

**POUVREAU A. (1)**

**ROBERT P. (2)**

# **MALADIES ET PARASITES DES BOURDONS**

**Données scientifiques et techniques**

(1) Laboratoire de Neurobiologie Comparée des Invertébrés  
I.N.R.A. - C.N.R.S.  
91440 - Bures-sur-Yvette.

(2) Station de Recherches de Lutte Biologique.  
La Minière  
78285 - Guyancourt.

## I/ INTRODUCTION

Les Bourdons (Hymenoptera, *Apidae*, *Bombus* Latr. ), jouent un rôle très important dans la pollinisation des plantes, soit que l'on considère leur action vis-à-vis des productions végétales sur le plan agronomique (cultures fruitières, fourragères, maraîchères, florales, industrielles), soit que l'on mette en valeur leur action vis-à-vis de la flore sauvage, élément essentiel de l'équilibre biocénétique \*, en particulier des chaînes trophiques\*.

De nombreux essais d'utilisation des insectes comme agents pollinisateurs des cultures sous abris ont été effectués depuis plusieurs années dans un certain nombre de pays. La pollinisation dans les abris a pour but, soit de faciliter le travail des sélectionneurs et des généticiens cherchant à améliorer le rendement des plantes cultivées, soit de polliniser des cultures commerciales. Les Bourdons présentent une activité de butinage normale en confinement et constituent des agents très efficaces pour assurer la pollinisation d'un certain nombre de plantes cultivées sous abri.

Ainsi la culture de la tomate en serre exige, pour la pollinisation, la présence d'un nombre important de colonies de Bourdons, du fait de la durée de la période de floraison et du renouvellement des colonies pour assurer un travail efficace. Des élevages de masse de Bourdons ont donc été entrepris pour répondre aux demandes des serristes.

Dans les conditions naturelles, les colonies de Bourdons paient un tribut, parfois très lourd, aux prédateurs\*, aux parasites et aux maladies infectieuses. Si le contrôle des reines et des colonies au laboratoire permet d'éviter l'influence néfaste de nombreux parasites et des prédateurs, il en est autrement des maladies. Une colonie de Bourdons, avec sa population plus ou moins dense dans un volume restreint, où règnent des conditions thermiques et hygrométriques élevées, représente un milieu propice à l'apparition et à la diffusion d'épidémies.

La prolifération et la propagation d'agents pathogènes peuvent s'aggraver encore par la concentration dans une enceinte de reines ou de colonies d'élevage.

Notre objectif général est de tenter d'avoir une vue d'ensemble sur des phénomènes pathologiques ou parasitaires essentiels qui peuvent se produire dans les élevages de Bourdons et d'apprécier leurs principales répercussions sur le devenir de ces derniers.

## II/ DESCRIPTION ANATOMIQUE SOMMAIRE DES BOURDONS

La dispersion de certains parasites peut être générale dans le corps des Bourdons; par exemple, le nématode *Sphaerularia bombi*, occupe toute la cavité abdominale des reines après leur hibernation dans la nature. D'autres micro-organismes pathogènes ont leur siège au niveau d'un organe. Un certain nombre de maladies des Bourdons adultes revêtent le caractère d'infections intestinales. Il nous a donc paru utile de donner une description anatomique sommaire de ces insectes.

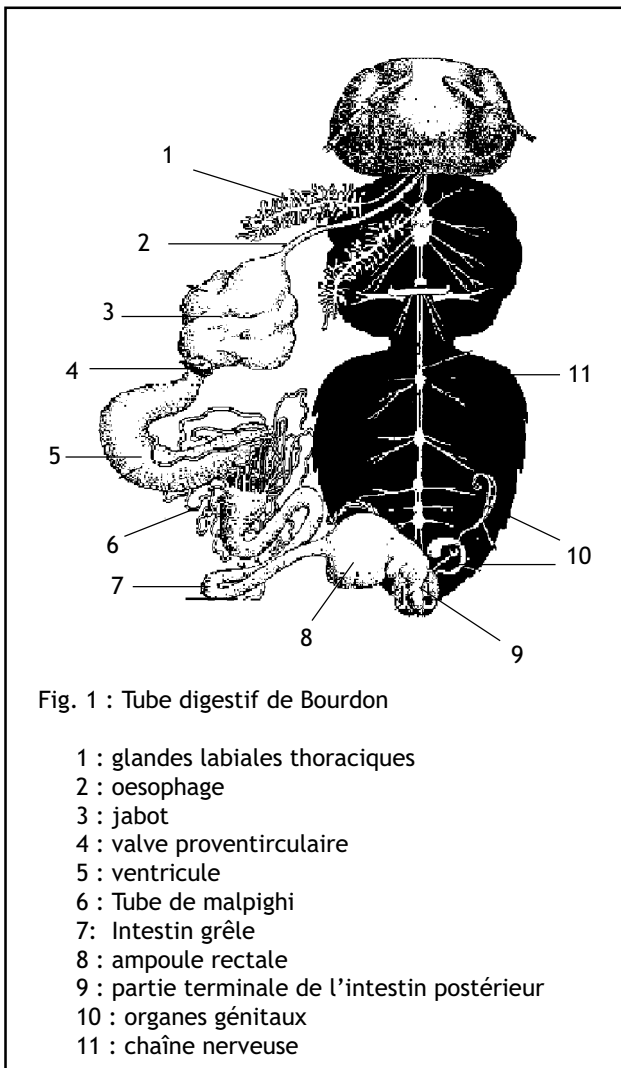
### A. L'appareil digestif (fig. 1)

Le tube digestif des Bourdons adultes, comme celui des insectes en général, est divisé en trois parties principales: l'intestin antérieur (ou stomodeum), l'intestin moyen (ou mésentéron) et l'intestin postérieur (ou proctodeum).

#### 1) L'intestin antérieur

Il se compose du pharynx, de l'oesophage et du jabot. Le pharynx est situé dans la tête; il est plus large que l'oesophage. Ces deux organes, en forme de tube, ont la même structure: sur une membrane basale repose un épithélium simple recouvert d'une couche de chitine\*. A l'extrémité de la membrane basale se trouvent des muscles circulaires et longitudinaux, plus développés au niveau du pharynx qu'à celui de l'oesophage, et qui peuvent dilater ou rétrécir le pharynx.

L'oesophage aboutit dans l'abdomen au jabot, organe en forme de poire qui présente la même structure et qui est très extensible, pouvant contenir jusqu'à 75 mm<sup>3</sup> chez l'ouvrière. Le jabot communique avec l'in-



testin moyen par l'intermédiaire d'un organe faisant office de soupape, la valve proventriculaire. Celle-ci comprend une sorte de tête en forme de coupe faisant saillie dans le jabot, et un tube qui lui fait suite, étroit et coudé à angle droit, conduisant dans la lumière de l'intestin moyen. Cette tête s'applique sur le jabot par ses quatre languettes dont les bords constituent une sorte de croix, et au dessous desquelles se trouvent quatre dépressions en forme de poche. Cette valve a pour rôle de retenir la nourriture (nectar) provisoirement emmagasinée dans le jabot et qui n'est pas destinée à l'alimentation du Bourdon, mais à la fabrication du miel ou à l'élevage du couvain.

## 2) L'intestin moyen

L'intestin moyen, est constitué par le proventricule et le ventricule (ou estomac). La disposition du proventricule est telle qu'il s'invagine, antérieurement, dans le jabot, et postérieurement, dans le ventricule.

Le ventricule est la partie la plus large du tube digestif. Il se présente comme un tube brunâtre, coudé en forme de U et situé dans la partie antérieure de l'abdomen. Sa longueur est variable: de 6 à 12 mm, parfois plus. Sa surface est plissée. Une couche musculaire externe, longitudinale, et une couche interne, transversale, assurent la progression du contenu intestinal. Le ventricule intervient dans les mécanismes de la digestion.

## 3) L'intestin postérieur

Il comprend l'intestin grêle, qui fait suite au ventricule, et l'ampoule rectale. C'est à la jonction de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur que débouchent les tubes de Malpighi\*, organes d'excrétion, au nombre de 125 à 150. Ces longs (environ 20 mm) tubes cylindriques (30 à 35  $\mu\text{m}$  de diamètre) forment une couronne autour de l'intestin. L'intestin grêle commence avec la valve pylorique, repli circulaire qui règle le transit du contenu intestinal.

L'intestin postérieur est plissé par des sillons longitudinaux. Sa paroi est entourée par une musculature longitudinale et transversale.

Le rôle de l'intestin grêle est d'abord de conduire les aliments incomplètement digérés vers le rectum. C'est aussi dans cette région que s'effectue, en partie, l'absorption des nutriments.

L'intestin grêle est suivi de l'ampoule rectale, réservoir où s'accumulent les excréments qui doivent être rejetés au dehors de l'organisme par l'anus. C'est une poche translucide, d'aspect cireux, dont le diamètre est quatre à cinq fois celui de l'intestin.

## B. L'appareil respiratoire

L'appareil respiratoire des Bourdons est constitué, comme chez la majorité des insectes, par un système de tubes respiratoires, les trachées. Celles-ci s'ouvrent extérieurement par les stigmates. Les trachées sont très élargies par endroits, et forment des sacs respiratoires ou sacs trachéens. Les branches qui proviennent de ces sacs se ramifient abondamment dans le corps de l'insecte de façon à fournir de l'air à toutes les parties du corps.

### Système trachéen céphalique

Chez le Bourdon, il existe:

- un sac ocellaire bien développé.
- deux sacs cérébro-optiques fusionnés avec le sac ocellaire et les sacs fron

### Système trachéen thoracique

Les Bourdons possèdent un sac thoracique ventral et médian et deux sacs propodéaux ventraux.

### Système trachéen abdominal (fig. 2)

Le système trachéen est surtout très développé dans la partie abdominale du corps. Il est constitué de deux troncs latéraux très élargis et qui sont en réalité deux grands sacs respiratoires\*. Ces deux sacs communiquent entre eux par des commissures qui sont aussi sacciformes.

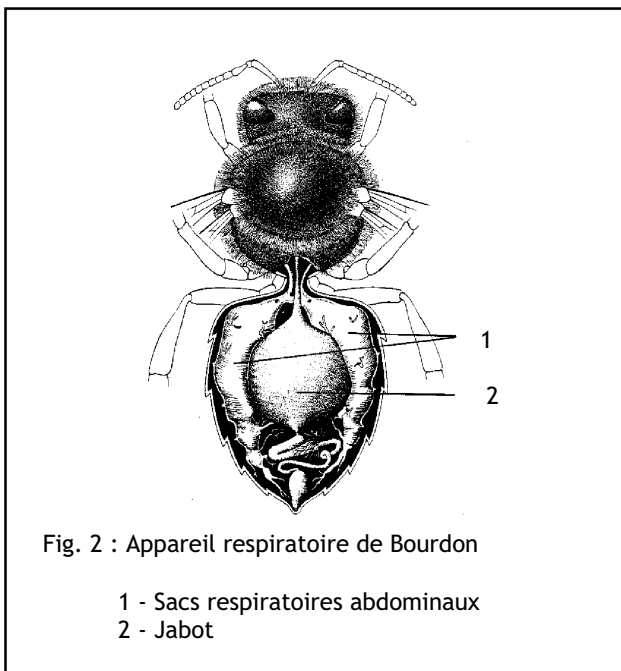


Fig. 2 : Appareil respiratoire de Bourdon

- 1 - Sacs respiratoires abdominaux
- 2 - Jabot

## III/ PRINCIPALES INFECTIIONS PARASITAIRES OU MICROBIENNES

Divers facteurs biotiques\* peuvent intervenir dans le développement d'une colonie de Bourdons. Ils sont représentés par des prédateurs, des parasites, des commensaux (POUVREAU, 1973, 1974), mais également par des maladies (POUVREAU, 1991). Selon leur nombre et leur localisation, ces facteurs peuvent, soit provoquer une gêne dans l'activité des adultes, soit les affaiblir, soit réduire considérablement leur fécondité et leur longévité.

Dans le cadre de cette étude, nous nous limiterons parmi les divers parasites, aux Acariens, à un Nématode, un Diptère et un Hyménoptère et pour les maladies, à trois Protozoaires\* et à trois Champignons. Ces germes se rencontrent parfois dans les élevages, et certains d'entre eux peuvent être très pathogènes pour les Bourdons.

