

## DESCRIPTION D'UN *BACILLUS CEREBUS* CRISTALLOPHORE DU TUBE DIGESTIF DE L'ABEILLE NORMALE

CONSIDÉRATIONS PRATIQUES CONCERNANT CETTE CONSTATATION

C. TOUMANOFF

avec la collaboration technique d'Arlette FRANÇOIS

*Institut Pasteur, Paris*

---

### SOMMAIRE

Une bactérie aérobie sporogène appartenant au genre *Bacillus* a été isolée de l'intestin grêle et de l'ampoule rectale des abeilles prélevées des ruches du rucher expérimental de Bures-sur-Yvette.

La description de cette bactérie est présentée dans cette publication. Il s'agit d'un germe sporogène et cristallophore appartenant au genre *Bacillus*, très proche de *B. cereus* var. *alesti*, TOUMANOFF et VAGO, 1951.

Ce bacille s'est montré extrêmement virulent pour les chenilles de la petite fausse teigne (*Achroia grisella* L.).

Il s'agit d'une première constatation de la présence d'une bactérie aérobie sporogène, pathogène pour les *Lépidoptères*, chez les abeilles saines, qui semblent pouvoir ainsi contribuer à la dissémination de ces bactéries.

Cette observation est importante, selon l'Auteur, et pourrait être exploitée pratiquement, afin de contribuer à la dispersion par les Abeilles dans la nature, de bactéries pathogènes pour les insectes nuisibles.

---

### INTRODUCTION

Au cours de l'année 1962, en examinant le contenu intestinal des abeilles provenant du rucher de la Station de Recherches apicoles de Bures-sur-Yvette, nous avons observé entre autres dans l'intestin grêle, et aussi dans l'ampoule rectale, des bacilles Gram-positifs ainsi que des spores.

### MATÉRIEL ET TECHNIQUE

Les abeilles bien portantes étaient placées dans des cagettes identiques à celles qui furent utilisées antérieurement dans les essais d'intoxication de ces insectes par F (cf. photos TOUMANOFF, ces Annales, 1962).

Pour les ensemencements, le tube digestif presque entier (jabot, œsophage, estomac, intestin grêle et ampoule rectale) fut extrait du corps de l'Abeille.

La tête de l'insecte étant enlevée avec des ciseaux flambés, on tire doucement et on arrache la partie postérieure du corps avec le dernier segment.

Le tube digestif composé des parties mentionnées est alors rapidement placé dans une boîte de Pétri stérile. On découpe ensuite avec des petits ciseaux stériles, et on sépare les différentes parties du tube digestif.

Ces différentes parties furentensemencées séparément dans le bouillon.

Cetensemencement était accompagné d'une délacération de la parcelle du tube digestifensemencé.

Lorsque plusieurs germes poussaient dans le bouillon, nous procédions à leur séparation ultérieure.

Il s'agissait dans l'ensemble d'une technique habituelle pour l'isolement des bactéries, technique accomplie dans les conditions de stérilité absolue.

## RÉSULTATS

Ces bacilles, sans présenter une pullulation spéciale, coexistent dans le tube digestif avec d'autres germes.

Nous avons pu séparer ce bacille et l'étudier, et nous présentons ci-dessous ses caractéristiques.

Germe modérément mobile, dont les éléments, dans la culture de 24 heures sur gélose, se présentent sous l'aspect de bâtonnets à bouts arrondis et dont les dimensions varient de 1,4 à 8,4  $\mu$ . Sur gélose ordinaire, dans la culture de 24 heures, les éléments sont soit séparés, soit forment des chaînettes de 40  $\mu$  ou plus longues, celles-ci s'observent surtout dans les cultures âgées de 5 jours ou plus.

La sporulation commence en général 24-48 h après l'ensemencement, et, les spores, subterminales, ovales ou subovales, sont de 0,7 à 1,5  $\mu$  de longueur.

Dans le protoplasme de ces bacilles, nous avons décelé la présence d'inclusions cristallines d'une forme rhomboïde, qui caractérise certains *cereus* pathogènes pour les insectes.

