

# De l'utilisation des microbes entomophytes dans la lutte contre les insectes nuisibles et de la destruction par ces microbes des chenilles de la Pyrale du Maïs.

Par

Vitali Chorine.

Les ravages produits par les maladies infectieuses dans le monde des insectes utiles sont bien connus et il n'est pas à rappeler les différentes épizooties dont souffrent les abeilles et les vers à soie.

Ces épizooties sont causées ou par les champignons, comme, par exemple, les diverses mycoses des vers à soie, ou par les protozoaires, comme, par exemple, la nosema des abeilles et la pébrine des vers à soie; ou bien elles sont d'origine bactérienne: la loque européenne et américaine et les dysenteries des abeilles; la gattine et les flacheries des vers à soie.

Louis Pasteur, l'éminent savant français, fut le premier qui en 1870, étudia en détail, les flacheries et la pébrine des vers à soie, établissant en même temps la base scientifique de nos notions des maladies des insectes.

Il est évident que des épizooties semblables ne se trouvent pas seulement chez les insectes utiles, mais sont largement répandues dans la nature. En effet, nous possédons de nombreuses observations sur les épizooties chez un grand nombre d'insectes; comme exemple, on peut citer: les chenilles de *Limantria dispar*, les chenilles de *Malacosoma castrensis*, les chenilles d'*Euroa segetum*, d'*Arctia caja*, les chenilles de *Galleria mellonella*, les chenilles de *Pyrausta nubilalis*, les chenilles d'*Ephestia Kühniella*, les simulies, les différentes espèces de criques, les *Anopheles*, les diverses mouches... et cette liste pourrait se prolonger presque indéfiniment.

Mais, est-il possible de créer de larges épizooties artificielles dans le but de détruire les insectes nuisibles? Ce problème, d'apparence très simple, n'a pas encore reçu de solution définie. Il est vrai que le nombre des savants, qui ont étudié cette question, est très restreint.

En ce qui concerne les champignons, *Metchnikoff*, grand savant russe, fut un des premiers qui ait tenté d'infecter un coléoptère nuisible, *Anisoplia austriaca* avec *Entomophthora anisoplia*, qu'il a réussi à cultiver en grande quantité, sur des milieux artificiels.

L'application des champignons entomophytes dans la lutte contre les insectes nuisibles a été pratiquée en Russie par *Cienkovsky & Krassiltchik*; en France, par *Le Mout, Giard, Picard*, et d'autres savants; en Amérique, par *Taxner, Forbe, Sow*, et par d'autres encore. Il est à noter un travail intéressant de *Voukassovitch* sur ce sujet. Bien que les expériences du laboratoire donnent presque toujours des résultats positifs, au cours de l'application des champignons dans la nature, la destruction complète des insectes n'a jamais été obtenue. Ces succès partiels démontrent très nettement que les champignons entomophytes sont des ennemis terribles pour les insectes, et qu'ils pourraient très bien servir dans la lutte contre les insectes nuisibles. Malheureusement, les champignons entomophytes exigent pour leur développement des conditions spéciales: humidité, température favorable... etc. qu'on ne trouve pas toujours dans les conditions naturelles.

C'est la raison pour laquelle toutes les tentatives faites pour appliquer en grand cette méthode, comme remède contre les insectes nuisibles, n'ont donné jusqu'à présent que des résultats contradictoires.

Bien que, d'après *Kudo*, les chenilles de vers à soie s'infectent facilement avec les microsporidies par la voie buccale, l'utilisation pratique des protozoaires paraît très difficile, car jusqu'à présent on n'a pas réussi à les cultiver sur des milieux artificiels, et il est donc impossible de produire en grande quantité le matériel nécessaire pour la contamination. Il en est de même pour les maladies à cause peu connue, comme, par exemple, la poliedrie, dont souffrent plusieurs espèces d'insectes, ou avec les maladies causées par le virus filtrant.