Nous signalons également des germes qui peuvent être parfois observés lors des examens et dont la pathogénie obligatoire n'est pas démontrée. Cependant, dans certaines circonstances, ces germes peuvent se multiplier et contribuer à réduire la longévité des insectes, soit par un affaiblissement physiologique, soit par un phénomène de synergie au profit d'un autre germe.

## A. Parasites

### 1) Les Acariens

Les Acariens se rencontrent sur les Bourdons et dans leur nid, parfois à l'intérieur du corps. Vivant dans la terre ou sur les plantes, les Acariens se font transporter (phorésie)\* par les Bourdons et conduire dans les nids de ceux-ci, où ils trouvent des conditions de nourriture et de microclimat favorables à leur développement.

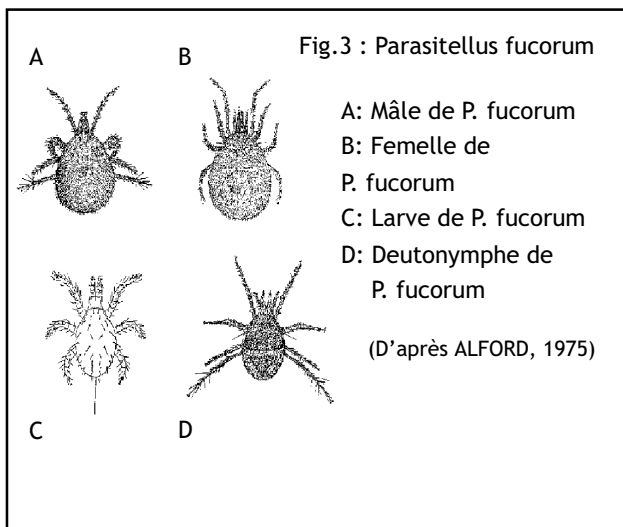
L'invasion du nid de Bourdons par les Acariens peut aussi se faire par les femelles de Psithyres («Bourdons coucous») au moment où elles s'introduisent dans la colonie pour y faire élever leur descendance.

Les types de rapports qui existent entre les Acariens et leurs hôtes sont variés: parasitisme\*, inquilinisme\*, commensalisme\*, etc. Il nous a paru intéressant d'apporter des informations sur la nature de l'association qui existe entre des Acariens et les Bourdons.

**a/ *Parasitellus sp. (Parasitidae)***

Un certain nombre d'espèces de *Parasitellus* se rencontrent dans les nids de Bourdons, mais l'espèce la plus commune est *P. fucorum* (De Geer), (fig. 3). Plusieurs générations annuelles de *P. fucorum* peuvent se succéder. Le développement des individus passe, depuis l'oeuf, par les stades de larve, de protonympe\* et de deutonympe\* avant de parvenir à la forme adulte. La durée du développement varie, de quelques jours à quelques semaines, en fonction des conditions de milieu du nid. Les deutonymphes se fixent sur tous les individus adultes de la colonie, mais principalement sur les reines, à n'importe quel stade de leur cycle biologique. Les Acariens réfugiés entre les poils des jeunes reines hibernent avec leur hôte. Au printemps, dès qu'un nid est fondé, les Acariens abandonnent leur hôte et se disséminent autour des cellules du nid où ils accomplissent leur développement.

Les premiers stades de développement de *P. fucorum* peuvent s'effectuer dans l'épaisseur de l'enveloppe cireuse des cellules à oeufs et larvaires des Bourdons.



Les *Parasitellus* se nourrissent de pollen et de matière sucrée et cireuse, dont les débris jonchent le fond du nid.

La nocivité de *P. fucorum* vis-à-vis des Bourdons s'exerce principalement par leurs pullulations parfois très importantes, les prélèvements effectués sur la nourriture disponible provoquant l'arrêt de l'élevage ou l'abandon du nid par les ouvrières lorsqu'elles sont encore peu nombreuses. Les Acariens recouvrent parfois toute la face dorsale du thorax des reines, les rendant incapables de voler. Selon ATHIAS-BINCHE (1994), les phorétiques perturbent l'aérodynamisme de l'hôte-vecteur, occasionnent un supplément de poids et diminuent sa vitesse. Toutefois, les dommages causés aux Bourdons demeurent moins graves en comparaison du danger que présenteraient ces Acariens comme vecteurs de micro-organismes infectieux (SKOU *et al.*, 1963).

**b/ *Tyrophagus (Kuzinia) laevis (Dujardin) (Acaridae)***, (fig. 4)

Cette espèce, de taille plus petite que la précédente, se rencontre fréquemment sur le corps des Bourdons et dans leur nid. Les stades de développement sont semblables à ceux de *Parasitellus*, à l'exception d'un stade de tritonympe\* qui précède l'adulte. Les deutonymphes constituent un stade facultatif, les protonymphes se transforment en hypopes\*. Ce dernier stade se caractérise par l'absence d'appareil buccal et vit sur les réserves accumulées au cours du stade précédent. Les hypopes (L. = 0,2 à 0,3 mm), brunâtres, se fixent sur les adultes, en particulier les reines, où ils peuvent se trouver en nombres variables sur le propodeum\* et les premiers tergites\* abdominaux. Les hypopes, après avoir hiverné sur les reines de Bourdons, s'échappent dans les matériaux du nid et poursuivent leur développement complet.

*T. laevis* se nourrit de pollen, et probablement aussi de miel et de particules de cire. A la différence des deutonymphes de *Parasitellus*, certains hypopes de *T. laevis* restent fixés sur les Bourdons morts où ils finissent par périr.

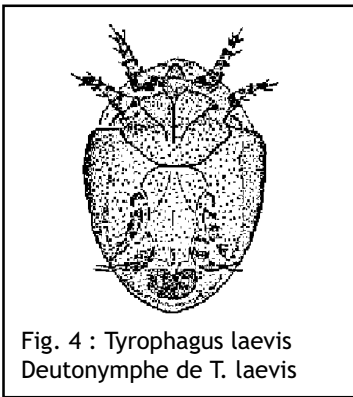


Fig. 4 : Tyrophagus laevis  
Deutonymphe de T. laevis

L'intensité d'infestation par *T. laevis* varie suivant l'espèce de Bourdon. Ainsi les reines de *Bombus terrestris* seraient plus fortement infestées que celles des

autres espèces, SKOU *et al.* (1963) suggérant que le degré d'infestation pour une espèce peut être fonction de différences spécifiques dans l'hygiène individuelle. La présence de *T. laevis* dans les nids de Bourdons entraîne la détérioration des conditions sanitaires des nids, par accumulation d'excréments, d'exuvies\*, de cadavres. Simultanément, une abondante microflore fongique et bactérienne se développe dans le nid, dont elle accentue la dégradation des matériaux (CHMIELEWSKI, 1971).

**c/ *Locustacarus* (= *Bombacarus*) *buchneri*** (Stammer, 1951) (Podapolipidae) (fig. 5).

Cet Acarien est un parasite interne des Bourdons adultes. Il se rencontre dans les sacs aériens situés au niveau du premier segment abdominal (HUSBAND & SINHA, 1970).

Les femelles gravides passent la période automne-hiver dans les trachées des reines de Bourdons. Au printemps, lorsque les reines ont repris leurs activités, l'Acarien perforé la paroi d'une trachée à l'aide de ses chélicères et se nourrit de l'hémolymphe\*. Chaque femelle se développe considérablement et dépose jusqu'à une cinquantaine d'oeufs, agglomérés en une masse visqueuse dans un sac aérien du Bourdon. La fondation d'un nid ne semble pas altérée par la présence des Acariens. L'éclosion des oeufs fait apparaître des individus mâles et femelles larviformes hexapodes. Les mâles ont une durée de vie courte et ne quittent pas leur hôte. Après l'accouplement, certaines femelles restent à l'intérieur de l'hôte et engendrent une nouvelle génération, tandis que d'autres quittent leur hôte par les stigmates et vont infester les ouvrières du nid. Plusieurs générations de *L. buchneri* peuvent ainsi se succéder. Pour survivre, les femel-

les de l'Acarien doivent alors envahir de jeunes reines de Bourdons avant qu'elles ne quittent le nid pour hiberner. Dans les conditions naturelles, le pourcentage d'infestation des Bourdons par *L. buchneri* est faible. En conditions d'élevage en confinement, l'incidence de cet Acarien serait, selon SKOU *et al.* (1963), beaucoup plus importante.

Nos connaissances sur la pathogénie de cette acariose sont encore très restreintes. Une infestation importante, en particulier vers la fin de la saison, peut entraîner un état d'affaiblissement des Bourdons.

**d/ *Scutacarus acarorum* (Goeze)** (*Scutacaridae*), (fig. 6)

Cette espèce est l'un des plus petits Acariens ( $L = 220 \mu\text{m}$ ,  $I = 210 \mu\text{m}$ ) que l'on trouve sur le corps des Bourdons, et se caractérise par la forme de son corps, aplati dorsoventralement et ressemblant à un disque.

Ces Acariens s'accrochent sur le corps de leur hôte au moyen de leur appareil buccal, en particulier au niveau des articulations des pattes, du propodeum et entre les segments abdominaux. *Scutacarus acarorum* vit et hiverne dans les nids de Bourdons et se nourrit spécifiquement de moisissures du genre *Histoplasma*. La ponte n'a pas lieu lorsque l'Acarien se nourrit d'autres micro-organismes (SCHOUSBOE, 1986). *Histoplasma*, qui est un Hyphomycète pathogène des animaux, se développe dans les milieux riches en matières organiques en décomposition (ATHIAS-BINCHE, 1994).

Or, certaines espèces de Bourdons construisent leur nid dans des nids désaffectés de petits Vertébrés contenant des débris or-

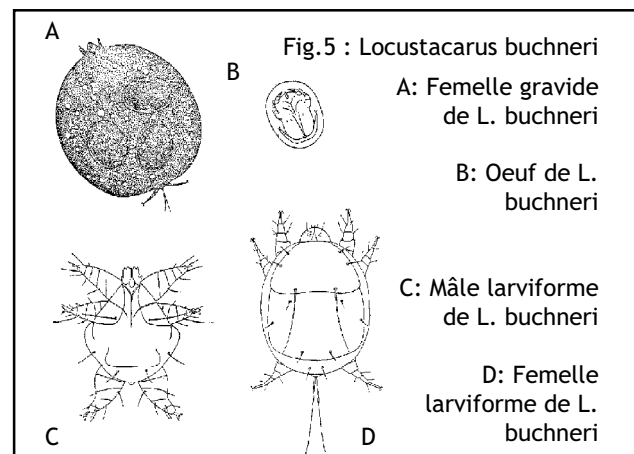


Fig.5 : *Locustacarus buchneri*

A: Femelle gravide de *L. buchneri*

B: Oeuf de *L. buchneri*

C: Mâle larviforme de *L. buchneri*

D: Femelle larviforme de *L. buchneri*

ganiques. L'association paraît bénéfique pour l'hôte, l'Acarien phorétique le débarrassant de moisissures envahissantes et potentiellement pathogènes (ATHIAS-BINCHE, 1994).

### *e/ D'autres Acariens*

tels que *Hypoaspis* sp. (s.l.) (fig.7), *Proctolaelaps* (Ascidae), *Fuscuropoda marginata* (fig. 8), *Glycyphagus ornatus* (Glycyphagidae) (fig. 9) peuvent se rencontrer sur le corps des Bourdons et dans leur nid.

Si toutes les espèces sont phorétiques, elles diffèrent parfois par leur régime alimentaire. Les Acariens se nourrissent en général des produits trouvés dans le nid (pollen, miel, cire). Certains sont aussi saprophages\*, comme *Hypoaspis* ou *Fuscuropoda marginata* que l'on trouve sur les matières organiques moisies, ou nécrophages\*, se nourrissant aux dépens des cadavres de larves, de nymphes et même d'adultes. D'autres sont prédateurs d'occupants inhabituels du nid tels que des larves de Diptères et de Nématodes, et auraient, dans ce cas, une influence bénéfique.

La nature des relations entre Acariens et Bourdons dépend non seulement de l'espèce d'Acarien, mais aussi du stade de développement de celui-ci et des conditions du milieu.