Ces inclusions mises en liberté dans le milieu de culture mesuraient de 0,7 à 1,4  $\mu$  de diamètre. La présence de ces cristaux nous incita tout particulièrement à effectuer l'étude de ce bacille.

La culture de 24 h sur *gélose ordinaire* a l'aspect d'un enduit blanc assez épais, brillant et gras. Cet aspect ne se modifie pas d'une manière sensible dans les cultures plus âgées.

Sur le *bouillon ordinaire* de 24 h, on observe un trouble uniforme ; au bout de 72 h, il y a formation d'un dépôt, au fond du tube. Pas de pellicule, ni d'anneau à la surface du milieu.

*La gélatine* est liquéfiée rapidement 24 h après l'ensemencement, le milieu prenant alors l'aspect d'un bouillon trouble.

Sur la *gélose au rouge neutre*, légère croissance déjà 24 h après l'ensemencement, qui devient forte en 72 h ; faible couche en surface et tout le long de la piqûre, sans formation de gaz.

Le milieu reste cependant non modifié après 1 mois et l'on n'y observe ni fluorescence, ni décoloration sensible.

La croissance sur *pomme de terre* se fait déjà en 24 h sous l'aspect d'un enduit légèrement brunâtre, qui devient brun rougeâtre au bout de 72 h, la couleur s'intensifiant avec le temps.

Le *sérum coagulé* et le *milieu de Loeffler* sont attaqués au bout de 48 heures. Liquéfaction partielle (1 cm et 1,5 cm de hauteur) pour chacun de ces milieux.

Le *lait tournesolé* reste sans changement au bout de 24 h ; virage et digestion commencent au bout de 72 h. Cette dernière est totale en 10 jours, la moitié supérieure du milieu demeurant d'un violet foncé ; décoloration totale en 3 semaines.

Dans le *petit lait tournesolé*, pâlissement au bout de 48 h, décoloration totale en trois semaines.

En *gélose profonde*, croissance tout le long du trait d'ensemencement et en surface ; le bacille est donc anaérobie facultatif.

Pas de noircissement de la *gélose au sous-acétate de plomb*.

Le germe est sans action sur arabinose et dulcitol et n'agit que très faiblement sur le galactose et le lactose. Il fait fermenter en 24 h le lévulose, le maltose, le glucose et, au bout de 48 h le saccharose.

L'épreuve de la catalase est positive. Il y a formation d'*acétylméthylcarbinol* (épreuve sur le milieu de Clark).

Le bacille ne réduit pas les nitrates.

Les épreuves de la production d'*indol* et d'*urée* ont été négatives. Sur la *gélose au sang*, on observe une hémolyse assez notable au bout de 24 heures.

Sur le *milieu gélose à l'œuf*, la croissance est forte et s'accompagne d'un blanchiment très rapide qui dénote la production de *lécithinase*. Le pigment rouge se forme au fond du tube déjà au bout de 24 heures, la surface du jaune est parfois entièrement envahie par le pigment.

L'ensemble de ces caractères nous fait conclure qu'il s'agit dans ce cas d'un *cereus* cristallophore.

Du point de vue taxonomique ce germe se rapproche le plus de *B. cereus* var. *alesti* et *B. cereus* var. *euxoae*, et davantage de la première de ces variétés.

Il ne réduit pas cependant les nitrates en nitrites, comme *B. cereus* var. *alesti*, et, sur ce plan, se rapproche de *B. cereus* var. *euxoae*, dont il diffère par son action plus faible sur le *sérum coagulé* et le fait qu'il produit le pigment sur la *gélose à l'œuf*, et, ce qui est fort curieux, ne produit pas celui-ci sur le *jaune d'œuf coagulé à 80°*, comme c'est le cas de *B. cereus* var. *euxoae*.

Il se différencie d'autre part d'autres bactéries aérobies sporogènes par l'aptitude à fermenter, quoique très faiblement, le mannitol.

Ces caractères ne sont pas, il nous semble, suffisants pour pouvoir faire du germe isolé des abeilles une variété nouvelle et spéciale, et nous le rattachons ainsi au groupe de *B. cereus* var. *alesti*.

