MYCOSE DES CENTRES NERVEUX CHEZ LE GRILLON DOMESTIQUE (*GRYLLUS DOMESTICUS* L.)

Par P. CAPPE DE BAILLON

A côté des champignons entomophytes susceptibles de causer la mort de leur hôte par asphyxie, en se développant à la surface des téguments ou dans les trachées, il en est un plus grand nombre dont l'action pathogène s'exerce à l'intérieur des tissus qu'ils envahissent de leur mycélium et finissent par remplacer.

La pénétration, dans ce dernier cas, s'effectue de diverses manières. Les spores germent sur les téguments et les perforent ; c'est le cas du *Penicillium penicilloïdes* (Delacroix) découvert et étudié par Delacroix chez le grillon champêtre ; ou bien elles germent à la surface du corps et quelques éléments du mycélium pénètrent dans les troncs trachéens d'où ils gagnent les tissus voisins, — chez un Orthoptère de la famille des Phasgonurides, l'*Antaxius Kraussi* Pol., le mycélium avait pénétré de cette façon jusque dans les trachées de l'ovipositeur, perforé leur paroi contiguë à l'hypoderme et étalé ses ramifications dans l'épithélium chitinogène sans pénétrer dans la cuticule ; — ou bien, enfin, elles envahissent l'hôte par la voie digestive. Roubaud (1911) a, le premier, signalé le fait comme probable ; ses recherches ont été confirmées depuis par un grand nombre de travaux.

Si l'on envisage le parasitisme au point de vue utilitaire, l'infection parasitaire par la voie digestive est, de tous les modes d'infection, le plus intéressant. Les spores avalées par un Insecte, à condition qu'elles soient capables de perforer les parois du tube digestif, sont, très vite et presque à coup sûr, dans un milieu favorable à leur développement ; celles qui sont projetées accidentellement ou par la main de l'homme sur les téguments, sont forcément sous la dépendance des conditions extérieures.

Il peut donc être utile de recueillir les observations relatives à ce mode d'infection et c'est la raison d'être de la présente note. Il y sera question des troubles nerveux occasionnés, chez un grillon domestique, par l'ingestion d'un champignon parasite.

1. Manifestations extérieures du parasitisme. — Le journal du laboratoire porte, à la date du 13 juillet 1919, les indications suivantes :

Gryllus domesticus L.

13 juillet. — Vers quatre heures du soir, une cage contenant une quinzaine de grillons est mise au soleil. Les jours précédents avaient été froids et les insectes, plus ou moins engourdis, étaient cramponnés à la toile métallique qui fermait le dessus de la cage de verre. Tout à coup un des grillons, une femelle, se laisse choir sur le fond et, aussitôt, commence à faire des bonds désordonnés (une dizaine environ) en se heurtant violemment contre les parois et contre le couvercle de la cage. Puis elle se renverse sur le dos, se relève, les élytres dressés perpendiculairement au corps, l'abdomen tour à tour contracté et dilaté comme par d'amples mouvements respiratoires. Une nouvelle série de bonds a lieu suivie d'un instant de repos dans une attitude bizarre : l'insecte a la tête contre terre, dans un angle de la cage ; il se tient archouté sur ses pattes postérieures démesurément tendues, les élytres soulevés, l'abdomen presque vertical. Bientôt il se dirige en titubant vers le milieu de la cage, s'arrête et, la tête contre la terre, exécute cinq ou six mouvements de rotation sur lui-même (1) ; il garde ensuite une immobilité complète pendant quelques minutes, debout, les pattes soulevant le corps le plus haut possible. Nouvelle série de bonds et nouvelle station à l'angle de la cage dans l'attitude décrite. Ces crises se renouvellent plusieurs fois, à peu près identiques, durant l'espace de trois heures. A sept heures du soir je quitte le laboratoire, laissant l'insecte immobile, debout, la tête appuyée contre la paroi vitrée.