Le degré d'infestation des Bourdons varie suivant le sexe et la fonc-

tion exercée au sein de la colonie. La présence des Acariens est plus préjudiciable aux reines qu'aux ouvrières et aux mâles. L'influence des Acariens sur le couvain demeure équivoque. La dissémination de germes pourrait être favorisée par des Acariens qui se développent dans les élevages et se logent sur le corps des Bourdons. Certains Acariens consomment les provisions accumulées par leur hôte. *Pneumolaelaps longanalis* (Gamase Laelapidae), un habitant commun des nids de Bourdons aux États-Unis, mange le pollen récolté par ses hôtes. Les Bourdons

confectionnent des boulettes agglomérées avec du nectar, un aliment qui attire activement les Acariens (ROYCE & KRANTZ, 1989). Du pollen non traité par les Bourdons n'est pas attractif, peut-être parce qu'il manque le nectar régurgité par les hôtes. L'examen, au microscope électronique à balayage, montre que les Acariens aspirent le nectar et le contenu des grains de pollen, sans consommer les enveloppes résistantes. Le déclenchement de la phorésie est provoqué par le vieillissement de la colonie de Bourdons. Les femelles de *Pneumolaelaps longanalis* se fixent sur les jeunes reines qui quittent le nid maternel pour hiverner. Bien que ROYCE & KRANTZ (1989) n'aient pas évalué l'impact de la présence des Acariens sur la colonie-hôte, il paraît certain qu'ils contribuent à en diminuer le bilan énergétique, voire à apporter un préjudice à la survie de la progéniture de l'hôte (ATHIAS-BINCHE, 1994).

### **2) Nématode\***

*Sphaerularia bombi* (L. Dufour, 1837) (fig. 10)

Ce nématode est un parasite des reines de Bourdons. Les femelles (L: 1 - 1,5 mm) fécondées de *S. bombi* pénètrent dans une reine par la membrane intersegmentaire ou par l'orifice anal, au moment où celle-ci,

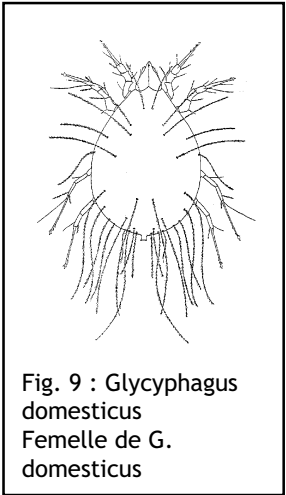


Fig. 9 : Glycyphagus domesticus  
Femelle de G. domesticus

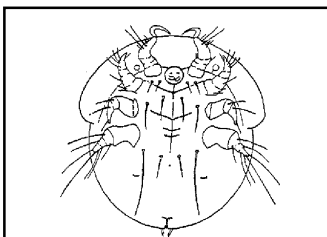


Fig. 6 : Scutacarus acarorum  
Individu de S. acarorum

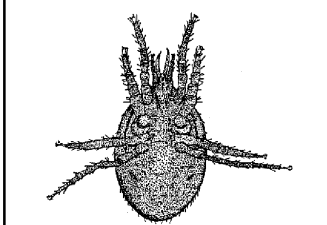


Fig. 7 : Femelle de Hypoaspis

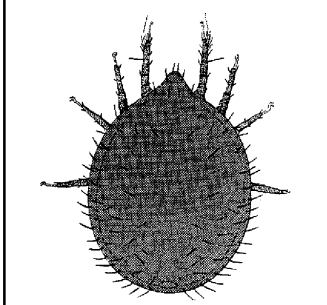


Fig. 8 : Fuscuropoda marginata  
Deutonymph de F; marginata

enfouie dans le sol, se trouve en état d'hibernation. Le développement des stades immatures du parasite s'effectue dans la cavité hémocoelienne de l'hôte, au moment de sa reprise d'activité.

La présence du parasite (de 1 à 6 par reine, en général) inhibe le développement ovarien (castration parasitaire) par production de toxine provoquant une baisse d'hormone gonadotrope\* et perturbe le comportement de la reine en agissant sur les *corpora allata*\*. La reine est dans l'incapacité de fonder un nid. Sa démarche est maladroite, son vol lourd. Elle se pose sur le sol, creusant de petites cavités ou se frayant un chemin sous les feuilles, la mousse, etc. C'est au cours de cette période que les larves du parasite, après avoir envahi le tube digestif de leur hôte, sont libérées dans le sol et achèvent leur développement. Mâles et femelles s'accouplent avant de constituer la phase infestante.

Le comportement aberrant de la reine favorise la dissémination des parasites. Le risque de capturer des reines infestées d'une espèce donnée augmente à mesure que la saison avance, puisque les reines saines ont déjà fondé un nid. Les pourcentages d'infestation des reines varient considérablement, de 15 à 45 %.

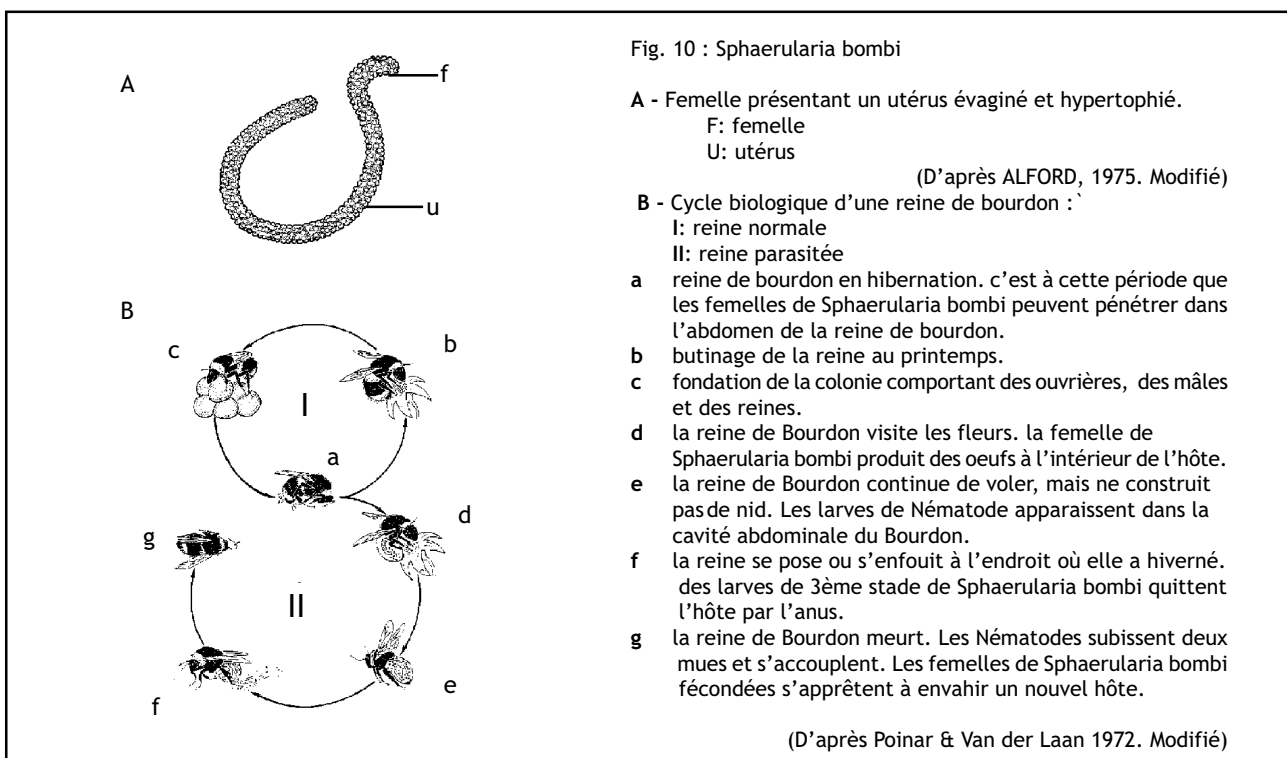
Les conditions climatiques au cours de l'hibernation, la répartition des sites d'hibernation dans une région, la concentration des hôtes dans les différents sites, ont une incidence sur les niveaux d'infestation.

### 3) Conopidae

A l'état adulte, ces Diptères ressemblent parfois aux abeilles et aux guêpes solitaires, et se nourrissent de nectar, mais les larves sont des endoparasites\* d'Hyménoptères adultes, notamment des Vespoidea et des Apoidea.

Les attaques par les Conopides se produisent de juin à août dans nos régions. Après accouplement, la femelle de Conopide se pose sur une fleur, ou à proximité, et attend le passage d'un hôte. Après s'être agrippée sur le dos de l'Hyménoptère, la femelle de Conopide insère son ovipositeur entre les tergites, généralement entre le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup>, et perfore la membrane intersegmentaire pour y déposer un oeuf (fig. 11, A).

L'oeuf, de couleur blanc crème brillant, a une forme allongée, de 0,9 à 1 mm de long. L'extrémité postérieure présente une sorte de grappin qui permet, du moins chez certaines espèces, de fixer l'oeuf sur les viscères de l'hôte.





Au début de son développement, la larve de Conopidae d'aspect cunéiforme\* mène une vie libre dans la cavité générale de l'hôte aux dépens de l'hémolymphe.

Après la première mue, la larve devient piriforme\* (fig. 11, B) et se fixe à l'aide de ses stigmates postérieurs et des épines du segment caudal, sur un sac à air de l'hôte. Elle s'alimente du tissu adipeux et du tissu musculaire, son extrémité antérieure effilée parvenant à pénétrer par le pétéole dans le thorax de l'hôte. La consommation des organes vitaux par le parasite provoque la mort. Le développement s'effectue en deux à trois semaines et la nymphose se produit dans la cavité abdominale de l'hôte. La pupa\*, cylindrique, de couleur généralement brun clair, passe l'hiver dans ces conditions.

Le parasitisme par les Conopides touche toutes les espèces de Bourdons. Cependant, certaines espèces comme *Pyrobombus pratorum* et *Pyrobombus hypnorum*, dont la période d'activité cesse en juillet, sont moins affectées que *Megabombus pascuorum*, *Pyrobombus lapidarius* et *Bombus terrestris*, dont l'activité peut se prolonger jusqu'à la fin de l'été. Ce sont les ouvrières qui présentent le taux d'infestation le plus élevé, et parmi elles, seules les butineuses sont parasitées. Les mâles subissent moins d'attaques par les Conopidae. Dans certaines populations de Bourdons, en Suisse, le taux de parasitisme varie entre 30 et 70 % (SCHMID-

HEMPEL *et al.*, 1990; SHYKOFF & SCHMID-HEMPEL, 1991). POSTNER (1951) a rapporté des taux d'infestation dépassant 30 %, et CUMBER (1949) a noté 38 % chez des ouvrières de *Megabombus pascuorum*. Les reines sont plus rarement infestées. Il s'agit de jeunes reines butinant avant leur entrée en hibernation (POUVREAU, non publié).

Parmi les Conopidae rencontrées en France, signalons les espèces: *Physocephala rufipes* F. et *Physocephala vittata* F., *Conops flavipes* et *Conops quadrifasciatus* De Geer, *Sicus ferrugineus* L., *Myopa fasciata* Meg. Le genre *Sicus* est plus précoce que *Physocephala* (SCHMID-HEMPEL *et al.*, 1990).

L'existence d'un super-parasitisme, c'est-à-dire la présence de plus d'un individu de Conopide par hôte, a été clairement établi (SCHMID-HEMPEL & SCHMID-HEMPEL, 1989).

Le comportement de butinage des ouvrières parasitées ne paraît pas altéré tant que la larve n'a pas atteint le 3ème stade (SCHMID-HEMPEL & SCHMID-HEMPEL, 1988).

Les conséquences de ce parasitisme sont préjudiciables au développement normal de la colonie. La présence du parasitoïde \* entraîne, selon GODFRAY (1994), trois modes d'action:

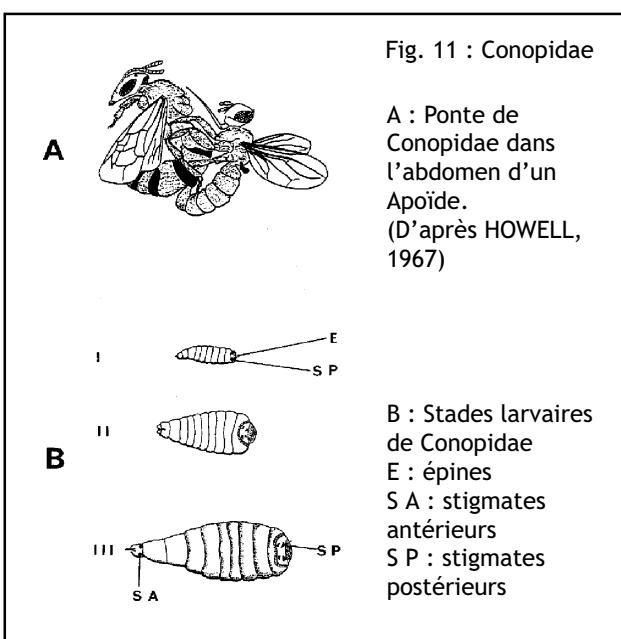
1- Il réduit, par prélèvement de substances métaboliques, la condition physiologique de l'hôte.