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

D'après nos connaissances, c'est la première fois qu'on constate la présence, chez plusieurs abeilles prélevées des ruches dans des conditions naturelles, d'un bacille appartenant à ce groupe.

On a trouvé jusqu'ici dans le milieu de la ruche, non pas chez les abeilles, mais chez les *Galleria mellonella*, mortes et malades, deux formes de *cereus* : *Bacillus cereus* var. *galleriae* isolé par SCHWETZOWA en U. R. S. S. et *Bacillus cereus* var. *thuringiensis*, dont nous avons donné les descriptions dans une publication antérieure (TOUMANOFF et LE CORROLLER, 1959).

La flore bactérienne des abeilles normales a fait l'objet d'un certain nombre de travaux, mais il reste à ce point de vue encore beaucoup à faire. Les représentants des divers genres des bactéries et des bacilles ont été isolés du tractus digestif des abeilles. Il faut dire toutefois qu'il est plutôt rare de voir la description détaillée des germes isolés, et surtout en ce qui concerne les représentants du genre *Bacillus*.

Néanmoins ce sont *B. subtilis*, *B. mesentericus* et *B. mycoides*, à juger des travaux anciens, qui ont été surtout décelés dans la flore intestinale des abeilles adultes. A ce moment, on distinguait du reste d'une manière imparfaite, les représentants du genre *Bacillus* et l'espèce *B. megaterium* était souvent confondue avec *B. cereus* par exemple.

On n'ignore pas actuellement que, parmi les espèces de ce genre, ceux appartenant à l'espèce *Bacillus cereus*, dotés de cristaux toxiques qui siègent dans leur protoplasme (*B. cereus* var. *thuringiensis*, var. *alesti*, var. *sotto*, etc.), sont extrêmement virulents pour les larves de Lépidoptères, et qu'on les utilise même dans la pratique, en les pulvérisant dans les champs envahis par les chenilles qui les ravagent. (ANGUS, 1955 ; FITZ-JAMES, TOUMANOFF et E. YOUNG, 1958 ; TOUMANOFF et coll., 1950-1962.)

Quelques essais ont été faits par divers auteurs, tant sur les colonies d'abeilles qu'au laboratoire, sur les abeilles placées dans des cagettes, afin de reconnaître l'effet de ces germes et plus particulièrement de *B. cereus* var. *thuringiensis*, sur ces insectes.

Ces essais ont démontré que les *cereus* cristallophores, même administrés à des doses très fortes sont sans effet sur les abeilles. (FISCHER et ROSNER, 1959 ; LECOMTE et MARTOURET, 1959 ; STUTE, 1960, KRIEG et HERFS, 1962 ; KRIEG, 1962).

Nos expériences personnelles qui sont restées inédites, ont confirmé ces constatations en démontrant qu'une variété de *B. cereus* cristallophore : *B. cereus* var. *alesti*, très pathogène pour les chenilles de divers Lépidoptères, est sans action sur les abeilles, même à des doses très fortes.

Or comme on peut le juger par le tableau ci-après, le *Bacillus cereus* var. *galleriae* se distingue fortement de *B. cereus* var. *euxoae* et *alesti*.

Il en est de même en ce qui concerne la variété *thuringiensis* isolé par WEISER d'*Ephestia Kuhniella*, dont la description a été donnée ailleurs et qui pourrait être introduite dans les ruches par *Galleria* ou par *Ephestia Kuhniella*; car la mite de la farine peut pénétrer, comme on le sait, également dans les ruches ou y être introduite par l'apiculteur avec les succédanés du pollen.

Il n'est cependant pas à exclure que la souche de *cereus* cristallophore que nous avons isolée des abeilles, soit un jour rencontrée chez les chenilles de *Galleria mellonella* ou d'*Achroae grisella*.

En effet nous avons constaté que ce germe était extrêmement pathogène pour les chenilles de la petite fausse teigne *Achroia grisella*.

