

D. Martouret

Laboratoire de Lutte Biologique et de Biocoenotique de La Minière

LES NOUVEAUX ASPECTS DE L'UTILISATION DE BACILLUS THURINGIENSIS BERLINER

Les nombreuses recherches consacrées à *B. thuringiensis* en Amérique du Nord comme en Europe, ont obtenu ces toutes dernières années des résultats suffisamment prometteurs pour que les chercheurs et les industriels parviennent à faire de ce germe la matière active d'insecticides biologiques, expérimentés maintenant dans le monde entier (§).

L'emploi dans la pratique des ces produits pesticides d'un type nouveau est envisagé dans un avenir extrêmement proche tandis que dans le même temps, comme la mentionné TADIĆ (29) l'opposition traditionnelle et catégorique qui existait entre la lutte biologique et l'emploi des agents chimiques évolue vers la conception raisonnée et plus nuancée de la «Lutte Intégrée».

Rappelons que cette expression, qui correspond au «Komplex methode» de KHOELER (1959) (11) désigne l'association méthodique et rationnelle de l'action des ennemis naturels, avec les mesures culturales, chimiques ou physiques de lutte contre les ravageurs.

VOUTE et De FLUITER en ont rappelé récemment les objets et les méthodes (1961) (32) et selon ces auteurs la lutte intégrée doit :

- s'efforcer d'employer des armes aussi sélectives que possible;
- prévenir le développement de la résistance des ravageurs aux pesticides;
- éviter la destruction des organismes utiles ou indifférents;
- réduire le nombre des interventions chimiques tout en respectant des niveaux de populations de ravageurs économiquement tolérables.

A propos de chacun des principes qui viennent d'être énoncés et à la lumière des recherches récentes ou en cours sur les propriétés insecticides et les mécanismes d'action de *B. thuringiensis*, nous examinerons le comportement des préparations à base de ce germe et les perspectives qui leur sont offertes dans le cadre de la lutte intégrée telle qu'elle vient d'être définie.

I — CARACTERISTIQUES ET PROPRIETES INSECTICIDES DE *Bacillus thuringiensis*

On trouve dans de nombreux mémoires scientifiques, et en particulier dans la mise au point de KRIEG, de 1961 (13) les caractéristiques biochimiques, bactériologiques, pathologiques et agrotechniques de *B. thuringiensis* dont STEINHAUS (23) avait défini la position pratique dans une communication au Congrès de Prague de 1958.

Nous rappellerons cependant que *B. thuringiensis* bactérie aérobie Gram positif provoque chez les insectes des intoxications dont un des symptômes les plus intéressants pour la pratique est l'arrêt d'alimentation par une paralysie. Comme l'ont écrit HEIMPEL et ANGUS (1960) (10) : «le pouvoir insecticide de *B. thuringiensis* est imputable à des toxines, et les préparations de ce germe bactérien sont de véritables insecticides microbiologiques».

(§) Parmi les préparations industrielles citons en Allemagne Biospor «2802»; aux Etats Unis Thuricide 30 BWP, «Agritrol», «Larvatrol», Biotrol BTB 25 W, Bakthane L 69; en France Bactospéine P. P. et Plantibac; en Tchécoslovaquie une préparation non dénommée et en U. R. S. S. les Entobactérines 3 et 32.

II — SELECTIVITE TOXIQUE

Dans le domaine des pesticides chimiques la meilleure sélectivité a été obtenue contre les insectes mangeurs de feuilles avec l'utilisation des insecticides d'ingestion qui offrent l'avantage d'épargner toute la faune des Hyménoptères piqueurs et notamment la faune endoparasitaire.

Mis à part le fait que les insecticides bactériens soient des insecticides d'ingestion, le spectre d'activité des préparations à base de *B. thuringiensis* a fait l'objet de nombreux travaux et leurs auteurs ont établi vis-à-vis de chaque préparation la sensibilité de chacune des espèces d'insecte; STEINHAUS (1957) (27), dans une série de listes polycopiées a rapporté la susceptibilité des différentes espèces d'insectes à plusieurs souches de *B. thuringiensis*; ces listes ont été récemment mises à jour par KRIEG en 1961.

Nous donnons dans le tableau une liste de quelques cas étudiés en France.