2- Le poids du parasitoïde peut influencer sur l'aérodynamique du vol.

3- Le volume du parasitoïde comprime le jabot dans l'abdomen et réduit la quantité de nectar transportée.

SCHMID-HEMPEL & SCHMID-HEMPEL (1988, 1990) ont remarqué que les ouvrières hébergeant une larve de parasitoïde avaient tendance à récolter du nectar plutôt que du pollen, ce qui, dans les populations où les taux de parasitisme sont élevés, peut avoir des répercussions dommageables pour la rentabilité de la colonie et pour la pollinisation. La nourriture à base de nectar serait aussi plus profitable pour le parasitoïde.

Les Bourdons parasités auraient également tendance à passer la plus grande partie de leur temps à butiner dans les prés et ne retournent pas, ou rarement, dans leur nid (SCHMID-HEMPEL & MULLER, 1991).



#### 4) *Syntretus splendidus*

(Marshall, 1 887), (Hyménoptère, Braconidae)

*Syntretus splendidus* est un endoparasite des adultes de *Bombinae*. L'infestation par *Syntretus splendidus* se produit lorsque les Bourdons visitent les fleurs. Les oeufs sont déposés dans le thorax de l'hôte, probablement à travers la membrane du cou. De 30 à 70 oeufs ou larves ont été trouvés dans les reines de Bourdons, tandis que des ouvrières en contenaient moins d'une vingtaine. Il semble que la femelle du parasitoïde soit capable d'effectuer une régulation de la ponte en fonction de la taille de l'hôte (ALFORD, 1975).

Les larves se développent (5 stades) dans la cavité hémocoelienne du Bourdon. Elles s'alimentent d'hémolymphe et ne consomment pas les viscères. Au 5<sup>ème</sup> stade (fig. 12), les larves, qui atteignent 5 mm de long, cessent de s'alimenter et s'échappent du Bourdon en perforant la membrane intersegmentaire entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> segment abdominal, généralement sur un côté du corps.

Les larves s'enfouissent dans le sol et tissent un cocon blanc soyeux, à l'intérieur duquel se produit la nymphose. Les parasitoïdes entrent en torpeur pendant une longue période, de l'automne au printemps, dans le cocon, soit à l'état nymphal ou imaginal, l'imago émergeant en juin.

Tous les membres (reines, ouvrières, mâles) d'une colonie de Bourdons peuvent être attaqués par *S. splendidus*. Les reines de Bourdons parasitées ne se distinguent pas, au point de vue morphologique, des reines saines. Toutefois, des troubles du comportement peuvent révéler la présence de parasitoïdes. Les reines de Bourdons hébergeant de tels parasitoïdes délaissent leur couvée, adoptent une attitude nonchalante hors du nid, et finissent par mourir. L'examen des cadavres montre un jabot vide et des ovaires en dégénérescence chez les reines, entraînant un arrêt de la ponte, due à une carence nutritionnelle.

Les ouvrières adultes issues des premières couvées élevées par des reines parasitées de *Megabombus pascuorum* sont plus petites que celles produites par des reines

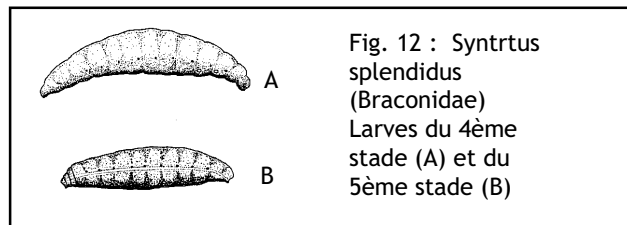


Fig. 12 : *Syntretus splendidus* (Braconidae) Larves du 4<sup>ème</sup> stade (A) et du 5<sup>ème</sup> stade (B)

saines (ALFORD, 1968), réduisant ainsi les capacités de butinage de la colonie, qui périclité peu à peu. Tous les individus de Bourdons meurent d'inanition après l'émergence des larves de *S. splendidus* de leur corps.

Le taux de parasitisme des Bourdons par *S. splendidus* est faible, ne dépassant pas, d'après nos observations sur des colonies d'élevage contrôlé disposées dans la nature, 2 à 3 % chez les reines. Cependant, ces valeurs pourraient bien être plus variables dans les populations naturelles, mais en réalité on se heurte aux difficultés de contrôle.

### B. GERMES PATHOGÈNES

Un certain nombre de germes pathogènes facultatifs ou obligatoires appartenant à divers ordres de la microbiologie ont été observés chez les Bourdons (SKOU *et al.*, 1963).

Les micro-organismes les plus souvent observés dans les enquêtes sanitaires sont des Protozoaires et des Champignons

#### 1) Protozoaires

Trois maladies parasitaires sont présentes, le plus souvent en situation d'enzootie\*. Mais elles peuvent prendre parfois le caractère d'épizootie\*, surtout lorsque la concentration des insectes dans un élevage facilite leur contamination.

##### *a/ Nosema bombi*

(Fantham & Porter, 1914), Microsporida (fig. 13)

*Nosema bombi* a été décrit par ces auteurs comme étant nettement différent de *Nosema apis* Zander. La principale différence repose sur le fait que les spores de *Nosema bombi* sont moins dissemblables que celles de *Nosema apis*.

Les spores de *Nosema bombi* ont une forme ovale et mesurent de 4 à 6 µm de long sur 2,3 µm de large. *Nosema bombi* se

rencontre principalement dans le tube digestif où les spores se développent dans l'épithélium de l'intestin moyen, et, plus occasionnellement, dans les tubes de Malpighi, avant de se retrouver dans la lumière intestinale.

*Nosema bombi* a été trouvé dans les deux sexes et les deux castes de plusieurs espèces de *Bombus* (*hortorum* L., *hypnorum* L., *lapidarius* L., *lucorum* L., *pascurorum* Scopoli, *pratorum* L., *sylvarum* L., *terrestris* L.). Aucune espèce de Bourdon ne semble exempte de cette infection.

Suivant l'état d'équilibre entre l'hôte et le parasite, la maladie peut prendre une forme aiguë ou rester à l'état d'infection latente\*. Cette Microsporidie \* peut se rencontrer chez les jeunes reines avant qu'elles ne quittent leur nid maternel. Certaines meurent avant d'entrer en hibernation, d'autres reines infestées peuvent survivre pendant quelques semaines après leur apparition au printemps.

Les reines faiblement infestées ont la possibilité de fonder un nid. Le développement de la colonie peut, parfois, se poursuivre jusqu'à l'apparition des premières ouvrières, et même, plus rarement, jusqu'à celle des individus sexués.

Les symptômes de la maladie se manifestent par une diminution de la capacité de vol, une réduction de l'activité et de la durée de vie, une production éventuelle plus faible d'ouvrières et de sexués, et la mort.

Les symptômes observés en élevage (De JONGHE, 1986) sont : abdomen dilaté; paralysie des ailes, des pattes et du proboscis\*;

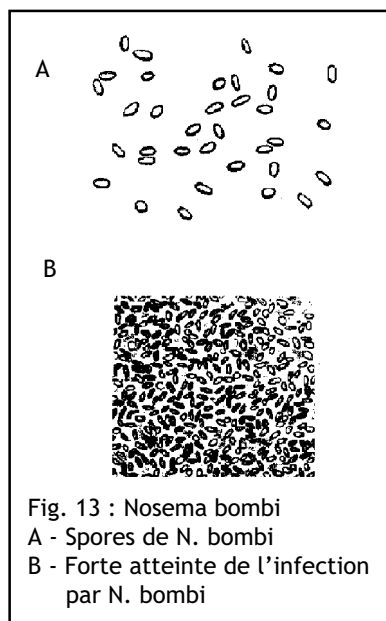


Fig. 13 : *Nosema bombi*  
A - Spores de *N. bombi*  
B - Forte atteinte de l'infection par *N. bombi*

diarrhées; absence d'attraction sexuelle et, par conséquent, de copulation. Nous avons constaté parfois la présence d'amibes\* (non publié) en même temps que la nosérose. Cette amibiase pourrait constituer un facteur favorisant pour la nosérose, en diminuant la résistance de l'insecte.

Selon FANTHAM & PORTER (1914), les deux espèces de *Nosema* (*N. apis* et *N. bombi*) attaqueraient les abeilles et les Bourdons. La contamination croisée se produirait lorsque les Bourdons envahissent les colonies d'abeilles (!).

JORDAN (1962) estimait qu'il était possible que les abeilles soient contaminées avec des spores de *N. bombi* lorsqu'elles pillaient les colonies de Bourdons.

SHOWERS *et al.* (1967) ont affirmé que *N. apis* pouvait infester les Bourdons en conditions de laboratoire. Cependant, même s'il en était ainsi, la maladie ne se développerait pas puisque les spores de *N. apis* ne parviennent pas à se multiplier chez les Bourdons (BAILEY, in: Alford, 1975).

USPENSKII (1949) a montré, au moyen d'expériences d'alimentation, que les espèces *Bombus terrestris*, *Pyrobombus lapidarius* et *Megabombus muscorum* n'étaient pas prédisposées à l'infection par *N. apis*.

D'après nos observations, les Bourdons et les Abeilles domestiques présentent une réceptivité spécifique: *N. apis* n'est pas susceptible de se multiplier chez les Bourdons, même si un certain nombre de spores peuvent se retrouver dans la lumière intestinale, et *N. bombi* est incapable d'infester l'Abeille domestique (EIJNDE & VETTE, 1993). Puisque les spores de *N. bombi* se retrouvent rarement dans le miel ou le pollen récolté, la transmission du Protozoaire pourrait s'effectuer par la reine au couvain, conduisant en fin de compte à la contamination des reines de la nouvelle génération. La transmission de la maladie par voie héréditaire n'a pas encore été mise en évidence de façon probante. Les souillures de certains milieux par les excréments, alimentaires notamment, pourraient contribuer à la contamination des autres individus de la colonie.

L'épidémiologie de la nosérose chez les Bourdons comporte encore beaucoup d'incertitudes.

L'intensité d'infestation varie de 3,5 à 8 %, suivant l'espèce de *Bombus*, le sexe et la caste. En conditions d'élevage au laboratoire, ce taux peut atteindre 100 % (TASEI, comm. pers.). La nosérose ne sévit pas avec la même intensité chaque année, et probablement aussi suivant les régions.

**b/ *Mattesia bombi n.sp.*,  
(Neogregarinida)**

Cette grégarine\*, dont le cycle a été étudié par LIU *et al.* (1974) a été observée chez des reines, des mâles et des ouvrières de plusieurs espèces de *Bombus*. Les individus malades présentent à la dissection un tissu adipeux\* exceptionnellement blanc avec des lobules graisseux aux contours indistincts.

En fin de cycle parasitaire, apparaissent des formes légèrement ovales, les sporocystes (fig. 14) pouvant mesurer 27 x 5 4 µm et renfermant chacun 4 sporozoïtes. On peut également en observer dans l'intestin moyen et postérieur.

La contamination se fait par ingestion de sporocystes provenant soit de cadavres, soit de déjections d'individus malades. Parmi les populations sauvages observées les cas d'infection ont été de l'ordre de 5 à 10 %. Aucune reine malade n'a pondu (MACFARLANE *et al.* 1995).