Les travaux qui concernent les maladies bactériennes des insectes sont encore moins nombreux que ceux qui traitent des infections causées par les champignons. Toutes les études faites avant 1911 ont peu de valeur au point de vue pratique, car les microbes isolés n'étaient pas capables d'infecter les insectes par la voie buccale. Parmi ces travaux, ceux de *Metchnikoff* et de *Krassiltchik* sont les plus intéressants. Le premier a étudié la maladie d'*Anisoplia austriaca*, causée par le *Bacterium salutaris*; le second a étudié les maladies des vers blancs.

En 1911, *Félix d'Herelle* a observé au Mexique une épizootie très grave des criques, et il a réussi à isoler le microbe qui était la cause de cette maladie, qu'il a désigné sous le nom de *Coccobacillus acridiorum*. C'est le premier microbe qui possède la faculté d'infecter certains insectes, étant ajouté à leur nourriture.

Plusieurs tentatives de destruction des criques par ce microbe ont été faites en Amérique du Sud, et surtout en Afrique, pendant les années de 1914—1919, par d'Herelle et ses collaborateurs, parmi lesquels il faut citer en premier ordre Beguet, Sergeant, Velu et Mussò. Les résultats obtenus sont très intéressants.

De tous les faits recueillis par les auteurs, il ressort que les épizooties artificielles peuvent être créées expérimentalement et parfois d'une importance considérable. Les expériences de Velu surtout sont très démonstratives. Dans ses mémoires publiés dans le Bulletin de Pathologie exotique, il indique des cas où les épizooties furent tellement graves, qu'en certains endroits de champs, la couche des cadavres des sauterelles dépassait 10 centimètres d'épaisseur.

Cependant, malgré ces résultats isolés importants, tous les auteurs sont arrivés à conclure que le Coccobacille d'Herelle doit être surtout recommandé en supplément des traitements par les produits chimiques, parce que ces épizooties artificielles n'ont jamais amené la disparition complète des bandes de criques contaminées: elles étaient marquées seulement par une mortalité plus ou moins grande.

Cet insuccès tient surtout à la nature du microbe en question. Le Coccobacille de d'Herelle ne produit pas de spores, et sa vitalité est alors très limitée vis-à-vis des facteurs défavorables, tels que la sécheresse, la lumière solaire, etc... De plus, cette bactérie appartient à ce genre de microbes contre lesquels les insectes s'immunisent assez facilement.

Depuis, on a isolé encore quelques microbes très virulents pour les insectes, et qui peuvent les infecter en étant ajoutés à leur nourriture. Un microbe intéressant a été isolé par Glaser, des chenilles de *Limantria dispar*. Avec ce microbe, l'auteur a réussi à produire des épizooties artificielles dans les conditions naturelles qui, dans deux cas furent même très graves.

Ischiawata, au Japon, a isolé de *Bombyx mori* une bactérie, qu'il a désigné sous le nom de *Bacterium zotto*, et qui, dans certaines conditions, peut infecter les vers à soie pers.

White a obtenu quelques microbes très pathogènes pour les insectes. En premier lieu, il faut citer le *Bacterium larvae*, qui a été isolé aussi en Suisse par Burri, et qui cause l'épizootie (loque américain) chez les abeilles; le *Bacterium noctuarum*, qui peut infecter plusieurs espèces d'insectes en étant ajouté à leur nourriture; le *Bacterium sphigidis*, isolé de *Protoparce sexta* etc. Une bactérie intéressante a été isolée par Berliner des chenilles d'*Ephestia Kühniella*, qu'il a désignée sous le nom de *Bacterium thuringiensis*.

Les microbes qui infectent les insectes par la voie buccale, ont été encore isolés par Hollandre et Vernier de *Malacosoma castrencyis*; par Metalnicov, et moi-même, des chenilles de *Galleria mellonella* et des chenilles de *Pyrausta nubilalis*, etc...

Maintenant, je vais m'arrêter spécialement à l'étude bactériologique des chenilles de la Pyrale du Maïs.

Paillet, en 1927, a observé chez les chenilles de cet insecte des maladies provoqués par deux protozoaires. Zwölfer a de même, trouvé des chenilles malades. Des recherches spéciales sur les maladies microbiennes ont été entreprises par le professeur Metelnicov et moi, il y a plus de deux ans à l'Institut Pasteur de Paris.