Nous avons utilisé dans nos essais de contamination une vieille culture de deux mois, riche en inclusions cristallines et en spores.

<i>Bacillus cereus</i>	Var. <i>galleriae</i> (souche d'U. R. S. S.)	Var. <i>alesti</i>	Var. <i>euxoae</i>	<i>Bacillus cereus</i> var. isolé d'abeille
Bouillon ordinaire	Cult. ++ Trouble important, pas de dépôt	Trouble uniforme avec formation d'un dépôt au fond du tube. Pas de pellicule ou anneau	Trouble, puis culture sous forme de flocons dans le fond du tube	Trouble uniforme puis dépôt dans le fond du tube
Gélose ordinaire	Cult. ++ en film mat blanchâtre	Enduit épais blanc brillant gras	Enduit blanc mat cireux	Cult. sous forme d'un enduit blanc brillant
Gélose profonde	Aérobic-anaérobic Gaz +	aérobic anaérobic	aérobic anaérobic Gaz +	aérobic anaérobic Gaz —
Gélose à l'œuf	Blanchiment tardif et incomplet	Blanchiment pigment rouge	Blanchiment, pas de pigment, mais pigment sur jaune d'œuf coagulé	Blanchiment; pigment rose dans le fond du tube avec ou non extension ultérieure du pigment. Pas de pig. ds. jaune d'œuf coagulé
Gélose glucosée au rouge neutre	Pas de modification	9 jours pas de fluorescence, pas de décoloration sensible	Pas de virage ni fluorescence ni décoloration	Très faible virage (décoloration) au bout de 10 jours
Gélose au sang	Noircissement du milieu, pas d'hémolyse	Hémolyse assez nette	Pas d'hémolyse	Pas d'hémolyse
Gélose au plomb	Pas d'H <sub>2</sub> S	Pas d'H <sub>2</sub> S	Pas d'H <sub>2</sub> S	Pas d'H <sub>2</sub> S
Sérum coagulé et milieu de Loeffler	Cult. ++ blanche mate, digestion ± (lente)	9 j après, pas d'action; 1 mois digestion légère	Liquéfaction lente totale au bout d'un mois	Dislocation du milieu au bout d'un mois, liquéfaction sur 1 cm de profondeur
Pomme de terre	Cult. ++ (en choufleure) Brunissement ++	Cult. grasse brillante rouge brique	Culture brune-épaisse	Culture abondante d'un brun rougeâtre
Lait tournesolé	Pas de virage digestion ± (lente)	Digestion totale avec décoloration du milieu	Digestion totale au bout d'1 mois	Virage puis digestion lente (10 j)
Petit lait tournesolé	Virage complet mauve (4 jours)	Aucune modification	Aucune modification	Décoloration en 48 h pas de caméléonage
Sucres fermentés en 24 h à 48 h (en eau peptonée au rouge de phénol)	Glucose, lévulose, maltose, saccharose, dextrine	Glucose, lévulose, saccharose, et maltose	Glucose, maltose et plus faiblement saccharose ainsi que xylose	Glucose, amidon, lévulose maltose. Très faible fermentation mannite, lactose saccharose
Urée Indol	Uréase 0 Indol 0	Uréase ± (faible) Indol 0	Uréase 0 Indol 0	Uréase 0 Indol 0
A. M. C. Rouge méthyle	A. M. C. + R. M. 0	A. M. C. + R. M. 0	A. M. C. + R. M. 0	A. M. C. + R. M. 0
Catalase	+	++	+++	+
Nitrites Nitrates	+	+	—	—

La mort des insectes se produisait en un délai de 24 à 120 heures et la septicémie était précédée de l'intoxication amenant la paralysie (1).

Apparemment le germe s'est montré même plus pathogène pour la petite fausse teigne que *Bacillus cereus* var. *alesti* pour la grande.

Nos expériences ayant été accompagnées de témoins, il ne peut être question d'un hasard, les témoins étant restés vivants et le germe isolé des chenilles mortes attestant tous les caractères qui sont mentionnés dans sa description.

Peu de choses sont connues actuellement quant à l'apparition et surtout à la propagation des infections bactériennes des Lépidoptères dans la nature.

