoologie, embryologie, histologie.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 1970).

BEAUMONT, A. & P. CASSIER (1983). *Biologie animale. Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens. Tome **2**.* Dunod, Paris, 3e édition.

BERTHET, J. (2006). *Dictionnaire de Biologie.* De Boeck Université, Bruxelles (Belgique).

BOUJARD, D. (dir). B. ANSELME, C. CULLIN & CÉLINE RAGUÉNÈS-NICOL (2015). *Biologie cellulaire et moléculaire. Tout le cours en fiches. Licence. PACES. CAPES.* 2e édition (1e édition 2012), Dunod, Paris.

BREUIL, M. (2007). *Biologie 1re année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

BREUIL, M. (2009). *Biologie 2e année BCPST-véto.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

CAMPBELL, N. A. & J. B. REECE (2004). *Biologie*. De Boeck Université, Bruxelles, 2e édition (1e édition 1995).

[CAMPBELL, N. A.], J. B. REECE, L. A. URY, M. L. CAIN, S. A. WASSERAMN, P. V. MINORSKY, R. B. JACKSON (2012). *Campbell Biologie.* Adaptation française J. FAUCHER & R. LACHAÎNE. Pearson, Paris (4e edition).

CASSIER, P., R. LAFONT, M. DESCHAMPS, M. PORCHET & D. SOYEZ (1998a). *La reproduction des invertébrés. Stratégies, modalités et régulation. Intérêt fondamental et appliqué.* Masson, Paris.

CASSIER, P., G. BRUGEROLLE, C. COMBES, J. GRAIN & A. RAIBAUT (1998b). *Le parasitisme. Un équilibre dynamique.* Masson, Paris.

CHASSANY, V., M. POTAGE & M. RICOU (2012). *Mini manuel de Biologie végétale.* Dunod, Paris.

COMBES, C. (1995). *Interactions durables. Écologie et évolution du parasitisme.* Masson, Paris.

COMBES, C. (2001). *L'Art d'être parasite. Les Associations du vivant.* « Champs », Flammarion, Paris, 362 pages.

DENŒUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). *Biologie-Géologie BCPST-véto 1e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). *Biologie-Géologie BCPST-véto 2e année.* Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DUCREUX, G. (2002). *Introduction à la botanique.* Belin, Paris.

DUHOUX, É. & M. NICOLE (2004). *Biologie végétale. Associations et interactions chez les plantes.* Dunod, Paris.

GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). *Biologie-Géologie 1re année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

GRASSÉ, P.-P. & D. DOUMENC (1990). *Abrégé de Zoologie. **1**. Invertébrés.* Masson, Paris, 3e édition (1e édition 1979).

HEUSSER, S. & H.-G. DUPUY (2000). *Biologie animale. 2. Les grandes fonctions.* Dunod, Paris.

HEUSSER, S. & H.-G. DUPUY (2002). *Biologie animale. 1. Les grands plans d'organisation.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1998).

HICKMAN, Jr., C. P. & L. B. KATS (2006). *Laboratory Studies in Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill, 13e édition.

HICKMAN, Jr., C. P., L. S. ROBERTS, S. L. KEEN, A. LARSON, H. I'ANSON & D. J. EISENHOUR (2008). *Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill, 14e édition.

JULIARD, R. (2003). *La dicrocoeliose bovine : influence du parasitisme sur l'abuminémie.* Thèse de Doctorat vétérinaire, ENV Lyon – Université Claude Bernard, Lyon I.

LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse.* Ellipses, Paris.

LECOINTRE, G. & H. LE GUYADER (2009). *Classification phylogénétique du vivant*. Illustrations D. Visset. Belin, Paris, 3e édition (1e édition 2001).

LECOINTRE, G. & H. LE GUYADER (2013). *Classification phylogénétique du vivant. Tome 2. Plantes à fleurs. Cnidaires. Insectes. Squamates. Oiseaux. Téléostéens*. Belin, Paris.

MADIGAN, M. & J. MARTINKO (2007). *Brock. Biologie des micro-organismes.* Pearson Education France, Paris, 11e édition américaine (2006) traduite sous la dir. de D. PRIEUR.

MAISSIAT, J., J.-C. BAEHR & J.-L. PICAUD (1998). *Biologie animale. Invertébrés.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1996).

LAFON, C. (2003). *La biologie autrement. 100 questions de synthèse.* Ellipses, Paris.

LATRUFFE, N. (dir.), F. BLEICHER-BARDETTI & J. VAMECQ (2014). *Biochimie. Tout le cours en fiches. Licence. PACES-UE1. CAPES.* Dunod, Paris.

LE GUYADER, H. (dir.) (1998). *L'Évolution.* « Bibliothèque scientifique », Belin-Pour la Science, Paris, 192 pages.

MADIGAN, M. & J. MARTINKO (2007). *Brock. Biologie des micro-organismes.* Pearson Education France, Paris, 11e édition américaine (2006).

MILLER, S. A. & J. P. HARLEY (2015). *Zoologie*. De Boeck, Bruxelles.

MORÈRE, J.-L., R. PUJOL (coord.), J.-C. CALLEN, L. CHESNOY, J.-P. DUPONT, A.-M. GIBERT-TANGAPREGASSOM, G. RICOU, N. TOUZET (dir.) et colloborateurs (2003). *Dictionnaire raisonné de Biologie.* Frison-Roche, Paris.