En 1927, en automne, nous avons trouvé aux environs de Paris, une grande quantité d'armoises, infectée par des *Pyrausta*.

Parmi les milliers de chenilles que nous avons trouvées et examinées, il y en avait beaucoup de malades et de mortes.

Nous n'avons pas observé de vraies épizooties, car les chenilles de *Pyrausta*, comme on le sait, vivent séparément dans les tiges des plantes. L'analyse microscopique du sang des chenilles malades ou mortes, nous a toujours montré la présence d'un nombre immense de microbes, parfois en culture pure, parfois associés deux ou trois à la fois.

En ensemençant le sang des chenilles malades sur la gélose ordinaire, il nous a été possible d'obtenir, et quelquefois du premier coup, les cultures pures des microbes. Parmi plusieurs cultures obtenues, certaines, d'après leurs propriétés biologiques, ont été trouvées semblables; et il nous est resté définitivement neuf espèces différentes et bien définies, de microbes, dont nous avons étudié toutes les propriétés en détail.

Deux de ces microbes, que nous avons désignés sous le nom de *Coccobacillus ellingeri* et de *Vibrio leonardi*, se sont montrés extrêmement virulents pour les chenilles de la Pyrale du Maïs et les infectent par la voie buccale.

Les autres microbes ne les tuent qu'injectés dans le sang.

Depuis, nous avons isolé et étudié une série de microbes nouveaux, très pathogènes pour cet insecte.

Pendant l'automne de 1928, grâce à l'obligeance de Monsieur Tage Ellinger et de Monsieur Arthur Gibson, nous avons reçu du Canada 3.000 chenilles de Pyrale du Maïs, parmi lesquelles nous en avons trouvé une certaine quantité de mortes et de malades. Cette maladie était d'origine bactérienne, car sur les frottis du sang des chenilles malades on trouve toujours une très grande quantité de microbes. Il nous a été possible d'isoler de ces chenilles plusieurs souches de microbes, mais trois d'entre eux seulement peuvent infecter les chenilles de *Pyrausta per os*. Une de ces bactéries sporogènes est très virulente.

Tout dernièrement, grâce à l'obligeance de Monsieur Parker, il nous a été possible d'étudier une épizootie bactérienne de la Pyrale du Maïs, qui avait éclaté dans ses cultures, et il nous a été également possible d'isoler encore une série de microbes pathogènes pour les chenilles de la Pyrale du Maïs.

De plus, nous avons essayé de contaminer les chenilles de *Pyrausta per os* en employant les autres microbes qui causent les épizooties chez certaines espèces d'insectes, tels que le *Bacterium thuringiensis*, le *Coccobacillus acridiorum*, le *Bacterium galleriae* No 2, le *Bacterium prodigiosum*, isolé des vers à soie par Monsieur Toru Tateiwa au Japon, et qui cause une maladie du genre flacherie chez cet insecte, le *Bacterium zotto*, etc...

Parmi ces microbes, certains se montraient très pathogènes pour les chenilles de *Pyrausta* par l'injection, ainsi que par la contamination *per os*. Ce sont surtout le *Bacterium thuringiensis* et le *Bacterium galleriae* No 2, qui ont donné les résultats les plus encourageants. Parfois, il nous a été possible d'obtenir une mortalité de chenilles atteignant jusqu'à 95 à 100%, en ajoutant la culture en bouillon de ces bactéries à la nourriture des chenilles.

Les autres microbes sont moins virulents et contaminent les chenilles *per os* dans une proportion plus faible.

L'année dernière, Monsieur Husza tenta d'infecter *per os* les chenilles de Pyrale du Maïs avec *Bacterium thuringiensis* et, comme on le sait, il a obtenu de très bons résultats. Presque 100% des chenilles ont attrapé la maladie et sont mortes en peu de jours. Monsieur Prell a obtenu de pareils résultats avec ce microbe.