Une large part revient certainement à l'ingestion par les chenilles des spores des bactéries aérobies sporogènes et aussi de leurs inclusions cristallines avec les poussières provenant des cadavres de leurs congénères ayant succombé à la maladie.

PASTEUR a démontré, en effet, que les poussières des magnaneries ingérées par les vers à soie propagent la flacherie dans les élevages où cette affection n'était pas observée.

Il fut établi aussi que les Hyménoptères prédateurs peuvent contribuer à la transmission de l'infection d'une chenille à une autre lorsque leur tarière est souillée par des bactéries, soit se trouvant dans le milieu environnant (METALNIKOFF et CHORINE, 1937), soit lorsqu'on met ces insectes en contact avec une culture d'une bactérie pathogène (TOUMANOFF, 1959).

L'importance du rôle que peuvent jouer les abeilles dans le transport et la dissémination des germes pathogènes pour les larves des Lépidoptères n'était pas envisagée jusqu'ici, à notre connaissance.

Notre constatation apporte une preuve irréfutable que, dans les conditions naturelles, les abeilles peuvent véhiculer les germes pathogènes pour les larves d'insectes Lépidoptères nuisibles.

Cette circonstance rend les abeilles doublement utiles d'une manière indirecte à l'agriculture : 1<sup>o</sup>) en tant que pollinisatrices des plantes, et 2<sup>o</sup>) en tant qu'agents qui véhiculent les bactéries pathogènes pour certains parasites des plantes cultivées.

L'innocuité des germes cristallophores de *B. cereus* pour les abeilles, incite à penser que ces insectes pourront non seulement favoriser la dissémination des spores des bactéries pathogènes, en ingérant le pollen qui peut les contenir, mais aussi être utilisées pratiquement, et expérimentalement pour la lutte bactériologique.

En nourrissant les abeilles avec du sirop de sucre contenant les spores des bactéries aérobies sporogènes ou bien en ajoutant les spores dans les points d'eau visités par les abeilles, on pourrait certainement contribuer utilement à la dissémination de ces bactéries.

Rien ne s'oppose d'autre part, afin de favoriser cette dissémination des bactéries et leur transport dans la nature, à effectuer l'introduction de leurs spores à l'intérieur

(1) Ce bacille a été communiqué à Monsieur le Docteur AFRIKIAN qui a travaillé dans notre service en 1962-63.

Les inclusions cristallines extraites de ce bacille se sont avérées extrêmement toxiques pour les vers à soie. Les diverses fractions protéiques qu'il a isolé du même germe ont montré également une toxicité mais plus variable.

Cette souche cristallophore est, ainsi comme nous l'avons conclu d'après les expériences faites sur *Achroia grisella*, une véritable souche entomophile.

Les faits concernant l'extraction des inclusions cristallines et fractions protéiques de cette souche ainsi que leur toxicité seront relatés ultérieurement par AFRIKIAN.