TABLEAU I
Sensibilité de différentes espèces de Lépidoptères à *B. thuringiensis*
(d'après P. GRISON)

Espèce	Famille	Sensibilité
<i>Pieris brassicae</i> L.	<i>Pieridae</i>	+++
<i>Spilosoma</i> sp.	<i>Arctiidae</i>	++
<i>Arctia caja</i> L.	id.	++
<i>Agrotis ypsilon</i> ROTT.	<i>Noctuidae</i>	0
<i>Mamestra brassicae</i> L.	id.	0
<i>Earias insulana</i> BOISD.	id.	+
<i>Diloba coeruleocephala</i> L.	id.	(x)
<i>Brachionyca sphinx</i> HEN.	id.	+++
<i>Oria musculosa</i> Hb.	id.	0
<i>Lymantria dispar</i> L.	<i>Lymantridae</i>	+
<i>Euproctis phaeorrhea</i> Hw.	id.	+
<i>Thaumetopoea processionea</i> L.	<i>Notodontidae</i>	+++
<i>Thaumetopoea pityocampa</i> SCHIFF.	id.	++
<i>Himera pennaria</i> L.	<i>Geometridae</i>	+++
<i>Himera marginaria</i> FAB.	id.	++
<i>Hibernia defoliaria</i> Cl.	id.	+++
<i>Phigalia pedaria</i> Fab.	id.	++
<i>Operophtera brumata</i> L.	id.	++
<i>Alsophila aescularia</i> SCHIFF.	id.	+++
<i>Malacosoma neustria</i> L.	<i>Lasiocampidae</i>	+++
<i>Ephestia kühniella</i> Z.	<i>Pyralidae</i>	+++
<i>Pyrausta nubilalis</i> Hb.	id.	++
<i>Tortrix viridana</i> L.	<i>Tortricidae</i>	++
<i>Acrolepia assectella</i> Z.	<i>Tineidae</i>	+

(x) Espèce sensible à la bactérie, mais degré indéterminé.

1. Toxine du cristal

A propos de l'activité toxique du cristall. De BARJAC et BURGERJON (1960)

(2) comparent l'efficacité des souches :

- B. thuringiensis* var. *thuringiensis*
- B. entomocidus* var. *subtoxicus*
- B. thuringiensis* var. *sotto*
- B. thuringiensis* var. *alesti* »Anduze«
- B. entomocidus* var. *entomocidus*

Sur *Bombyx mori* L. les trois dernières souches citées se montrent les plus efficaces et ces résultats concordent avec ceux obtenus par HEIMPER et ANGUS (1958) (10).

Sur *Pieris brassicae* L. les plus efficaces de ces mêmes souches sont les deux premières. En étudiant chez cette dernière espèce les mortalités provoquées par deux des souches éprouvées précédemment, BURGERJON (1961) (7) obtient des courbes de régression qui présentent des pentes différentes (fig. 1).

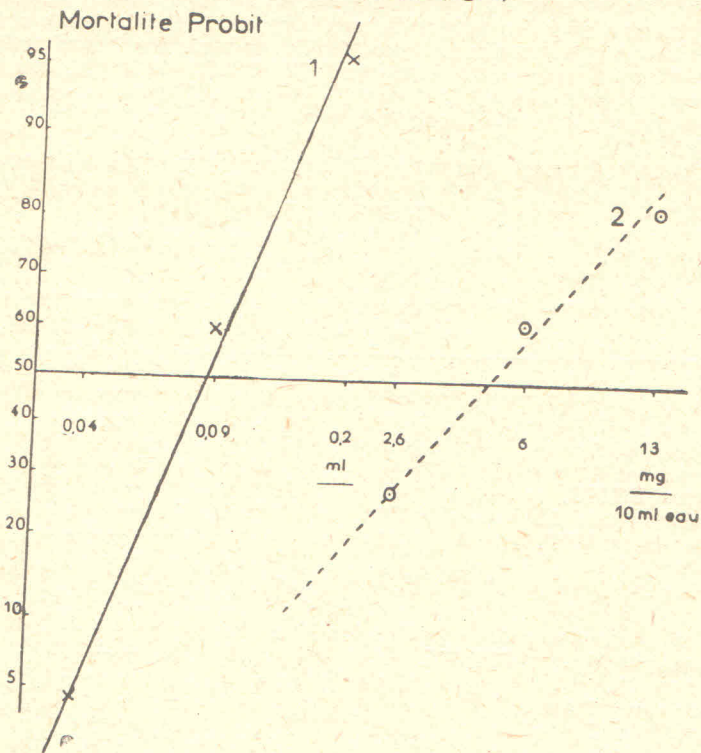


Fig. 1 — Exemple de deux droites de régression non parallèles «mortalité dose».
1. Préparation de culture bactérienne totale de la souche Thuringiensis Berliner
2. Préparation en poudre contenant le culot de centrifugation de la souche Anduze
(d'après BURGERJON)

Ces quelques exemples montrent que les différentes espèces de Lépidoptères ne sont pas également sensibles mais aussi que les souches bactériennes ont un mode d'action et une efficacité qui leur sont propres et qui leur confèrent une certaine sélectivité à l'intérieur du groupe des insectes sensibles.