Les faits exposés jusqu'à présent démontrent que les chenilles de *Pyrausta* sont très sensibles vis-à-vis de plusieurs espèces bactériennes, et qu'elles s'infectent avec une grande facilité par la voie buccale.

Avant d'appliquer nos microbes dans les champs, nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences au laboratoire, afin d'étudier les différents facteurs qui influent sur la contamination des insectes *per os*, comme la température, l'humidité, etc... Nos recherches ont démontré que l'humidité ne joue pas un rôle important, tandis que la rapidité de la contamination des chenilles, *per os*, varie selon la température. A 37°, la contamination se produit plus vite. Elle est plus lente lorsque la température s'abaisse, mais la mortalité des chenilles reste égale quand la température varie de 20° à 37°.

Parmi les autres facteurs, il faut citer en premier ordre l'acidité de milieux de culture des microbes.

De nos observations, il ressort que le pH de milieux est très important, et ces observations ont été dernièrement confirmées par Monsieur Husza, à Budapest. Pour les (nos) microbes, le pH optimal varie de 7 à 7, 2. Les conditions d'une anaérobiose plus ou moins stricte de la culture agissent favorablement sur la virulence des microbes étudiés.

Avant de passer aux expériences, je vais m'arrêter sur un point très important pour ce problème: c'est la perte de virulence des microbes quand on les cultive sur des milieux artificiels. Les microbes sporogènes sont beaucoup plus résistants à ce point de

vue et leur virulence ne décroît pas d'une façon appréciable pendant des années. En ce qui concerne les microbes sporogènes, pour exalter leur virulence, il est nécessaire de faire les passages par les chenilles de *Pyrausta*.

Nos expériences du laboratoire, de contamination des chenilles de la Pyrale du Maïs, ont été faites dans de petits bocaux en verre et nous avons utilisé la tige d' *Artemisia vulgaris* pour nourrir les chenilles. Avant de donner l'armoise aux chenilles, par petits morceaux de 2 à 3 centimètres de long, nous les avons mouillés avec une culture faite dans le bouillon, ou avec une émulsion de microbes poussés sur milieux solides. Comme témoins, nous avons utilisé les chenilles de *Pyrausta*, mises dans un bocal avec les morceaux de tige d'armoise mouillés avec le bouillon stérile. L'analyse du sang des chenilles contaminées a été faite souvent, et ordinairement l'ensemencement du sang de ces chenilles donne du premier coup une culture pure du microbe qui a servi pour la contamination. C'est surtout avec le *Bacterium galleriae* No 2, avec le *Bacterium thuringiensis*, avec le *Vibrio leonardi*, avec le *Coccobacillus ellingeri*, et avec un des microbes du Canada que la mortalité des chenilles a souvent dépassé 95%. Parmi ces microbes, le *Bacterium thuringiensis* est le plus virulent et il donne des résultats très constants: il est très rare qu'une chenille survive à l'infection par cette bactérie.

Ces résultats une fois acquis, nous ont permis de tenter d'appliquer nos bactéries comme remède dans la lutte contre cet insecte en plein champ. Ces expériences n'ont pu être effectuées qu'avec l'aimable concours de Monsieur le Professeur Vouk, Directeur du Jardin Botanique de Zagreb, qui a bien voulu nous donner le champ pour les expériences ainsi que tout le matériel nécessaire pour le contaminer avec la Pyrale du Maïs; et que je remercie de son charmant accueil. Je me fais également un plaisir de remercier Monsieur Hergula qui m'a beaucoup aidé dans mon travail.

Maintenant je vais m'arrêter sur les expériences dans le champ.

Le champ des expériences, donné par le Jardin Botanique, a été ensemencé les derniers jours du mois d'Avril avec la «Dent de Cheval», non sélectionnée (espèce de Maïs la plus cultivée en Yougoslavie et surtout aux environs de Zagreb).

Nous avons pu expérimenter cette année avec plusieurs de nos microbes: *Bacterium galleriae* No. 2, *Coccobacillus ellingeri*, *Bacterium canadensis* et deux souches de *Bacterium thuringiensis* que nous avons isolées des chenilles d'*Ephestia kühniella* Zell. Les microbes sont sporules sauf le *Coccobacillus ellingeri* qui ne donne pas de spores.