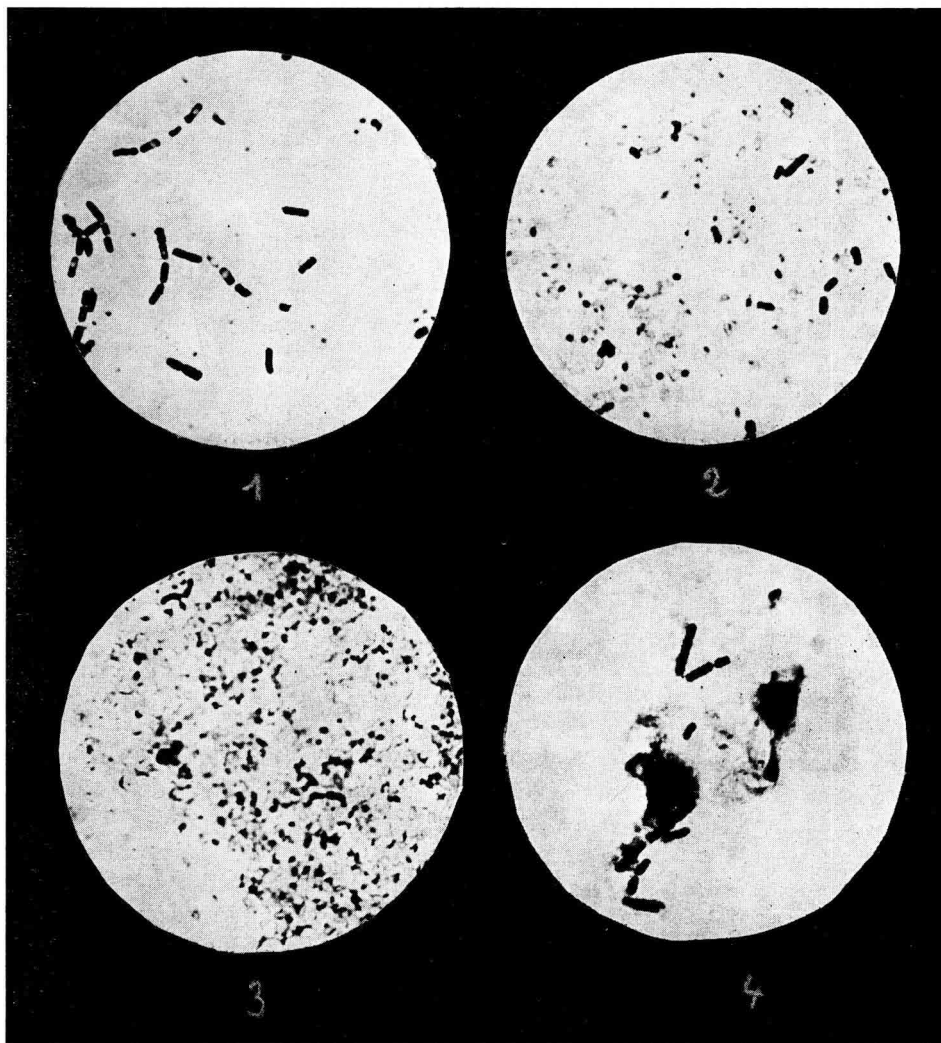


FIG. 1. — Bacille isolé de l'Abeille. Culture de 20 heures montrant le début de la formation des spores, très précoce chez cette forme de *B. cereus*

FIG. 2. — Culture du même genre, âgée de 6 jours, avec sporulation presque totale. On y voit quelques inclusions cristallines

FIG. 3. — Culture âgée de 3 mois presque entièrement sporulée avec très abondants cristaux mis en liberté par les bacilles

FIG. 4. — Aspect du sang de *Achroia* infectée par le bacille isolé de l'abeille; septicémie avancée. On remarque deux phagocytes lysés

des ruches par pulvérisations du liquide sucré qui les contient sur les cadres, pulvérisations que l'on effectuera à des moments propices pour la destruction des insectes nuisibles.

Ce procédé pourrait aller de pair avec le traitement des végétaux par des poudres bactériennes.

Toutefois le traitement des végétaux attaqués par les chenilles, qu'on recommande de ne pas faire avec les insecticides organiques de contact en période de floraison, serait particulièrement recommandé lorsqu'on utilise les poudres pour le traitement bactériologique.

On doit même envisager les pulvérisations des plantes, lorsque les abeilles sont particulièrement nombreuses sur les fleurs dans les champs, car, ne souffrant nullement de ces bactéries, elles pourront les apporter dans les ruches, non seulement avec le pollen, mais aussi sur les poils de leurs corps, les pattes, la trompe, etc.

Elles pourront aussi, comme nous l'avons dit, les disséminer dans la nature surtout par leurs déjections qui s'effectuent, comme on le sait, au vol.

Ce mode de dissémination des bactéries par les déjections en plein vol n'est cependant pas le seul qu'on doit envisager.

En effet, si l'on considère d'une manière générale que la déjection s'effectue par l'Abeille dans cette condition, elle peut se produire aussi, comme l'a prouvé MATHIS, lorsque celle-ci est posée et s'apprête à butiner (MATHIS, 1960). Cette circonstance rend la dissémination des germes particulièrement efficace, et contribue certainement à leur introduction dans le pollen.