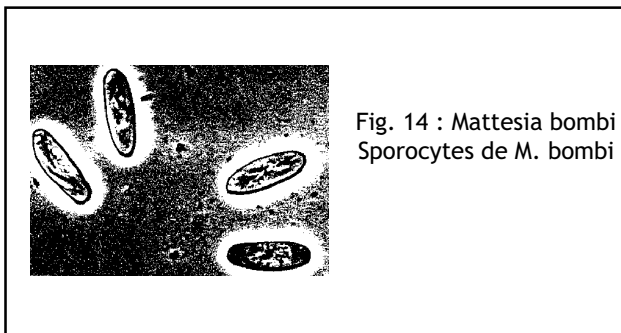


Fig. 14 : *Mattesia bombi*  
Sporocystes de *M. bombi*

**c / *Crithidia bombi n. sp.*  
(Choanoflagellida) (fig. 15, A)**

Localisé dans l'intestin postérieur des Bourdons, où il se trouve fixé sur la paroi intestinale ou à l'état libre, ce Flagellé trypanosome est parfois observé en grand nombre dans les déjections. Tous les individus

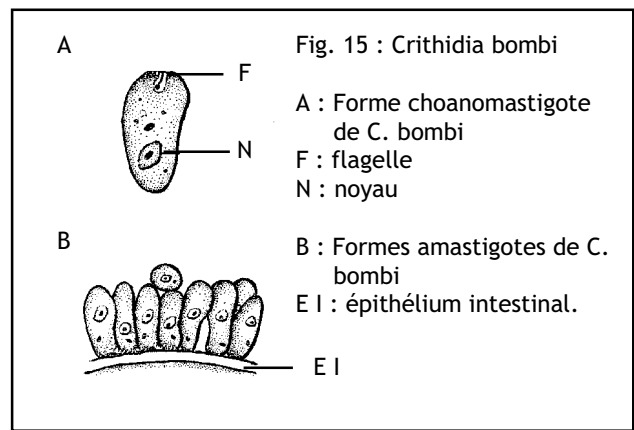


Fig. 15 : *Crithidia bombi*

A : Forme choanomastigote de *C. bombi*  
F : flagelle  
N : noyau

B : Formes amastigotes de *C. bombi*  
E I : épithélium intestinal.

adultes d'une colonie de Bourdons sont susceptibles d'héberger ce parasite. Il apparaît soit en forme de poire jusqu'à 8 µm de long (choanomastigote: pourvu d'un flagelle), soit en forme ronde ou ovale jusqu'à 5 µm de diamètre (amastigote : sans flagelle), (LIPA & TRIGGIANI, 1980). Les formes choanomastigotes sont trophozoïtes\*; les formes amastigotes se fixent sur l'épithélium intestinal et constituent des amas (fig. 15, B) (GORBUNOV, 1987). Le noyau ovale avec un nucléole central est situé dans la partie postérieure de la cellule. On ne connaît pas l'incidence de sa présence pour l'hôte. Selon ces mêmes auteurs, il semble que la nourriture ainsi que la température influencent son développement.

**2) Champignons**

Les Bourdons peuvent être envahis par des champignons qui se développent dans la majorité des cas chez les reines en hibernation. La contamination se fait essentiellement par le contact de spores avec le tégument. Après germination et pénétration à travers la cuticule, les propagules fongiques entraînent généralement une paralysie suivie par la mort de l'hôte. Il y a alors envahissement interne de l'hôte par le mycélium\*, puis sporulation du champignon sur le tégument\*.

Trois champignons Hyphomycètes entomopathogènes ont été observés (POUVREAU, 1991); la couleur de la sporée\* sur le tégument ainsi que la forme et la taille des spores (fig. 22, 23, 24) permettent de les différencier. Il s'agit de:

- *Beauveria bassiana*, Vuill.: spores rondes, blanches, de 2-3 x 2-2,5 µm.

La sporulation étant possible dès que la température est supérieure à 0° C.

- *Paecilomyces farinosus*, Brown et Smith: spores légèrement elliptiques, blanches, mesurant 2-3 x 1-1,8 µm

- *Metarhizium anisopliae*, (Metschnikoff) Sorokin, var. *anisopliae*: spores allongées, vertes, de 6-8 x 2 µm

Des contaminants comme *Penicillium sp.* (spores rondes, vertes) ou *Aspergillus sp.* (spores rondes, jaune verdâtre), se développent quelquefois sur le cadavre des adultes.

SKOU (1967) a observé en plus de *Beauveria bassiana* et de *Paecilomyces farinosus* des cas de mycoses à *Cephalosporium lecanii* Zimm, dont les conidies blanches sont cylindriques, elliptiques ou réniformes, ou encore en forme d'haltères (2,5 - 6 x 1 - 2 µm); *Doratomyces putredinis* Morton & Smith, dégage une forte odeur d'ammoniaque, les spores d'un blanc sale, ont un aspect granuleux; elles sont globuleuses et mesurent de 5 à 6 µm. Ainsi que *Chrysosporium pannorum* Hughes, qui peut se développer sur des Bourdons sains, malades ou morts de différentes espèces, et sur des Psithyres (*Psityrus bohemicus*). La couleur du mycélium varie du blanc sale à jaunâtre et à chocolat. Les spores, mesurant de 3-4 x 2,5-3 µm, sont soit des aleuriospores\*, tronquées à l'extrémité basale, soit des chlamyospores\*, tronquées aux deux extrémités et de forme généralement triangulaire.

En conclusion, la plupart des attaques dues aux Hyphomycètes se produisent au cours de l'hibernation des reines de Bourdons, notamment en conditions contrôlées (chambre froide ou réfrigérateur) au laboratoire. Les reines sont recouvertes le plus souvent, partiellement ou entièrement, d'un mycélium en forme de coussin. Ces mycoses sont probablement favorisées par une humidité excessive qui règne dans les matériaux (tourbe, vermiculite, etc.) des caisses d'hibernation.

Aucune information n'a encore mentionné, la présence de champignons sur les matériaux constitutifs des nids de Bourdons, bien que *Penicillium sp.* ait été trouvé sur des cocons vides au Canada.

### 3) Levures

Les levures sont de petits champignons unicellulaires ayant une forme variable. Elles peuvent être ovoïdes ou cylindriques selon les espèces. Les levures se reproduisent soit par simple formation de bourgeons, se développant sur le corps de la cellule mère, soit par la formation d'asques qui prennent naissance à l'intérieur de leur corps, et qui contiennent des spores endogènes, les ascospores.

Des levures, appartenant aux genres suivants: *Candida* (trois espèces), *Torulopsis* (deux espèces), *Klockera* (une espèce) (MOOSER, 1958), auxquels s'ajoute le genre *Hansenula* (LUND, 1954), ont été isolées dans le tube digestif de Bourdons. Ces levures sont présentes également dans le nectar des fleurs.

Aux États-Unis (Maryland), BATRA *et al.* (1973) ont isolé, au début du mois de mars, *Hansenula anomala*, *Saccharomyces sp.*, *Schizosaccharomyces* et *Rhodotorula*, à partir de jabots de *Lasioglossum* (Halictidae) et de *Bombus*. A cette période, les insectes butinent sur les fleurs de *Crocus sp.* sur lesquelles aucune levure n'a été retrouvée au moment du butinage. Ces auteurs se demandent si les levures n'hivernent pas dans le jabot de leurs hôtes. Selon LINDNER (1920), certaines levures, dont *Candida reukaufii*, qui semble être l'espèce la plus fréquemment rencontrée chez les Bourdons en Europe Centrale, passent la période d'hibernation dans le tube digestif des Bourdons.

On ignore si les levures jouent un rôle dans le métabolisme des Bourdons. La plupart semblent inoffensives, et on suppose que certaines pourraient même intervenir favorablement dans les phénomènes de nutrition, probablement par apport de vitamines et autres facteurs de croissance.

Cependant, la présence de *Saccharomyces cerevisiae* chez des abeilles domestiques a provoqué des gonflements, une constipation et la mort de larves (BURNSIDE, 1930). Une mortalité importante d'adultes d'abeilles domestiques a été enregistrée après inoculation de *Saccharomyces apiculatus* dans la cavité abdominale. (BATRA *et al.*, 1973).

La présence occasionnelle de certaines levures dans le tube digestif des Bourdons permet de supposer qu'elles pourraient provoquer des fermentations, causant des troubles de la digestion.

#### 4) Bactéries

La flore bactérienne est localisée dans le tube digestif. Présentes en petit nombre dans le ventricule, les bactéries peuvent être abondantes surtout dans l'intestin postérieur. L'inventaire générique demeure encore un sujet de préoccupation chez les Bourdons. Toutefois, on peut observer des *Bacillus*, *Aerobacter*, *Lactobacillus*, *Coccis*...

La grande variété de ces micro-organismes s'explique par le fait que les insectes entrent en contact avec des germes pathogènes ou non pathogènes qui se trouvent dans la nature, et qu'ils retiennent à la surface de leur corps, sur les poils, ou qu'ils ingèrent avec la nourriture. Ainsi, à diverses reprises, nous avons eu l'occasion d'observer soit dans les déjections de Bourdons vivants, soit dans quelques adultes morts, la présence de *Bacillus Thuringiensis* (Bacillacées).

A partir d'un adulte mort, un isolement de la bactérie a été fait, en vue de vérifier une éventuelle pathogénicité vis-à-vis d'une colonie de Bourdons (*Bombus terrestris*). Un premier traitement composé de spores et de cristaux a été réalisé en mélangeant à 10 ml. d'eau sucrée 800 nanogrammes de protéines, pendant 48 heures. Un second traitement a été fait dans les mêmes conditions une semaine plus tard. Nous n'avons pas observé d'activité insecticide immédiate sur les adultes, ni au cours des trois semaines après le traitement. Par contre, cette souche a présenté une activité larvicide vis-à-vis du Lépidoptère *Galleria mellonella* (Pylalidae) (GILOIS, ROBERT et POUVREAU, non publié).

Ce bioinsecticide\*, non toxique vis à vis de la faune auxiliaire ainsi que des insectes pollinisateurs, est à présent fréquemment utilisé pour éliminer certains ravageurs des cultures (ACTA, 1991 ).

La composition de la flore bactérienne subit des modifications en fonction de la saison, de la nature des aliments ingérés, de leur teneur en eau et en sucres, et du pH des différentes parties de l'intestin.

A la mort des insectes, après la lyse de l'épithélium\* intestinal, les bactéries peuvent envahir la cavité hémocélienne\* de l'hôte et se multiplier. La prolifération active de bactéries chez les insectes vivants peut présenter un danger par la production accrue de toxines et de gaz nocifs; un tel phénomène peut se produire après l'ingestion d'une solution de sucre ou de miel en fermentation.

Comme pour tous les insectes en élevage, à côté d'une flore bactérienne inoffensive, l'arrivée de micro-organismes pathogènes potentiels comme *Pseudomonas sp* ou pathogènes facultatifs comme *Serratia marcescens* Bizio peuvent être une cause de mortalité.

#### 5) Virus

Aux États-Unis, un Entomopoxvirus, se multipliant principalement dans l'hémolymphe ainsi que dans les glandes salivaires\* de *Bombus pensylvanicus* De Geer., *Bombus fervidus* F. et *Bombus impatiens* Cress. a été décrit par CLARK ( 1982).

Les glandes salivaires très infectées prennent une teinte vert iridescent\*. Les virions mesurent environ 155 x 260 nm, mais contrairement à la plupart des autres *Entomopoxvirus* il y a absence de corps d'inclusion\* ainsi que des fuseaux.

Au laboratoire, ce virus ne semble pas modifier le comportement des *Bombus* infectés, ni leur longévité. Actuellement, ce virus est le seul connu chez *Bombus*.

## IV/ PRÉCAUTIONS A PRENDRE DANS LES ÉLEVAGES

Dans un élevage de Bourdons, divers facteurs abiotiques ou biotiques peuvent contribuer à réduire l'activité de ces précieux auxiliaires, ils sont :

- climatiques : au printemps, une température fraîche ainsi qu'un excès d'humidité favorisent les mycoses.

- intervention humaine : bien veiller, lors des traitements phytosanitaires à l'obturation des caisses d'élevage (maximum 24 heures), ces produits pouvant provoquer un affaiblissement physiologique au bénéfice de germes en latence.

- prédateurs : chez les Bourdons adultes, la présence de Nématodes dans la cavité générale pouvant provoquer une castration, ou encore des Acariens localisés dans le tronc trachéen limitant le vol, sont des agents très perturbateurs.

De plus, les Acariens peuvent être porteurs de germes; on limite leur prolifération par des applications à base de Folbex.

- maladies : la contagion peut se faire à partir de déjections provenant d'individus malades ou encore de cadavres. Ces derniers doivent être éliminés régulièrement.

Chez l'abeille domestique, on limite la prolifération de la nosérose en associant de la Fumagilline (Fumidil B), à de l'eau mielée. Cet antibiotique détruit les jeunes stades du germe (sporoplasmes, schizontes), mais n'a aucune action sur les spores. Chez les Bourdons, les traitements entrepris ne permettent pas encore de conclure à une action efficace sur *Nosema*

bombi.

- quarantaine : avant d'introduire dans un élevage des Bourdons capturés dans la nature, il est prudent de les placer individuellement en observation pendant au moins une semaine (quarantaine). L'élimination des Acariens externes par un léger brossage ne peut être que bénéfique.