Les expériences furent faites pendant les mois de Juin et de Juillet.

Les expériences préliminaires nous ont démontré que les cultures en bouillon donnaient de moins bons résultats que d'autres

milieux. Les cultures sont faites sur la gélose nutritive ordinaire et les récoltes sont émulsionnées. Pour savoir quel liquide convenait le mieux pour préparer l'émulsion nous avons exécuté toute une série d'expériences avec des bouillons, des solutions de peptones, de gélatine, eau physiologique, etc. . .

C'est l'eau distillée qui nous a donné les meilleurs résultats. C'est pourquoi nous l'avons utilisée pour préparer toutes les émulsions.

Les expériences ultérieures nous ont démontré que les vieilles cultures des microbes sporulés (de cinq à dix jours) donnent de meilleurs résultats que les cultures de vingt-quatre à quarante-huit heures qui contiennent peu de spores. C'est juste le contraire pour *Coccobacillus ellingeri* qui est plus actif en culture de vingt-quatre à quarante-huit heures.

Nous avons préparé nos cultures dans les tubes, sur gélose ordinaire. Le contenu de chaque tube était émulsionné dans 100 cent, cubes d'eau distillée et nous a servi pour arroser deux plantes de maïs. Les expériences spéciales sur la concentration optimale de l'émulsion doivent être encore faites. Pour chaque expérience nous avons pris 15 plantes qui furent arrosées avec des pulvérisateurs. Trois, dix jours après cette pulvérisation nous avons infecté les plantes avec les petites chenilles de *Pyrausta*. Chaque plante a reçu 50 chenilles.

Comme contrôle nous avons infecté par le même procédé 15 plantes qui n'avaient pas été pulvérisés avec les émulsions de bactéries.

Deux, trois semaines après l'infection, nous avons pu remarquer les premiers signes de l'activité des chenilles, sur les plantes de contrôle, et sur les plantes arrosées d'émulsions de *Coccob. ellingeri* et de *B. galleriae* No 2.

Les plantes arrosées avec des émulsions de *B. canadensis* sont presque indemnes, tandis que celles arrosées avec *B. thuringiensis* ne portent aucun signe de l'infection.

Cette différence est devenue encore plus évidente à la fin de la saison d'été.

En étudiant, à la fin du mois d'Août, les plantes qui furent traitées par les microbes, surtout par *B. thuringiensis*, nous avons pu constater qu'il y avait peu de plantes qui portassent quelque signe de la présence de la Pyrale du Maïs.

La récolte du maïs fut faite le 1<sup>er</sup> Septembre. Le nombre des chenilles fut compté sur chaque plante infectée. Les chiffres obtenus sont de plus démonstratifs. Nous donnons dans le tableau I le nombre des chenilles trouvées sur chaque plante traitée avec les émulsion de microbes et sur les plantes-témoins (non traitées).

TABLEAU I. — Nombre de chenilles trouvées sur chaque plante traitée et non traitée (témoin).

NUMEROS des plantes	Bacterium thuringiensis	Bacterium thuringiensis	Bacterium canadensis	Cocoba- cillus ellingeri	Bacterium galleriae No 2.	Mélange des microbes	Témoins
1 . . . . .	4	3	14	22	45	10	10
2 . . . . .	1	1	3	11	2	6	13
3 . . . . .	1	0	12	—	9	6	10
4 . . . . .	0	1	11	12	18	2	16
5 . . . . .	1	2	6	12	10	4	15
6 . . . . .	0	0	9	17	10	7	10
7 . . . . .	0	0	6	14	17	6	16
8 . . . . .	0	0	5	20	15	4	29
9 . . . . .	2	1	4	14	13	6	14
10 . . . . .	1	2	4	14	8	4	12
11 . . . . .	2	1	12	16	7	5	25
12 . . . . .	1	1	5	8	9	6	19
13 . . . . .	3	3	7	16	7	5	25
14 . . . . .	2	2	7	3	11	3	23
15 . . . . .	3	3	4	4	—	1	20
Total . . . . .	21	20	109	183	167	64	257
Chiffre moyen	1,4	1,3	7,8	13,1	11,9	4,3	16,7

Il est très intéressant de noter que les chenilles trouvées à l'intérieur des tiges des plantes traitées par le *Bacterium thuringiensis* étaient très petites et chétives, souvent deux fois plus petites que les chenilles des plantes témoins.