Les abeilles disséminent aussi les germes sporogènes en les introduisant dans les ruches afin de prévenir le développement possible de *Galleria*.

On n'ignore pas en effet que les chenilles de *Galleria*, dans les ruches aussi bien qu'en élevage, présentent des épizooties bactériennes (METALNIKOFF) ; elles sont sensibles à certaines souches de bactéries aérobies sporogènes, plus particulièrement à *Bacillus cereus* var. *alesti*, comme cela a été constaté antérieurement (TOUMANOFF, 1954) à *Bacillus cereus* var. *galleriae* (SCHWETZOVA), et, comme cela est mentionné dans ce travail, à la souche dont la présence a été constatée dans les abeilles.

Étant donné la très grande résistance des spores des bactéries aérobies sporogènes introduites dans la ruche à la chaleur, à la dessiccation et autres intempéries, elles peuvent y demeurer pendant un temps certainement très long. Ces spores pourront sans doute (mais des expériences à ce point de vue s'imposent) rester longtemps incorporées dans les gâteaux de la cire d'abeilles.

Il serait intéressant aussi, et cela se pose au premier plan du point de vue expérimental, d'effectuer des essais d'incorporation des spores des bactéries aérobies sporogènes (dont l'effet pathogène a été éprouvé et reconnu pour les fausses teignes) dans la cire gaufrée.

Contenant les spores des bactéries pathogènes pour la fausse teigne, cette cire, lorsqu'elle constituera la bâtisse de la ruche, sera infectante pour *Galleria* ou *Achroia*.

En ce qui concerne les rayons enlevés des ruches, gardés en réserve après l'extraction du miel, ils pourront certainement, sans danger pour les humains, être saupoudrés ou pulvérisés par le produit contenant les spores d'un *ceruus* cristallophore, à condition bien entendu que : 1<sup>o</sup>) le produit utilisé ne contienne pas d'excipient toxique pour les humains et les abeilles elles-mêmes, et 2<sup>o</sup>) la souche bactérienne de ce produit soit réellement pathogène pour les fausses teignes.



Nous avons constaté, en effet, que le choix d'une souche est d'une importance capitale pour la lutte bactériologique contre les Lépidoptères nuisibles (TOUMANOFF, 1958) et que la virulence comparée des diverses souches et de leurs inclusions cristallines pour le même insecte, peut être variable (TOUMANOFF et DURAND, 1961).

Reçu pour publication en juin 1963

### SUMMARY

#### DESCRIPTION OF A CRYSTAL-BEARING *BACILLUS CEREUS* FROM THE DIGESTIVE TRACT OF THE COMMON BEE. PRACTICAL IMPLICATIONS

An aerobic spore-forming bacterium belonging to the genus *Bacillus* was isolated from the small intestine and from the rectal tube of bees taken from hives at the experimental apiary of Bures-sur-Yvette.

A description of the bacterium was given : it was a sporeforming crystal-bearing *Bacillus* very closely allied to *B. cereus* var. *alesti* TOUMANOFF and VAGO 1951.

This bacillus is strongly virulent for the larvae of small wax-moth (*Achroia grisella* L.). This was the first proof obtained of the presence of an aerobic, spore-bearing bacterial pathogen of the Lepidoptera present in the bee which might thus be able to act as a vector of these organisms.