- génétiques : dans le cas d'un petit élevage maintenu longtemps sans apport de géniteurs nouveaux, on peut assister par un

phénomène de consanguinité à une baisse du couvain (réduction du nombre d'individus et de leur taille).

Certains principes dans l'organisation d'élevages permettent d'améliorer l'état sanitaire et de diminuer les risques de contamination ou la prédisposition physiopathologique. Il s'agit en premier lieu de l'emploi de compartiments de volume réduit, de préférence aux grandes salles. Chaque compartiment peut être désinfecté après infection ou épizootie, sans perturber les autres compartiments. La surface des murs doit être lisse.

La climatisation individuelle des compartiments, par appareils séparés, est un facteur important de réduction des risques.

La désinfection des pièces doit comprendre deux procédés: la désinfection totale par gaz (au formol) ou par aérosols est facile pour les compartiments individuels. Il est important de mouiller les murs et le sol. Les parois et les étagères peuvent être désinfectées par lavage ou par jet sous pression, avec différentes solutions d'hypochlorite.

Les récipients et les cages d'élevage en matière plastique doivent être désinfectés par trempage dans une solution désinfectante (hypochlorite).

Les mesures de thérapeutique ne sont utilisées qu'exceptionnellement dans les élevages d'insectes. En effet, même dans le cas où les substances chimiques antimicrobiennes sont employées, il s'agit en général de mesures préventives et non curatives. Ce fait est lié à l'intérêt de maintenir un élevage et non pas à soigner un individu donné.

En conclusion de cette partie scientifique, quelques remarques s'imposent. Nous nous sommes attachés à décrire l'étiologie et l'action plus ou moins spoliatrice qu'exerce un certain nombre d'organismes parasites et de germes pathogènes à l'encontre des Bourdons. Mais bien des lacunes subsistent encore. Les mesures de prophylaxie conseillées ne constituent qu'une étape pour empêcher l'extension d'une maladie à partir de foyers infectieux et pour éviter son apparition partout ailleurs. Mais la destruction de l'agent pathogène par un traitement approprié, tout en redonnant la vitalité aux insectes, reste

encore à découvrir. Le développement semi-industriel ou industriel des élevages de masse de Bourdons nous incite à considérer que des recherches devraient être entreprises dans les domaines du diagnostic, des études étiologiques, de la prophylaxie et du traitement.

## V/ PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

L'observation du comportement d'un adulte peut, dans certains cas, apporter des informations sur son état sanitaire: vol erratique d'une reine infestée par *Sphaerularia bombi* (Nématode), déformation des segments abdominaux des adultes due à la présence d'un oeuf de parasite (Diptère Conopide), agitation inhabituelle des membres de la colonie, incapacité de vol et diarrhée dues à *Nosema*, etc.

Le diagnostic clinique doit être renforcé par l'examen individuel des insectes, soit à l'état vivant, soit morts.

### A. État des insectes

#### 1) Insectes vivants

(observation des déjections)

L'examen est réalisé sur un frottis préparé à partir de déjections. Cette technique simple permet de déceler (rapidement) la présence de micro-organismes sans nuire à l'insecte. De nombreux bacilles constituant la flore intestinale peuvent éventuellement être observés.

Technique :

La récolte des déjections peut s'effectuer de deux manières:

a) Maintenir l'insecte dans un récipient, à une température de 22-25 °C., où il ne tarde pas à déféquer. Il suffit alors de recueillir le produit à l'aide d'une micropipette, de l'étaler sur une lame, puis, après séchage, de la colorer.

b) Des lames sont disposées sur le plancher du dispositif d'élevage (cagette, compartiment de vol, etc...), puis après dépôt des excréments, les lames sont retirées, séchées à l'air et colorées.

On peut observer : pollen (fig. 29), levures (fig. 27), (*Crithidia* (fig. 20), *Nosema* (fig. 18), *Mattesia* (fig. 19), divers bacilles de la flore intestinale.

#### 2) Insectes mourants ou morts

Des Bourdons mourants ou morts récemment peuvent être trouvés dans les enceintes d'élevage. Les causes sont diverses: physiologiques (âge, température,...), toxiques (traitement insecticide, alimentation...), parasitaires (acariens, nématodes), pathologiques (nosérose...)etc...

a) *Insecte mourant*:

Anesthésier l'insecte en le plaçant dans un récipient hermétique, en présence d'un coton imbibé d'éther ou d'acétate d'éthyle. Pratiquer ensuite selon la technique décrite pour un insecte mort.

b) *Insecte mort*:

- Placer l'insecte sur le dos, puis à l'aide de deux épingles (l'une au niveau de la tête, l'autre à l'extrémité de l'abdomen), le fixer sur une plaque de liège recouverte de papier filtre.

-Sectionner les pattes .

- A l'aide de ciseaux très fins, pratiquer une incision latérale depuis le thorax jusqu'à l'extrémité de l'abdomen, puis remonter sur le côté opposé jusqu'au thorax en évitant de percer le tube digestif.

- Relever le tégument découpé vers le haut.

- Sur une lame porte-objet propre, prévoir trois divisions: a/ la première division sera réservée au numéro de référence de l'insecte. b/ la seconde division recevra de l'hémolymphe ainsi qu'un fragment de tissu adipeux (bien écraser les tissus avec les pinces).

c) La troisième division est destinée à recevoir un peu de contenu de l'ampoule rectale ou du tube digestif.

La dissection permet l'observation du tube digestif, qui est la localisation principale de la nosérose (aspect blanchâtre) et de mettre en évidence la grégarine par le prélèvement du tissu adipeux abdominal.

Enfin, si l'observation se fait sous une loupe binoculaire, la présence éventuelle d'Acariens au niveau des sacs aériens du premier



segment abdominal, ou de Nématodes dans la cavité générale peut être notée. On peut observer :

- cavité générale: larves de Conopide.
- hémolymphe: Sphaerularia ( fig. 17), bactériesdiverses.
- tissu adipeux: Mattesia ( fig. 19).
- tube digestif: levures (fig. 27); pollen (fig. 29); Crithidia (fig. 20); bactéries diverses.
- trachées: acarien (fig. 16).

### 3) Insecte mort sec

- Détacher avec des pinces fines l'extrémité de l'abdomen (deux ou trois segments).
- Les placer sur une lame propre, puis ajouter une goutte d'eau (stérile ou filtrée).
- Attendre pendant quelques minutes la réhydratation des tissus.
- Avec une autre lame, écraser les tissus et bien étaler le frottis.
- Laisser sécher.
- Colorer (voir p. ).

On peut observer :

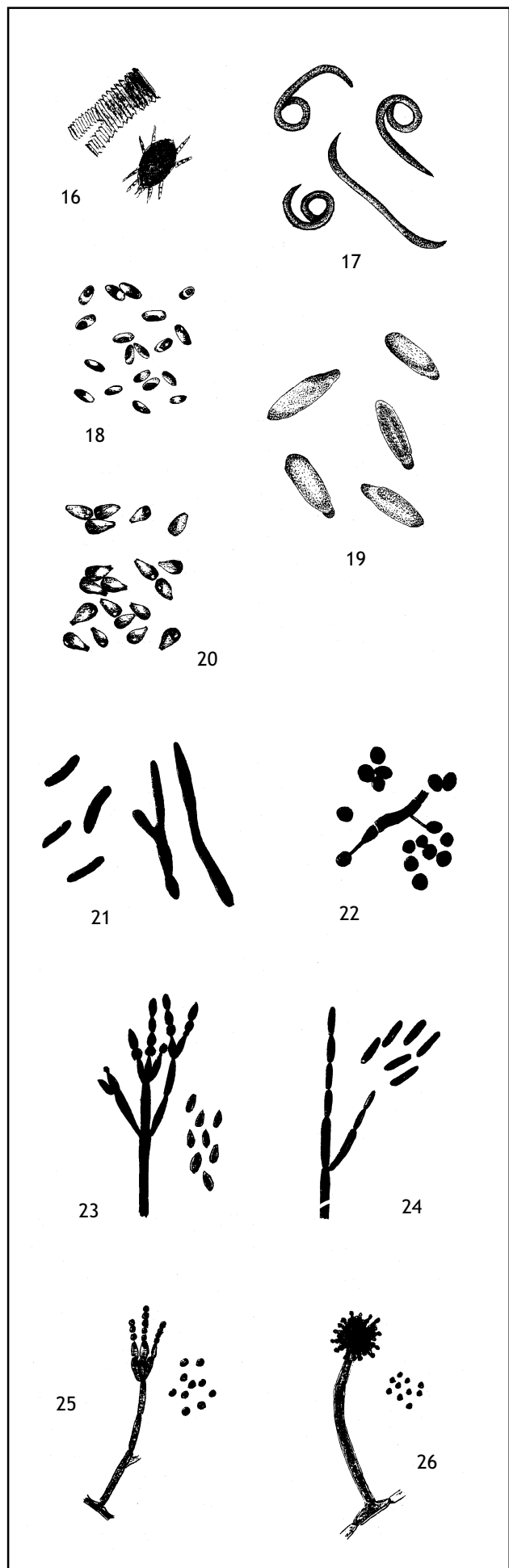
*Crithidia* (fig. 20); *Mattesia* (fig. 19); *Nosema* (fig. 18); levures (fig. 27); bactéries diverses.

### 4) Insecte mort (dur)

Principalement au printemps, au moment de la reprise de l'activité, on peut trouver des Bourdons dont le corps est dur, cassant, ayant un aspect de momie. Un champignon entomopathogène en est probablement la cause.

Placer l'insecte dans un verre de montre, puis l'ensemble dans un récipient fermé dont on aura préalablement garni le fond d'un papier filtre humidifié ou d'un morceau de coton humide. L'atmosphère ainsi saturée d'humidité devrait permettre au mycélium se trouvant dans le corps de l'insecte de traverser le tégument pour sporuler à la surface du corps.

La couleur de la sporée peut varier selon le genre: blanche pour *Beauveria* ou *Paecylomyces*, verte pour *Metarhizium* ou *Penicillium*.



Sur une lame, déposer une goutte d'eau, puis prélever avec une pince fine un morceau de mycélium; recouvrir avec une lamelle, et observer sans colorer au microscope (objectif: x 40), (fig. 22, 23, 24, 25).

## B. Préparation des frottis

Plus le frottis est mince, plus les micro-organismes qu'il renferme seront faciles à reconnaître.

Une fois étalé, on laisse le frottis sécher à l'air, puis on le fixe pour faire adhérer l'échantillon étalé sur la lame, de façon qu'il ne soit pas enlevé au cours de la coloration ou du rinçage.

Généralement, la fixation par la chaleur est suffisante: on maintient la préparation sèche avec une pince et on la passe deux ou trois fois, lentement, dans la partie non éclairante d'une flamme (bec Bunsen).

On peut également fixer par l'alcool: on dépose sur le frottis quelques gouttes de méthanol, puis après évaporation, on colore.

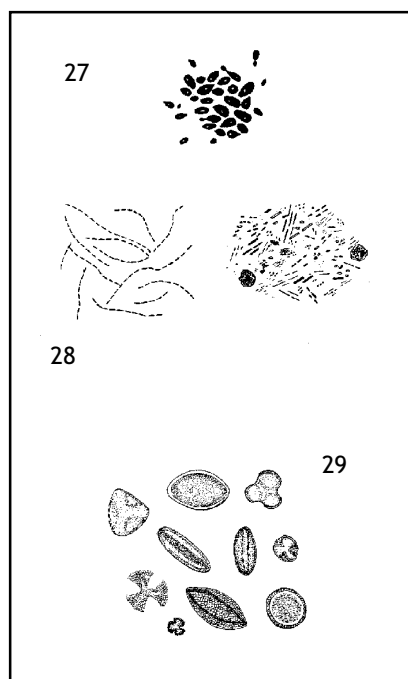
## C. Coloration

On utilise le bleu de méthylène (solution selon Löffler), ou encore des solutions aqueuses à 1 ou 2 % de violet de gentiane, de fuchsine, de violet de méthyle, etc.

Le violet de gentiane a l'avantage de colorer rapidement et de façon intense, mais uniforme.

Le bleu de méthylène colore plus lentement, mais avec une intensité variable, et fait mieux apparaître les détails des préparations.

La durée de la coloration varie suivant les frottis, entre cinq et dix minutes.



Après la coloration, les préparations sont lavées avec de l'eau courante, épongées délicatement avec du papier filtre, puis on les laisse sécher complètement à l'abri de la poussière. On peut aussi, après le passage entre deux couches de papier filtre, terminer le séchage en passant rapidement les lames au-dessus d'une flamme.