Les chenilles que nous avons trouvées dans les tiges des plantes traitées par le *B. canadensis* et par le mélange des microbes sont aussi plus petites que les chenilles normales.

Nous avons trouvé plusieurs fois, dans les plantes traitées par les microbes des chenilles mortes tout à fait noires. Nous avons isolé de ces chenilles plusieurs microbes que nous allons étudier.

Dans le Tableau II, nous donnons le nombre des épis fructifiés développés sur chaque plante et le poids moyen de 100 grains de toutes ces plantes.

Les résultats obtenus dans le champ avec nos bactéries et surtout avec le *B. thuringiensis* sont très encourageants. Il est évident que le nombre des plantes que nous avons expérimentées est

encore trop peu important, et que les expériences doivent être répétées sur une plus grande échelle. Plusieurs questions relatives à l'application des microbes dans la lutte contre la Pyrale du Maïs ne sont pas encore mises en lumière, mais ce que nous avons obtenu pendant ces dernières années nous fait espérer que le problème de l'utilisation des microbes dans la lutte contre la Pyrale du Maïs pourra se résoudre définitivement.

TABLEAU II.

	Nombre de grappes	Poids moyen de 100 grains
<i>Bacterium d'ephestiae</i> . . . . .	22	36,6
<i>Bacterium canadensis</i> . . . . .	22	36,6
<i>Cocobacillus ellingeri</i> . . . . .	19	31,3
Mélange de microbes . . . . .	24	35,8
<i>Bacterium galleriae</i> no. 2 . . . . .	21	35,6
Témoins . . . . .	17	30,9

Jusqu'à présent on ne connaît que quelques microbes qui puissent infecter certaines espèces d'insectes, étant ajoutés à leur nourriture. Les expériences de destruction des insectes nuisibles par ces microbes, ont été faites encore, seulement avec le *Cocobacillus acridiorum de d'Herelle*, qui, comme je l'ai déjà dit, ne convient pas très bien à ce but.

Les expériences de Glaser sur la destruction de *Limantria dispar* par le *Streptococcus disparis* ont été faites en nombre très restreint et condamner cette méthode est trop prématuré. Nous avons commencé nos études il y a seulement deux ans et les résultats obtenus sont très encourageants.

Le succès de cette méthode dépend de recherches ultérieures sur les microbes des insectes, sur leur physiologie qui est très peu connue jusqu'à présent; et aussi des études sur la composition des milieux de culture: comme je l'ai déjà dit, il est nécessaire de trouver un tel milieu, qui permettra de cultiver les microbes des insectes, sans qu'ils perdent leur virulence.

Des résultats satisfaisants ont été déjà obtenus, et il faut que ces études soient poursuivies.

Une fois que nous aurons obtenu les bactéries qui peuvent détruire les insectes nuisibles, et que nous saurons les appliquer, quel puissant moyen nous posséderons pour améliorer la récolte de nos champs!