14 juillet. — L'insecte est trouvé sur le dos, les pattes légèrement repliées. Mis sur la face ventrale, il est incapable de se tenir debout et de marcher. A un moment donné, sans aucune provocation, il ramène ses pattes postérieures sur le dos, les genoux près de la tête, et, de ses tarses, cherche à repousser un ennemi fictif qui le saisirait par la tête. Puis les pattes retombent mollement le long du corps et de nouveau c'est l'immobilité.

15 juillet. — Même état. Les mouvements sont de plus en plus rares. Je constate que les *pièces buccales* sont absolument immobiles ; les palpes, rigides, ne répondent à aucune excitation. Afin de conserver l'animal dans son état pathologique actuel et de rendre possibles des recherches histologiques ultérieures, je le sacrifie. Il est fixé au formol picro-acétique et conservé dans l'alcool à 80°.

2. *Nature de l'infection.* — De la simple lecture du journal il ressort assez clairement que la cause du mal devait être recherchée dans la tête. Les mouvements de rotation sur le front comme pivot, le geste très significatif de défense des pattes sauteuses, geste qu'il

(1) Je n'ai pas songé à noter dans quel sens s'effectuait la rotation.

est si facile de provoquer chez le grillon sain en le saisissant par la nuque avec des pinces, la paralysie des pièces buccales, étaient autant d'indices invitant à l'examen attentif de la chaîne nerveuse et, spécialement, des ganglions cérébroïdes. L'insecte ayant une antenne brisée à la base, l'autre, à un demi-centimètre de hauteur, il était permis de se demander si l'infection ne s'était pas effectuée par là ; mais impossible de faire autre chose que des conjectures ; rien à l'extérieur ne laissant entrevoir si l'agent de l'infection était une bactérie, un champignon ou une larve d'insecte (1).

Les coupes méthodiques, pratiquées tangentiellement au front, eurent bientôt fait d'écarter l'hypothèse d'une infection par les antennes ; nerfs antennaires et régions superficielles des ganglions cérébroïdes étaient absolument indemnes. C'est à la partie inférieure du lobe protocérébral droit, dans la région centrale du lobe, qu'apparurent les premiers indices précis ; la présence de quelques filaments mycéliens isolés ne laissait aucun doute ; il s'agissait d'une mycose.

En poursuivant la série des coupes, il fut aisé de constater que le foyer de l'infection était situé beaucoup plus profondément. Nombreux dans le lobe tritocérébral, les filaments mycéliens formaient un faisceau serré dans le cordon droit du collier œsophagien. Sur le plancher de la bouche, à l'entrée de l'œsophage, la cuticule était détruite et, dans le tissu sous-jacent, le mycélium constituait un feutrage serré d'où partaient, en rayonnant vers les appendices buccaux, des filaments isolés.

Dans le thorax et dans l'abdomen, aucun vestige d'infection, si l'on excepte quelques spores arrêtées dans le tube digestif au niveau du gésier. Vaisseau dorsal, chaîne nerveuse, intestins moyen et postérieur, ovaires, tissus adipeux et musculaire étaient intacts.

3. Identification du parasite. — Il eut été facile, en conservant le cadavre de l'insecte en chambre humide, d'obtenir le développement extérieur du champignon, mais rien ne laissait soupçonner qu'il s'agissait d'un champignon parasite et, de plus, il était intéressant de savoir à quel genre de lésion cérébrale rattacher les troubles observés, ce qui ne pouvait se faire qu'en fixant l'animal le plus vite possible.

Les éléments susceptibles de servir à la détermination du champignon ont été réunis dans la figure 1.

(1) On sait, en effet, depuis les belles recherches de Sasaki (1886), Marchal (1897, 1906), Pantel (1909), etc., que des larves d'insectes (Diptères, Hyménoptères) accomplissent les premiers stades de leur développement dans les ganglions cérébroïdes ou dans un des ganglions de la chaîne ventrale d'autres insectes. Dans un laboratoire où voisinent des insectes de toute provenance, ce mode d'infection est toujours possible.