## D. Examen microscopique

Une première observation à un grossissement de 100 ou de 400 fois permettra de vérifier la présence d'Acariens ou de Nématodes.

Ensuite, déposer sur le frottis une goutte d'huile à immersion, et observer avec un objectif à immersion (x 90 ou x 100) pour obtenir un grossissement de 900 à 1000 fois.

Le degré d'infestation d'un germe peut être codifié en comptant le nombre d'éléments pathogènes par champ microscopique. Par exemple :

0 = infestation nulle.

1 = infestation faible ( 1 à 10 éléments).

2 = infestation moyenne ( 10 à 50 « « ).

3 = infestation grave ( 50 à 150 « « ).

4 = infestation très grave (plus de 150).

Le nombre d'éléments de référence pouvant varier selon la taille de ceux-ci.

On peut observer :

- Des grains de pollen; ils présentent généralement une surface irrégulière, parfois hérissée d'épines (fig. 29).

- Divers bacilles de la flore intestinale.

- Des levures; elles sont colorées en masse par toutes les colorations et peuvent bourgeonner (fig. 27) - Des gouttes de graisses; elles sont de taille irrégulière, rondes, et ne se colorent pas.

- Pour les préparations avec lamelle, des bulles d'air sont parfois présentes, elles sont rondes, bordées de noir, non colorées et de taille variable.

Après observation, si l'on souhaite conserver la préparation, il suffit de tremper cette dernière dans un récipient renfermant du toluène. Afin d'éviter toute émission de vapeurs toxiques, on doit utiliser un récipient présentant une fermeture hermétique (BORCHERT, 1970).

**PARASITES**

**Parasitisme**

Interne / Externe

**GERMES**

**Contamination**

Contact / Ingestion

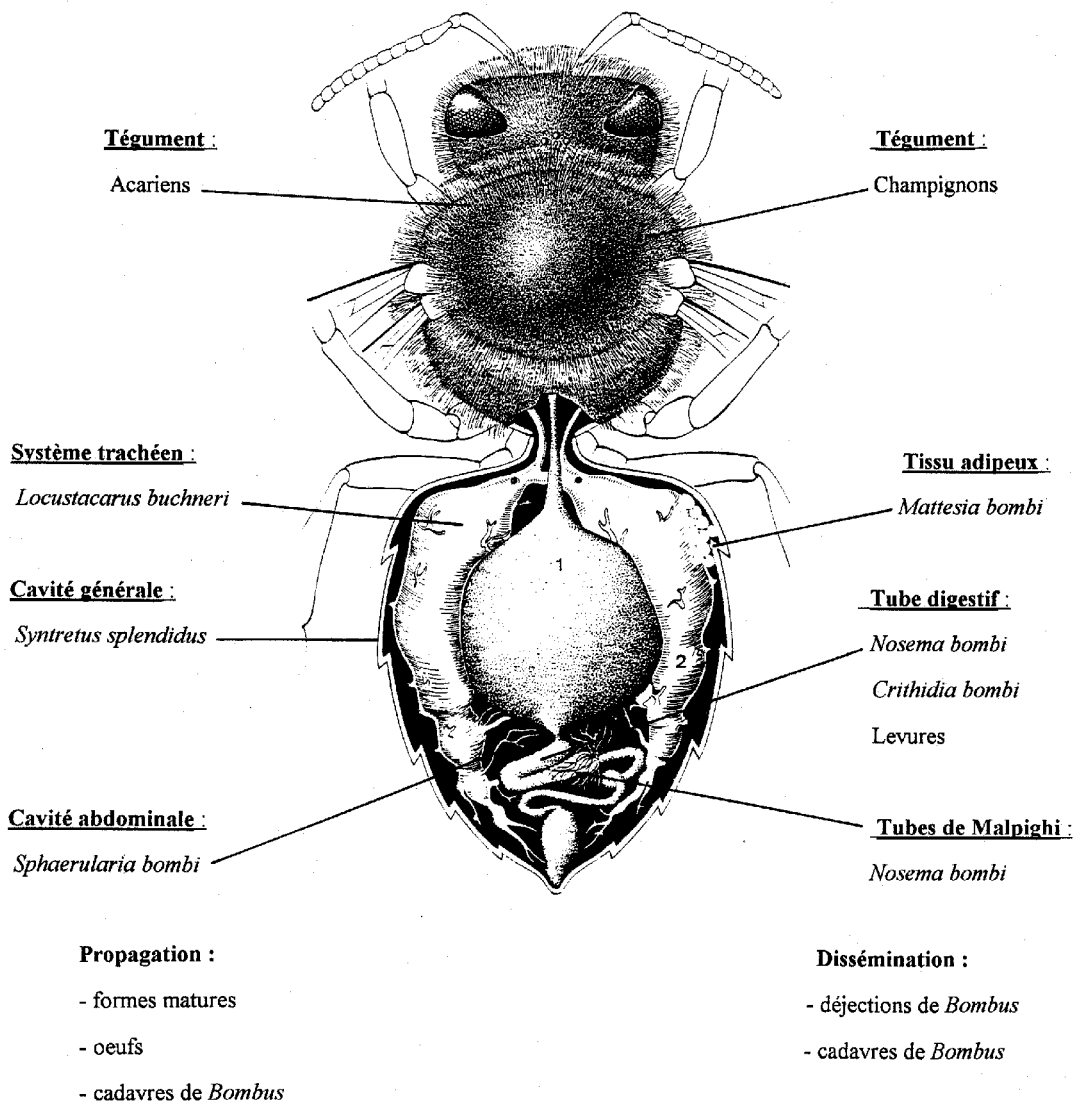


Figure 30 : Localisation des maladies parasitaires des Bourdons.

## VI/ OBSERVATION DES LAMES

Origine de l'échantillon	Organismes observés	Taille	Agent
Tronc trachéen 1er segment abdominal	(fig. 16)		Acarien: <i>Locustacarus buchneri</i>
Cavité abdominale	(fig. 17)	Mâles: 1,05 mm Femelles: 1,2 mm	Nématode: <i>Sphaerularia bombi</i>
Tube digestif Tubes de Malpighi (blanchâtres)	(fig. 18)	Spores ovales 4 - 6 µm x 2,3 µm	Protozoaire: <i>Nosema bombi</i>
Tissu adipeux (blanchâtre)	(fig. 19)	Éléments allongés 21- 27 µm x 5,4 µm	Protozoaire: <i>Mattesia bombi</i>
Contenu intestinal Déjections	(fig. 20)	En forme de poire: 3,4 x 5,4 µm	Protozoaire: <i>Crithidia bombi</i>
Hémolymphe	(fig. 21)	De qq. µm à qq. dizaines de µm	Champignon <i>Blastospore mycélium</i>
Tégument: Momie blanche	(fig. 22)	Spores légèrement sphériques 2-3 x 2- 2,5 µm	Champignon: <i>Beauveria bassiana</i>
Momie blanche	(fig. 23)	Spores légèrement elliptiques 2- 3 x 1- 1,8 µm	Champignon <i>Paecilomyces farinosus</i>
Momie verte	(fig. 24)	Spores allongées 6 - 8 x 2 µm	<i>Metarhizium anisopliae</i>
Momie verte	(fig. 25)	Spores rondes 2 µm	<i>Penicillium</i>
Momie jaune- verdâtre ou noire	(fig. 26)	Spores rondes 2 µm	<i>Aspergillus</i>
Tube digestif Déjections	(fig. 27)	Éléments ronds, ovales 1 - 4 x 1 -3 µm	Levures
Tube digestif Hémolymphe Déjections	(fig. 28)	Éléments cocciformes, bâtonnets, spores.	Bactéries diverses
Tube digestif Déjections	(fig. 29)	Formes diverses 10 - 100 x 10- 100 µm	Pollen

m.: micron = millième de millimètre.

La figure 30 récapitule la localisation des principales maladies parasitaires chez les Bourdons.

## VII/ MATÉRIEL

Liste du matériel nécessaire pour:

### 1) La préparation des frottis

- récipient pour tuer les insectes
- crayon a verre ou a encre indélébile
- plaque de liège
- épingles
- ciseaux fins
- pinces dures
- coton hydrophile
- alcool à 75°
- acétate d'éthyle ou éther
- lames (75 x 25 mm)
- lamelles (18 x 18 mm)
- loupe (x 5 à 10 fois).

### 2) La coloration

- bec Bunsen
- colorant
- papier filtre
- dispositif pour la coloration des lames
- eau.

### 3) L'observation

- microscope
- objectif x 40, pour l'observation des champignons
- objectif x 90 ou 100 (à immersion), pour l'observation des germes
- objectif x 10 ou loupe binoculaire pour l'observation des Acariens et des Nématodes
- oculaires x 10
- huile à immersion
- papier optique (nettoyage des objectifs, notamment à immersion).

### 4) La conservation des lames

- produit dégraissant
- boîte à lames.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Messieurs P. AUPINEL, M. MARCHAL et J.N. TASEI pour leur lecture critique de cette note.

## VIII/ BIBLIOGRAPHIE

- A.C.T.A., 1991 - Index phytosanitaire. p. 116.
- ALFORD D.V., 1968 - The biology and immature stages of *Syntretus splendidus* (Marshall)(Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) a parasit of adult Bumble-bee. Trans. R. Entomol. Soc. London, 120: 375-393.
- ALFORD D.V., 1975 - Bumble-bees. London: Davis-Poynter.
- ATHIAS-BINCHE F., 1994 - La phorésie chez les Acariens. Aspects adaptatifs et évolutifs. Perpignan. Ed. du Castillet. 179 p.
- BATRA L.R., BATRA S.W.T. & BOHART G.E., 1973 - The mycoflora of domesticated and wild Bees (Apoidea). Mycopathol. et Mycol. Appl., 49 ( 1 ), 13-44.
- BORCHERT A., 1970 - Les maladies et parasites des Abeilles. Edit. Vigot Frères, Paris VI, 486 p.
- BURNSIDE C.E., 1930 - Fungous diseases of the honeybee. U.S.D.A., Tech. Bull., 149; 142.
- CHMIELEWSKI W., 1971 - The mites (Acarina) found on Bumble-bees (*Bombus* Latr.) and in their nests. Ekol. Polska, 19 (4); 57-71.
- CLARK T.B., 1982 - Entomopoxvirus Like Particules in Three Species of Bumble-bees. J. Invertebr. Pathol. 39; 119-122.
- CUMBER R.A., 1949 - Bumble-bee parasites and commensals found within a thirty mile radius of London. Trans. R. Entomol. Soc. London, (A), 24; 119-127.
- EIJNDE J.V.D. & VETTE N., 1993 - Nosema infection in honeybees (*Apis mellifera* L.) and Bumble-bees (*Bombus terrestris* L.). Proc. Exp. Appl. Entomol. Nev.Amsterdam, Vol.4; 205208.
- FANTHAM H.B. & PORTER A., 1914 - The morphology, biology and economic importance of *Nosema bombi* n. sp., parasitic in various Bumble-bees (*Bombus* spp.). Ann. Trop. Med. Parasitol., 8; 623-638.
- GODFRAY H.C.J., 1994 - Parasitoids. Behavioral and evolutionary ecology. Monogr. in Behavior and Ecology. Princeton Univ. Press. 473 p.
- GORBUNOV P. S ., 1987 - Endoparasitic Flagellates of the genus *Crithidia* (Trypanosomatidae, Zoomastigophorea) from alimentary canal of bumblebees. - Zool. Zhurnal, 66 (2); 1775 - 1780 (En russe; résumé anglais).
- HOWELL J.F., 1967 - Biology of *Zodion obliquefasciatum* (Macq.)(Diptera: Conopidae). A parasite of the alkali bee, *Nomia melanderi* Ckll. (Hymenoptera: Halictidae). - Wash. Agric. Exp. Stn., Tech. Bull. 51; 1 - 33.
- HUSBAND R.W., SrNHA R.N., 1970 - A revision of the genus *Locus-acarus* with a key to genera of the family Podapolipidae (Acarina). Ann. Entomol. Soc. Amer., 63 (4); 1152 - 1162.
- JONGHE R. de, 1986- Crossing experiments with *Bombus terrestris terrestris* L. and *Bombus terrestris xanthopus* Kriechbaumer (1870), and some notes on diapause and noseose (Hymenoptera: Apoidea). - Phegea, Antwerpen, 14; 19 - 23.
- JORDAN R., 1962 - Befallt der Parasit *Nosema apis* Zander ausser dem Mitteldarm auch noch andere Organe der Biene ? Bienenvater, 83; 68-74.
- LINDNER P., 1920 - Zur Verfluchtungigung des Biobegriffes. - Bakteriolog. Zentralbl., 51; 143 .
- LIPA J.J. & TRIGGIANI O., 1980 - *Crithidia bombi* n. sp., a flagellated parasite of a Bumblebee, *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae). Acta Protozool.; 27, 287-290.
- LIU H.J., MACFARLANE R.P. & PENGELLY D.H., 1974 - *Mattesia bombi* n. sp. (Neogregarinida: Ophrocystidae), a parasite of *Bombus* (Hymenoptera: Apidae). J. Invertebr. Pathol., 23; 225-231

LUND A., 1954. Studies on the ecology of yeasts. Munksgaard. Copenhagen.