MOROT-GAUDRY, J.-F. (1997). Sources et cycle de l'azote. *In* MOROT-GAUDRY, J.-F. (dir.). *Assimilation de l'azote chez les plantes. Aspects physiologique, biochimique et moléculaire.* INRA, Paris.

OTRANTO, D. & D. TRAVERSA (2002). A review of dicrocoeliosis of ruminants including recent advances in the diagnosis and treatment. *Veterinary Parasitology*, **107**: 315-335.

PEYCRU, P. (dir.), J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, B. AUGÈRE, J.-C. BAEHR, C. PERRIER, J.-M. DUPIN & C. VAN DER REST (2010a). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 2e édition (2009), réimpression corrigée (2010) (1e édition 2006).

PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010*b*). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2007).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER J.-F. FOGELGESANG, & C. VAN DER REST (2013). *Biologie tout-en-un BCPST 1re année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2006).

PEYCRU, P., D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, F. CARIOU, P. CARRÈRE, T. DARRIBÈRE, J.-M. DUPIN, C. ESCUYER, J.-F. FOGELGESANG, S. MAURY, É. QUÉINNEC, E. SALGUEIRO & C. VAN DER REST (2014). *Biologie tout-en-un BCPST 2e année.* Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2007).

RAVEN, P. H., G. B. JOHNSON, J. B. LOSOS, S. S. SINGER (2007). *Biologie*. De Boeck, Bruxelles.

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2012). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 2010).

RICHARD, D. (dir.), P. CHEVALET, S. FOURNEL, N. GIRAUD, F. GROS, P. LAURENTI, F. PRADÈRE & T. SOUBAYA (2015). *Biologie. Tout le cours en fiches. Licence. CAPES. Prépas*. Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 2010).

RICKLEFS, R. E. & G. L. MILLER (2005). *Écologie*. De Boeck, Bruxelles (B), XXII + 821 pages.

RIDET, J.-M., R. PLATEL & F. J. MEUNIER (1992). *Zoologie. Des Protozoaires aux Échinodermes.* Ellipses, Paris.

ROLAND, J.-C., A. & D. SZÖLLÖSI & J.-C. CALLEN (1993) (4e édition, 1974). *Atlas de biologie cellulaire.* Masson, 124 pages.

ROLAND, J-C., H. EL MAAROUF-BOUTEAU & F. BOUTEAU (2008*a*). *Atlas. Biologie végétale. **1**. Organisation des plantes sans fleurs, algues et champignons.* Dunod, Paris, 7e édition (1e édition 1980).

ROLAND, J-C., F. ROLAND, H. EL MAAROUF-BOUTEAU & F. BOUTEAU (2008*b*). *Atlas. Biologie végétale. **2**. Organisation des plantes à fleurs.* Dunod, Paris, 9e édition (1e édition 1977).

SEGARRA, J. (dir.), É. CHAUVET, C. COLSON-PROCH, M. HUILLE, M. LABROUSSE, F. LOUET, F. METZ & E. PIÈTRE (2014). *Biologie BCPST 1re année.* Ellipses, Paris.

SEGARRA, J. (dir.), G. BAILLY, O. CHASSAING, D. FAVRE, T. JEAN, F. METZ, C. MEUNIER & E. PIÈTRE (2015). *Biologie BCPST 2e année.* Ellipses, Paris.

SELOSSE, M.-A. (2000). *La symbiose. Structures et fonctions, rôle écologique et évolutif.* Vuibert, Paris.

SPERANZA, A. & G. L. CALZONI (2005). *Atlas de la structure des Plantes. Guide de l'anatomie microscopique des Plantes vasculaires en 285 photos.* Belin, Paris.

TIRARD, C., R. BARBAULT, L. ABBADIE & N. LOEUILLE, 2012. *Mini manuel d'Écologie.* Dunod, Paris.

TURQUIER, Y. (1989). *L'organisme dans son milieu. Précis de zoologie fonctionnelle. Tome **1**. Les fonctions de nutrition.* Doin, Paris.

VOISIN, A.-S., P. CELLIER & M.-H. JEUFFOY (2015). Fonctionnement de la symbiose fixatrice de N_2 des légumineuses à graines : impacts agronomiques et environnementaux. *Innovations agronomiques*, **43** : 139-160.

Plan du TP

Objectifs : extraits du programme **1**
Introduction **1**

I. Étude de la Petite Douve du foie de Mouton, un organisme parasite **1**
A. Classification de la Petite Douve du foie de Mouton Dicrocoelium dentriticum, un Plathelminthe parasite **1**
B. Étude pratique du cycle de développement **2**
1. Les œufs, organes de résistance et de dissémination s'échappant des Mammifères par les excréments 2
2. La larve miracidium, larve ciliée issue l'éclosion chez les Escargots 2
3. Les sporocystes puis les cercaires, états larvaires provenant du stade miracidium chez les Escargots 3
4. Des cercaires aux métacercaires chez la Fourmi 3
5. Des métacercaires aux Douves chez le Mouton (ou autre Mammifère brouteur) 4

II. Organisation des nodosités et étude de la symbiose Rhizobium-Fabacées **5**
A. Étude pratique d'une nodosité racinaire **5**
B. Nodule déterminé vs. indéterminé [pour information ?] **7**

Références **8**
Plan du TP **9**

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.
Document produit en décembre 2015 • Dernière actualisation : août 2017.
Contact : Tanguy.Jean4@gmail.com
Adresse de téléchargement : http://tanguyjean.businesscatalyst.com/

Ces données sont placées sous licence *Creative Commons Attribution – Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC* qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.