Le premier groupe d'éléments, *a*, est constitué par des spores à membrane épaisse, dont le diamètre oscille entre $3\ \mu$ et $9\ \mu$. L'une d'elles, la plus volumineuse, porte des épaississements irréguliers et irrégulièrement distribués. Toutes ces spores se trouvaient dans la lumière de l'œsophage ; comme il est très possible que l'insecte ait avalé en même temps des spores appartenant à plusieurs espèces

FIG. 1. — *Gryllus domesticus* L. Mycélium et spores du champignon parasite. Ces éléments, disséminés dans les divers tissus de la tête, ont été réunis en trois groupes : *a*, spores libres de la lumière de l'œsophage ; — *b*, mycélium ; — *c*, formations terminales observées dans les lacunes sanguines. $\times 675$.

de champignons, elles ne sont d'aucune valeur pour l'identification du parasite.

Le second groupe, *b*, donne les divers aspects du mycélium à l'intérieur des tissus. Les filaments mycéliens ont $2\ \mu$, 1 à $3\ \mu$, 5 de diamètre ; ils sont cloisonnés, mais l'intervalle qui sépare les cloisons est de longueur variable.

Le troisième, *c*, réunit les principaux types de spores terminales que portent les filaments à l'intérieur des lacunes sanguines, au voisinage immédiat des trachées, dans la couche moyenne ou interne des cuticules immédiatement en contact avec l'air extérieur. Ces spores ont les formes les plus variées. Elles sont tantôt sphériques et peuvent atteindre alors jusqu'à $10\ \mu$, 4 de diamètre, tantôt allongées en fuseaux. La plus volumineuse de ces spores fusiformes, représentée en *c*, mesure $20\ \mu$ de longueur et $6\ \mu$, 8 d'épaisseur ; en dépit de la présence d'une surface d'insertion très apparente à l'une de ses

extrémités, cette spore, comme toutes celles représentées dans le même groupe, est une spore en voie de développement ; le contenu est très dense et basophile, la membrane réduite à une mince pellicule semblable à celle qui revêt les filaments jeunes.

Si l'on ajoute à ces données que les grillons occupaient une cage vitrée garnie de terre, qu'ils avaient pour abri des feuilles de marronnier desséchées et pour nourriture du pain humecté d'eau, on aura réuni toutes les indications concernant la nature du parasite, indications tout à fait insuffisantes, cela va sans dire, pour une détermination. Le seul caractère précis est la présence de cloisons dans le mycélium ; ce caractère appartient en propre au groupe des *Hyphomycètes*.

4. Mode de pénétration dans l'organisme. — C'est au niveau de la tête et, selon toute vraisemblance, par la voie buccale, que s'est effectuée l'infection. Les raisons qui militent en faveur de cette hypothèse sont les suivantes : 1) En dehors de la plaie occasionnée par la rupture des antennes, les téguments céphaliques ne portent aucune trace de blessure. 2) Il existe des spores en assez grand nombre à l'entrée de l'œsophage. 3) La paroi œsophagienne porte de nombreuses lésions cuticulaires. 4) Dans aucune région de la tête, les coupes ne montrent un amas de mycélium comparable à celui que l'on trouve dans les tissus qui forment le plancher de la cavité buccale et du pharynx.

Faut-il considérer les spores ingérées comme la cause de l'infection ? Plusieurs raisons tendraient à le faire admettre : 1) Ainsi qu'il a été dit plus haut, il n'existe de spores que dans la partie céphalique du tube digestif, exception faite, cependant, de quelques éléments isolés à l'entrée du gésier. 2) La cavité buccale et l'œsophage de l'insecte offraient à leur germination des conditions exceptionnellement favorables, à savoir : une cuticule lisse, — elle est couverte de saillies épineuses dans le jabot, — et sans cesse humectée par le produit des glandes salivaires. 3) Il est difficile de ne pas reconnaître un lien entre les spores et les lésions de la cuticule. Ces lésions sont de deux sortes.