## Littérature.

1. Aoki K. und Chigasaki I.: Mitteil. der med. Fakult. der Kaiser Univer. zu Tokyo. Bd. XIV, heft 1, 1915.
2. Beguet M.: Bulletin de la Société de Pathologie exotique, t. VII, pp. 651—653, Paris, 1914.
  - Annales de l'Institut Pasteur, t. 29, pp. 520—536, Paris, 1915.
  - Bulletin de la Société de Pathologie exotique, t. IX, pp. 679—682, Paris, 1916.
  - Annales de l'Institut Pasteur, T. 30, pp. 225—242, Paris, 1916.
- Beguet, Musso & E. Sergeant: Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, T. VIII, pp. 634—637, Paris, 1915.
3. Chorine V.: Comptes Rendus de la Société de Biologie, T. 95, p. 199, Paris, 1926.
  - Annales de l'Institut Pasteur, T. 41, pp. 1114—1126, Paris, 1927.
  - Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 186, p. —, 1928.
4. Giard A.: Comptes Rendus de la Société de Biologie, t. XLIII, p. 575, 1891.
  - Bulletin Scientifique de France et Belgique, t. XXIV, 1892.
5. Forbes S. A.: Illinois Agric. Exper. Station, N° 38, 1895.
  - Nineteenth report. Entom. Station Illinois, 1895, p. 16—141.
6. Glaser R. W.: Journ. Agr. Research, vol. XIII, Washington, pp. 515—522, 1918.
7. d'Herelle F.: Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 152, p. 1413, 1911.
  - Comptes Rendus Académie des Sciences. t. 154, pp. 623—625, Paris, 1912.
  - Annales de l'Institut Pasteur, t. 28, pp. 280 et 387, 1914.
  - Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 161, pp. 503—505, Paris, 1915.
  - Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, t. VIII, pp. 629—633, Paris, 1915.
  - Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, t. IX, f. 3, 1916.
8. Hollande A. & Vernier P.: Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 171, p. 206, Paris, 1920.
9. Husz B.: International Corn Borer Investigations Scient. Reports, 1927—1928. E.
10. Krassiltchik: Revue générale d'Agriculture et de Viticulture mérid. 5. juin 1888.
  - Mém. de la Soc. des Naturalistes de la Nouvelle Russie, t. XI, 1<sup>o</sup> partie, 1886 (Translated by Giard in le Bulletin Scientifique du Nord de la France).
  - Mémoires de la Société Zoologique de France, 1893.
11. Le Moutil I.: Comptes Rendus Académie des Sciences, 3 nov. 1890 et 3 août 1891, Paris, 1890—1891.
  - Bourges 1912.
12. Metalnikov S.: Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 175, pp. 68—70, Paris, 1922.

- Metalnikov S. & Chorine V.: Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 185, p. 546, Paris, 1928.  
 - Annales de l'Institut Pasteur, t. 42, p. 1635—1661, 1928 et + — 43 p. 136 — 152, Paris 1929.
13. Metchnikoff E.: Maladie des Hametons du blé (*Anisoplia austriaca*) (en russe), Odessa 1879.
14. Musso: Annales de l'Institut Pasteur, t. XXX, pp. 319—329, Paris, 1916.
15. Paillot A.: Comptes Rendus Académie des Sciences, t. 185, pp. 672—675, Paris, 1927.
16. Pasteur L.: Études sur la maladie des vers à soie 1870.
17. Picard F.: Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, Nouvelle série, t. XIII, f. 2—3, 1913—1914.
18. Sergent E. & Lheritier A.: Annales de l'Institut Pasteur, t. 28, pp. 408—419, Paris, 1914.  
 Sergent E.: Annales de l'Institut Pasteur, t. XXX, pp. 209—224, Paris, 1916.
19. Snow F. H.: 21 st. Ann. Report Entom. Soc. Ontario, pp. 93, 1890.
20. Velu & Boïn A.: Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, t. VIII, pp. 638—641, Paris, 1915.  
 Velu H.: Annales de l'Institut Pasteur, t. XXX, p. 389—421, Paris, 1916.  
 - Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, t. IX, pp. 682—684, Paris, 1916.  
 Annales d l'Institut Pasteur, pp. 277—290, Paris 1917.  
 - Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, t. XII, p. 362, Paris 1919.
21. Voukassovitch: Annales des Épiphyties, 11<sup>e</sup> année, N<sup>o</sup> 2, 1925.
22. White G. F.: U. S. Department of Agric. Bureau of Entomology. Circular 809, pp. 1646, March 10, 1920.  
 - Journ. of Agric. Research, vol. XXVI, pp. 477—486, Washington, 1923.  
 - Journ. of Agric. Research, vol. XXV, pp. 487—496, Washington, 1923.