Des recherches sont actuellement en cours pour déterminer des parentés entre les toxines des diverses souches, en utilisant les réactions sérologiques après avoir obtenu les antisérum correspondants. Dans ce domaine, les résultats déjà obtenus par SVECOVA (1950), KRYWIENCZYK et ANGUS (1960) (14) et De BARJAC et LECADET (3) nous paraissent se compléter.

Pour SVECOVA (1958) (28) toutes les souches à virulence élevée ont nécessairement la propriété de produire des inclusions; mais toutes les souches ne sont pas également pathogènes et ces différences sont liées aux caractères des inclusions. D'après les auteurs canadiens, les cristaux des souches étudiées sont sérologiquement différents, mais possèdent en commun un même composé toxique libéré, leur semble-t-il, par les enzymes digestives dans l'intestin de l'insecte.

Dans le même temps nous mettions en évidence dans l'intestin antérieur de *Pieris brassicae* L. MARTOURET (1960) (18) l'activité d'enzymes protéolytiques qui transforment la toxine figurée de *B. thuringiensis* en substance toxique injectable. En 1961, selon les espèces, et dans des milieux intestinaux de pH toujours supérieur à 9 nous avons distingué les cas suivants : (19)

— Le cristal toxine est lysé :

- il provoque un effet toxique *Pieris brassicae* L.
- il ne provoque pas d'effet toxique *Agrotis ypsilon* ROTT.
et *Euxoa segetum* SCHIFF.

— Le cristal toxine n'est pas lysé :

- il n'y a aucun effet toxique *Mamestra brassicae* L.
Lycophotia saucia Hb.

Ces particularités physiologiques propres à chaque espèce d'insecte, conditionnent les processus d'activité du cristal toxine, et confèrent aux préparations de *B. thuringiensis* un degré élevé de spécificité. Il doit en être tenu compte pour l'utilisation de chacune des préparations industrielles qui sont constituées par les produits de la multiplication d'une souche.

2. Toxine thermostable

L'activité de la toxine thermostable, d'après les récentes investigations de BURGERJON et De BARJAC (1960) (5) varie peu entre les espèces d'insectes, y compris celles qui s'avèrent insensibles à l'action du cristal toxine, certains Noctuides chez les Lépidoptères, et même des espèces appartenant à d'autres ordres comme *Pristiphora pallipes* Lep. et *Leptinotarsa decemlineata* Say. L'action en est lente et ne provoque aucun arrêt alimentaire comparable à celui engendré par le cristal toxine. La fig. 2 résume ces premières constatations et montre que le pouvoir insecticide de la toxine thermostable est beaucoup moins spécifique que celui du cristal toxine et qu'il faut utiliser des doses élevées de cette toxine pour atteindre une efficacité satisfaisante.

3. Association des deux toxines

L'activité de l'association de la toxine thermostable à la toxine des cristaux telle qu'elle est réalisée naturellement dans la culture d'une même souche parvenue au stade de sporulation, a été comparée par les mêmes auteurs (1960) (6) à l'activité de chacun des deux éléments toxiques considérés seuls après avoir été séparés par centrifugation : sur différentes espèces de Lépidoptères sensibles ou non au cristal toxine, l'association des toxines, ou la culture totale, provoque une intoxication aiguë suivie d'une mortalité élevée supérieure ou égale à celle obtenue avec la toxine soluble, et toujours supérieure à celle du cristal toxine.

Réalisés à l'aide d'une technique différente, la microingestion forcée, nos propres essais, MARTOURET (1961) (19) ont confirmé ces résultats.

Parmi les onze souches de *Bacillus* du genre *Thuringiensis* étudiées par De BARJAC et BURGERJON, seule la souche *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* émet une quantité notable de toxine thermostable; les autres souches n'en forment pas, ou seulement en quantité négligeable.

Les quelques facteurs de sélectivité que nous venons de passer en revue, sont d'ores et déjà exploités en partie dans les préparations industrielles à base de *B. thuringiensis* suivant les souches mises en culture ou les procédés de récolte et d'extraction utilisés.

Mais il est maintenant techniquement concevable de réaliser leur combinaison au sein d'un même produit, par exemple en associant les éléments toxiques de deux ou plusieurs souches accompagnées ou non de toxine thermostable, pour obtenir un insecticide microbien qui soit judicieusement adapté au degré de sélectivité recherché.

III - IMMUNITÉ ET ACCOUTUMANCE

En ce qui concerne l'immunité nous avons vu que les principales actions mises en cause par les relations de *B. thuringiensis* avec ses hôtes Lépidoptères étaient dans le plus grand nombre des cas des processus toxémiques qui excluent la pénétration *antemortem* des bacilles dans le sang à travers la paroi intestinale.