Au niveau des régions déjà infectées et bourrées de mycélium, à la base de la langue, par exemple, la cuticule est désagrégée et présente, tout autour de la plaie, une zone caractérisée par la présence de nombreuses vacuoles qui lui donnent un aspect bulleux. Ce genre de lésion n'est pas provoqué par la germination des spores, il résulte plutôt de la mortification des tissus par le mycélium.

Le second type de lésions a un tout autre caractère. En plusieurs endroits, la surface de la cuticule tournée vers la lumière du tube digestif porte des taches sombres affectant dans les coupes la forme

de cupules ; peut-être n'est-ce là qu'un stade initial de l'infection.

La figure 2, *a*, représente deux lésions de ce genre ; en *b* et *c* ont été dessinées des lésions semblables à un stade plus avancé.

Un fait caractéristique est l'épaississement de la cuticule qui accompagne ou suit presque toujours le développement de la lésion. Cette particularité, à peine visible en *a*, est très apparente en *b* et, surtout, en *c*.

Quand la cuticule atteint une certaine épaisseur, *c*, on voit appa-

FIG. 2. — *Gryllus domesticus* L. Portions de coupes transversales de la paroi œsophagienne dans la région infectée ; *a*, *b*, *c*, stades successifs d'une lésion cuticulaire. $\times 675$.

raître, soit à l'intérieur de ses strates, soit appliqués contre sa face hypodermique, des éléments chromatiques intensément colorés qui représentent peut-être les tronçons isolés du premier filament mycélien, plus vraisemblablement les résidus d'amibocytes ayant provoqué par leur présence l'hypertrophie de la cuticule.

De Bary (1867), Giard (1892), Picard (1914) ont signalé le rôle joué par les amibocytes dans la défense de l'organisme attaqué par des champignons ; les amibocytes se portent en grand nombre et dès le début de l'attaque aux points de pénétration. Telle est bien, semble-t-il, l'interprétation qui convient à la figure 2, *c* ; les amibocytes, dont deux sont visibles à la limite de l'épithélium et de la cuticule, ont pénétré dans la cuticule et provoqué par leur présence son hypertrophie, constituant ainsi à l'organisme une barrière défensive.

Dans les plaies plus anciennes, la cuticule offre, à l'extérieur, une zone homogène dont la teinte ambrée tranche sur celle de la cuticule normale ; il est difficile de dire si cette altération résulte de la pénétration des spores ou de la réaction des amibocytes.

Quoi qu'il en soit, il est à remarquer que les plaies de ce genre ne recouvrent pas les régions hypodermiques infectées par le mycélium, que l'on trouve quelquefois, mais rarement, un filament mycélien jeune au voisinage de la plaie, que dans les régions déjà envahies, où les filaments courent en grand nombre entre la cuticule et l'épithélium ou même dans la zone interne ou moyenne de la cuticule, celle-ci ne présente pas de lésions comparables. Ces considérations ne suffisent-elles pas à attribuer aux spores et à elles seules les lésions intracœsophagiennes ?

5. Dégâts occasionnés par le parasitisme. — L'action du champignon parasite sur les tissus de l'hôte est à la fois directe et indirecte.

L'action directe est celle qu'il exerce sur les tissus envahis. Dans les régions où le mycélium est très développé, les éléments des tissus sont méconnaissables ; les tissus adipeux, musculaire, nerveux sont littéralement remplacés par un feutrage de filaments mycéliens qui, dans les coupes transversales, se présentent sous la forme d'éléments arrondis, tantôt clairs, tantôt sombres, et entourés d'un cercle blanc correspondant, sans doute, à la zone de digestion du tissu par le mycélium. Entre les filaments, on rencontre des noyaux, fréquemment en dégénérescence.