MACFARLANE R.P., 1976 - Fungi associated with Bombinae (Apidae, Hymenoptera) in North America. *Mycopathologia*, 59 ( 1 ); 41 - 42.

MACFARLANE R.P., LIPA J.J. & LIU H.J., 1995 - Bumble bee pathogens and internal enemies. *Bee World* 76 (3): 130 - 148.

MACFARLANE R.P., POUVREAU A. & ROBERT P., 1996 - The Bee fat body Sporozoan *Mattesia bombi* (Liu, Macfarlane & Pengelly, 1974): a possible Bumble Bee pathogen. (Sous presse). *J. Apic. Res.*

MOOSER J., 1958 - Das Vorkommen von Hefen bei Bienen, Hummeln, und Wespen. *Zbl. Bakteriologie, Parasitenkunde, Infekt. Krankh. Hyg.* 111 (1/5); 101-115.

POINAR G.O. Jr. & LAAN P.A. van der, 1972 . Morphology and life history of *Sphaerularia bombi*. - *Nematologica*, 18; 239 - 252.

POSTNER M., 1951 - Biologisch-okologische Untersuchungen an Hummeln und ihren Nestern. *Veroff. Museum f. Natur-Volker und Handelsk, Bremen, (A), 2;* 46-86.

POUVREAU A., 1973 - Les ennemis des Bourdons. Etude d'une zoocénose: le nid de Bourdons. *Apidologie*, 4(2); 103 - 148.

POUVREAU A., 1974 - Les ennemis des Bourdons. Organismes affectant les adultes. *Apidologie*, 5(1); 39-62.

POUVREAU A., 1991 - Problèmes pathologiques liés à la fondation des nids et au développement des colonies de Bourdons. Rapport interne.

ROYCE L.A. & KRANTZ G.W., 1989 - Observations on pollen processing by *Pneumo-aelaps longanalis* (Acari: Laelapidae), a mite associate of bumblebees. *Exp. & Appl. Acarol.*, 7: 161 - 165.

SCHMID-HEMPEL & SCHMID-HEMPEL R., 1988 - Parasitic flies (Conopidae, Diptera) may be important stress factors for the ergonomics of their Bumble-bee hosts. *Ecol. Entomol.*, 13; 469-472.

SCHMID-HEMPEL R. & SCHMID-HEMPEL P., 1989 - Superparasitism and larval competition in Conopid flies (Dipt.: Conopidae) parasitizing Bumble-bees (Hym.: Apidae). *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 62; 279-289.

SCHMID-HEMPEL P., MUELLER C., SCHMID-HEMPEL R. & SHYKOFF J.A. 1990 - Frequency and ecological correlates of parasitism by Conopid flies (Conopidae, Diptera) in populations of Bumble-bees. *Insectes Sociaux*, 37 (1), 14-30.

SCHMID-HEMPEL R. & MULLER C.B., 1991 - Do parasitized bumblebees forage for their colony? - *Anim. Behav.*, 41, 910 - 912.

SCHOUSBOE C., 1986 - On the biology of *Scu-acarum acarorum* Goetze (Acarina: Trombidiformes). *Acarologia*, 27 (2): 151 - 158.

SHOWERS R.E., JONES A. & MOELLER F.E., 1967 - Cross-inoculation of the Bumble-bee *Bombus fervidus* with the Microsporidian *Nosema apis* from the honey bee. *J. Econ. Entomol.*, 60(3); 774-777.

SHYKOFF J.A. & SCHMID-HEMPEL P., 1991. Incidence and effects of four parasites in natural populations of bumble bees in Switzerland. - *Apidologie*, 22; 117 - 125.

SKOU J.P., HOLM S.N. & HAAS H., 1963 - Preliminary investigations on diseases in Bumble-bees (*Bombus Latr.*). *Vet. Agric. Coll., Yearbook, Copenhagen;* 27-41.

SKOU J.P., 1967 - Diseases in Bumble-bees (*Bombus Latr.*). The occurrence, description and pathogenicity of

five Hyphomycetes. *Roy. Veter. & Agric. Coll. Denmark, Yearbook;* 134153.

USPENSKII V.D., 1949 - Bumble-bees and Nosema disease of honey bees. *Works of the XXVII Sess of the Vet. Sect. All-Union Lenin. Agr. Acad,* 16-; 93-97.

## IX/ GLOSSAIRE

- Adipeux (tissu): Masses de cellules contenant des lipides et généralement réparties dans toute la cavité du corps.
- Aleuriospore: Petite spore de champignon restant adhérente au mycélium formant une couche farineuse à la surface des colonies.
- Amibes: Protozoaires très répandus dans l'eau, le sol, les milieux humides et les organismes vivants. Peuvent devenir pathogènes quand elles se développent en grand nombre dans les tissus animaux.
- Biocénose: association des espèces animales ou végétales vivant dans un certain biotope ou dans une station donnée.
- Bioinsecticide: insecticide spécifique, dont la matière active est constituée par un germe (bactérie, champignon, virus... ) pathogène pour un ravageur donné.
- Biotique: qui a rapport aux organismes vivants.
- Cavité hémocélienne: la cavité générale des Arthropodes, pleine d'hémolymphe, est un hémocoel. L'hémolymphe retourne dans un sinus (= cavité péricardiale) péricardique entourant le coeur, lequel est généralement un canal longitudinal contractile perforé par des ostia qui reçoivent l'hémolymphe provenant du péricarde.
- Chaîne trophique (ou: chaîne alimentaire): suite d'êtres vivants dans laquelle les uns mangent ceux qui les précèdent dans la chaîne avant d'être mangés par ceux qui les suivent.
- Chitine: c'est le constituant universel du tégument des Arthropodes. C'est un polysaccharide azoté qui, hydrolysé à chaud par des acides forts concentrés, donne de la glucosamine, un sucre et des acides gras (acide acétique). La chitine pure est blanche, souple, élastique, perméable à l'eau.
- Chlamydo-spore: chez les Champignons, grosses cellules rondes, aux parois épaissies, qui passent à l'état de vie ralentie, conservent ainsi l'espèce pendant les périodes défavorables, puis germent en donnant naissance à un nouveau mycélium.
- Commensal: état d'un animal qui vit à côté d'autres êtres en profitant de leurs aliments mais sans se nourrir, comme les parasites, de leur matière organique.
- Corpora allata (ou: corps allates): petits corps cellulaires, ovoïdes, d'origine épithéliale, disposés par paires dans la paroi de l'aorte, près du ganglion hypocérébral, innervés par un nerf cérébral qui traverse le corps cardiaque correspondant. Les corps allates sécrètent l'hormone gonadotrope et celle qui contrôle le développement de l'insecte et particulièrement les métamorphoses.
- Corps d'inclusion: chez les Invertébrés, les maladies à virus provoquent souvent l'apparition de corps de nature protéique renfermant les virions.
- Cunelforme: en forme de coin.
- Deutonymphe: phase larvaire des Acariens; se situe

après la larve et la protonympe.

- Endoparasite: parasite vivant à l'intérieur des différents tissus ou dans les cavités internes du corps d'un organisme animal (ou végétal). S'oppose à ectoparasite.
- Enzootie (ou endémie): germe se développant d'une façon chronique dans une faible proportion d'individus.
- Épithélium: tissu composé de cellules formant une ou plusieurs couches, et qui revêt une surface externe (épiderme) ou interne (muqueuse).
- Epizootie (épidémie): maladie qui atteint un grand nombre d'individus.
- Exuvie: dépouille de la larve au moment de la métamorphose. Parties cuticulaires rejetées au moment des mues.
- Glandes salivaires (ou glandes labiales): débouchent dans la cavité buccale; elles sont en général associées au labium. S'ouvrent par un canal médian entre la base de l'hypopharynx et le labium, ou sur l'hypopharynx. Ces glandes salivaires peuvent être diversement spécialisées.
- Grégarines: protozoaires appartenant à la classe des Sporozoa, à l'ordre des Eugregarinida. Vivent dans le tube digestif ou la cavité générale des Invertébrés.
- Hémolymph: sang des Invertébrés, renfermant comme éléments figurés des hémocytes.
- Hormone gonadotrope: hormone qui régle la croissance des ovocytes à l'intérieur de l'ovaire et le développement des glandes annexes de l'appareil génital mâle. C'est une sécrétion des corps allates.
- Hypope: chez les Arachnides, forme intermédiaire, mobile ou immobile (forme de résistance).
- Infection latente: germe présent dans un hôte mais sans se multiplier.
- Inquilin: mode d'association d'un organisme avec un autre dans lequel le premier, dit «inquilin» ne demande au second, ou «hôte», qu'un abri sans prélever aucun aliment à ses dépens.
- Iridescent: qui à des reflets irisés.
- Microsporidies: protozoaires appartenant à la classe des Microsporea, ordre des Microsporida.
- Mycélium: développement filamenteux du champignon.
- Nécrophage: nom donné à un animal qui dévore les cadavres en putréfaction.
- Nématodes: métazoaires à symétrie bilatérale, cylindriques ou filiformes, revêtus d'une cuticule épaisse; téguments non ciliés. Ordre des Vers appartenant au groupe des Némathelminthes (Vers ronds).
- Parasitisme: état d'un organisme qui vit obligatoirement aux dépens d'un autre organisme d'espèce et de nature différentes, sans le tuer immédiatement. Cette association, avantageuse pour le parasite, est généralement mortelle pour l'hôte.
- Parasitoïde: larve d'un parasite qui tue son hôte à la fin de son développement.
- Phorésie: phénomène qui concerne les animaux qui se font simplement transporter par d'autres. Les deux animaux, une fois arrivés à destination, n'ont plus de rapport entre eux.
- Piriforme: en forme de poire.
- Prédateur: individu qui se nourrit aux dépens de plusieurs individus.
- Proboscis: trompe, organe de succion. Appareil buccal des Hyménoptères.
- Propodeum: chez les Hyménoptères, le premier segment abdominal quand il forme une partie de l'abdomen (= ensemble formé par le thorax et le premier

segment abdominal), étroitement attaché au thorax et en avant du pétiote.

- Protonympe: deuxième phase larvaire libre des Acariens caractérisée par la possession de 4 paires de pattes.
- Protozoaires: (ou Protistes, selon Haeckel): phylum du règne animal comprenant des animaux unicellulaires. Beaucoup sont parasites et certains d'entre eux pratiquent la symbiose.
- Puce: stade de repos chez tous les Insectes holométaboles (Lépidoptères, Coléoptères, Névroptères, Hyménoptères). Stade nymphal où la mue précédente s'arrondit en un «tonnelet» résistant, cachant complètement la nymphe immobile (Diptères).
- Sacs aériens: Les trachées, organes essentiels de la respiration, se renflent localement donnant des sacs aériens plus ou moins volumineux, dont la fonction n'est pas clairement démontrée.
- Saprophage: Organisme qui se nourrit de substances organiques en voie de décomposition.
- Sporée: Ensemble des spores; ce sont les organes de conservation et de propagation des champignons.
- Tégument: Squelette externe. Paroi du corps formée de trois couches: la cuticule, l'hypoderme et la membrane basale.
- Tergite: Pièce dorsale d'un segment. S'oppose à sternite.
- Tritonympe: Chez les Acariens, c'est le dernier stade larvaire avant le stade adulte.
- Trophozoïte: Premier stade de développement asexué.
- Tubes de Malpighi: Organes excréteurs des insectes, parfois séricigènes. Ce sont des tubes plus ou moins allongés, souvent aveugles, de nombre variable. Ils s'ouvrent par l'uropore dans la partie antérieure de l'intestin postérieur.