The authors considered the importance of this discovery to lie in the promise it offered for the practical control of noxious insects by using the bee under natural conditions as a vector of their bacterial pathogens.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFRIKIAN., (Observations inédites).
- ANGUS T. A., 1955. Studies on the toxin of *Bacillus sotto* Ishiwata and on its toxicity against certain insects. *Ph. D. Thesis, McGill University Montreal.*
- FITZ-JAMES P. C., TOUMANOFF C., JOUNG I. E., 1958. Localization of a toxicity for silkworm larvae in the parasparal inclusions of *Bacillus cereus* var. *alesti*. *Canad. J. Microbiol.*, **4**, 385.
- FISHER R., ROSNER L., 1959. Toxicology of the microbial insecticide, Thuricide. *J. agric. Food Chem. Washington*, **7**, 686-688.
- KRIEG A., 1962. Neues über insektenpathogene, Kristallbildende Bazillen. *Anz. für Schäll.*, **35** (12), 182-188.
- LECOMTE J., MARTOURET D., 1959. Non-toxicité pour les abeilles, des traitements à base de *Bacillus thuringiensis*, souche Anduze (Bactérie pathogène pour les larves de Lépidoptères). *Ann. Abeille*, **2**, 171-175.
- MATHIS M., 1960. Technique coprologique : récolte des selles d'*Apis mellifica*. *C. R. Acad. Sci.*, **251**, 1820-1821.
- METALNIKOV S., CHORINE V., 1926. Rôle joué par les hyménoptères dans l'infection de *Galleria mellonella*. *C. R. Acad. Sci.*, **182**, 729-720.
- SCHWETZOWA O. I., 1959. Particularités biologiques de certaines bactéries sporogènes entomopathogènes en rapport avec les inclusions qu'elles forment (en Russe). *Méthode biologique de la lutte contre les insectes nuisibles aux plantes. Acad. Sci. S. S. R., Ukraine.*
- STEINHAUS E. A., JARREL E., 1954. Further observations on *Bacillus thuringiensis* Berliner and others spore forming bacteria. *Hilgardia*, **23**, 1-21.
- TOUMANOFF C., 1953. Description de quelques souches entomophytes de *Bacillus cereus* FRANK et FRANK avec remarques sur leur action et celles d'autres bacilles sur le jaune d'œuf. *Ann. Inst. Pasteur.*, **85**, 90.
- TOUMANOFF C., 1954. L'action de *Bacillus cereus* var. *alesti* TOUM. et VAGO sur les chenilles de *Galleria mellonella* et *Hyponomeuta cognatella* Hb. *Ann. Inst. Pasteur.*, **86**, 570.
- TOUMANOFF C., 1954. A propos d'un caractère différentiel de *Bacillus cereus* var. *alesti* TOUM et VAGO, agent pathogène de la flacherie infectieuse des vers à soie. *Ann. Inst. Pasteur.*, **87**, 486.
- TOUMANOFF C. Étude comparative de la souche toxigène de *B. cereus* var. *sotto* (ISHIWATA), agent pathogène de la flacherie des vers à soie au Japon. *Ann. Inst. Pasteur*, **88**, 384.

- TOUMANOFF C., 1955. Au sujet des souches cristallophores entomophytes de *cereus*. Considérations sur les inclusions cristallines et leur origine possible. *Ann. Inst. Pasteur*, **89**, 644.
- TOUMANOFF C., 1956. Virulence expérimentale d'une souche banale de *Bacillus cereus* FRANK et FRANK pour les chenilles de *Galleria mellonella* L. et *Pieris brassicae*. *Ann. Inst. Pasteur*, **90**, 660.
- TOUMANOFF C., 1958. La lutte bactériologique contre les larves nuisibles de Lépidoptères. Choix d'une souche. *Trans. I., Int. Conf. Insect Pathology and Biol. Control., Praha*.
- TOUMANOFF C., LE COROLLER Y., 1959. Contribution à l'étude de *Bacillus cereus* FRANK et FRANK cristallophores et pathogènes pour les larves de Lépidoptères. *Ann. Inst. Pasteur*, **96**.
- TOUMANOFF C., 1959. Observation concernant le rôle probable d'un prédateur dans la transmission d'un bacille aux chenilles de *Pieris brassicae*. *Ann. Inst. Pasteur*, **96**, 108-110.
- TOUMANOFF C., DURAND J., 1961. Virulence comparée pour les vers à soie (*Bombyx mori* L.) de quelques variétés de *Bacillus cereus* FRANK et FRANK entomophages et cristallophores et leurs inclusions cristallines. *Ann. Inst. Pasteur*, **100**, 290-306.
-