Aux endroits où le mycélium est plus rare, les tissus sont à peu près respectés. Les filaments mycéliens, plus longs, moins ramifiés, suivent fréquemment la direction des fibres nerveuses ou musculaires avec une tendance marquée à escorter les trachées, à se rapprocher de la cuticule externe, attirés, sans doute, par un chimiotactisme positif à l'égard de l'oxygène. La présence des hyphes n'entraîne pas nécessairement la mort immédiate de l'élément parasité ; il n'est pas rare de rencontrer des fibres musculaires parcourues par quatre ou cinq filaments et conservant une structure d'apparence normale.

L'action indirecte du parasite sur les tissus n'est pas moins dommageable pour l'hôte que l'action directe. Il a été dit, au début, que les appendices buccaux de l'insecte étaient paralysés ; rien ne prouve que cet état de choses ne fut pas déjà très ancien. Les tissus des régions de la tête non encore envahies par le mycélium offrent des traces très nettes de dégénérescence. Le fait est surtout frappant pour les muscles. Des faisceaux musculaires entiers sont formés de fibres en voie d'histolyse ; leurs contours sont flous, leurs myofibrilles, à striation atténuée ou effacée, sont dissociées et séparées

par de grandes lacunes. Cet état de choses est la conséquence probable de la suppression de l'activité fonctionnelle et celle-ci a pour cause évidente la destruction par le parasite des centres nerveux et de leurs conducteurs.

En réunissant les données fournies par l'observation de l'insecte vivant et par l'étude histologique, on est amené à conclure que l'infection datait de plusieurs jours. Des spores ingérées et probablement retenues à l'entrée du tube digestif par la sécrétion salivaire, ont germé sur le plancher de la cavité buccale et le mycélium a gagné les ganglions cérébroïdes après avoir détruit sur son passage un certain nombre de filaments nerveux. La poussée provoquée par la chaleur du soleil a fait pénétrer le mycélium dans un ou plusieurs centres moteurs jusque-là respectés et déterminé les troubles physiologiques décrits au début. Sans cette circonstance, l'animal serait probablement mort de faim quelques jours plus tard, car les pièces buccales, paralysées, ne lui permettaient plus de se nourrir et le tube digestif était, de fait, complètement vide.

RÉSUMÉ

L'envahissement des ganglions cérébroïdes par un champignon du groupe des Hyphomycètes, a provoqué chez un grillon domestique (*Gryllus domesticus* L.) des troubles de locomotion et déterminé la paralysie des pièces buccales. La présence de spores à l'entrée de l'œsophage et l'existence de nombreuses lésions sur la paroi œsophagienne permettent d'affirmer que l'infection s'est effectuée par la voie digestive. Le parasite a désorganisé la plupart des tissus envahis ; la destruction des centres et des cordons nerveux a entraîné la dégénérescence des fibres musculaires respectées par le mycélium.

BIBLIOGRAPHIE

- BARY (de). — Zur Kenntniss insectentödtender Pilze. *Botan. Zeit.*, 1867.
 GIARD (A.). — *L'Isaria densa* (Link) Fries, champignon parasite du hanneton commun (*Melolontha vulgaris* L.). *Bull. scient. France et Belgique*, XXIV, 1892.
 MARCHAL (P.). — Les Cécidomyes des céréales et leurs parasites. *Ann. Soc. Entomol. de France*, LXVI, 1897.
 — Recherches sur la biologie et le développement des Hyménoptères parasites. II. Les Platygasters. *Arch. de Zool. expér. et gén.* (4), IV, 1906.
 PANTEL (J.). — Notes de neuropathologie comparée. Ganglions de larves d'Insectes parasités par des larves d'Insectes. *Le Névrose*, X, 1909.
 PICARD (F.). — Les champignons parasites des Insectes et leur utilisation agricole. *Ann. de l'Ecole. nat. d'Agric.*, nouvelle série, XIII, 1914.
 ROUBAUD (E.). — Etudes sur les Stomoxydes du Dahomey. *Bull. Soc. Pathol. exotique*, IV, 1911.
 SASAKY (C.). — On the Life-history of *Ugimyia sericaria* Rondani. *Journ. Sc. Coll. of the Imp. Univ. of Japan*, 1886.