Expérimentalement, TOUMANOFF (1949) (30), a caractérisé l'action phagocytaire des cellules sanguines, qui est beaucoup plus réduite que celle des vertébrés. En 1959 le même auteur (31) observait chez *Pieris brassicae* L. une septicémie consécutive à une transmission mécanique des bacilles de *B. thuringiensis* var. *Alesti* par la tarière souillée d'une espèce parasite *Apanteles glomeratus* L.

Nous empruntons à YAMVRIAS (1961) (33) les conclusions d'une expérience sur l'accoutumance des larves d'*Anagasta kühniella* Zell. quant aux effets d'une oligointoxication à *B. thuringiensis*. L'ingestion à dose subléthale d'une préparation de la var. Anduze pendant toute la vie larvaire prolonge considérablement la durée du développement, et a pour conséquence l'apparition d'insectes parfaits mal formés et de petite taille. La fécondité de ces imagos est réduite. La sensibilité des larves issues de générations d'insectes qui avaient été traités de cette manière, a été éprouvée pendant 7 générations successives et s'est traduite par une DL 50 à peu près constante.

Dans les conditions restrictives de l'expérience faite sur *Anagasta kühniella* Zell. il n'apparaît pas d'accoutumance de l'insecte à l'intoxication bactérienne, ni d'atténuation de la virulence des préparations utilisées.

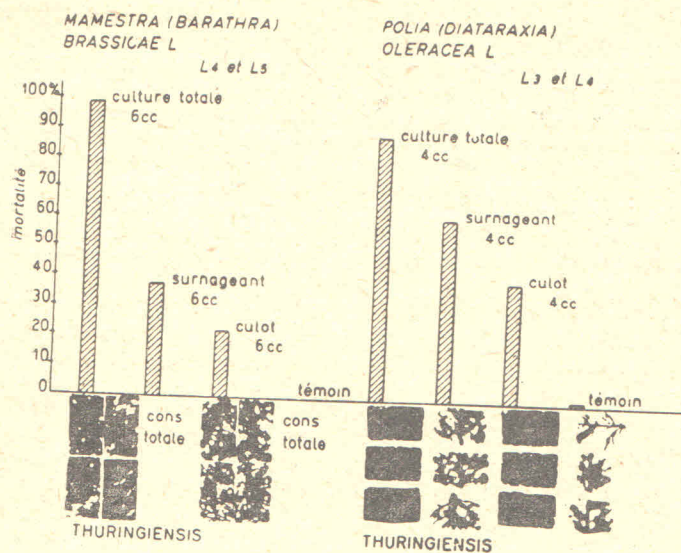


Fig. 2 — Mortalité et arrêt alimentaire observés par ingestion libre chez les espèces *Mamestra brassicae* L. et *Polia oleracea* L. avec la culture totale ou ses constituants, de la souche *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner (d'après BURGERJON et de BARJAC)

IV - PRESERVATION DE LA FAUNE, ET TOXICOLOGIE

Les effets sur la faune entomophage des préparations à base de *B. thuringiensis* ont été étudiés particulièrement par BILIOTTI (1956) (4) sur *Pieris brassicae* L. parasitée par *Anilastus ebeninus* Grav. et *Apanteles glomeratus* L. Dans les deux cas, la survie du parasite est possible, à condition que les larves de celui-ci aient atteint leur dernier stade de développement au moment du traitement; la préparation bactérienne ne s'est pas montrée directement nocive pour le parasite.

Selon KRIEG (1961) (13) STEINER en étudiant les conséquences d'un traitement à *B. thuringiensis* dans un verger de Pommiers a constaté 42 jours après l'application, une réduction de 15% de la population des arthropodes nuisibles constituée par des larves de Lépidoptères et de 0% chez les espèces utiles ou indifférentes.

Vis-à-vis des Abeilles, nous avons établi personnellement avec LECOMTE (1959) (15) le seuil de tolérance d'ingestion d'une préparation spores-cristaux de la souche *B. thuringiensis* Anduze. Au cours de pulvérisations sur Colza aux doses habituelles d'utilisation contre *Pieris brassicae* L. aucune intoxication des butineuses n'a été constatée.

Rappelons à l'égard de la Sériciculture que l'emploi des souches de *B. thuringiensis* vis-à-vis desquelles le Ver à soie se montre particulièrement sensible, est à proscrire dans les cultures, au voisinage des Mûriers ou des Magnaneries.

Sur les vertébrés, la toxicologie a fait l'objet des préoccupations de STEINHAUS (1959) (25) qui conclut à l'improbabilité de l'apparition de mutants pathogènes pour l'Homme. Les recherches de FISCHER et ROSNER (1959) (8) ont montré que les injections, inhalations et tests anaphylactiques pratiqués sur Souris et Cochons d'Inde n'ont pas eu d'effet toxique sur ces animaux.

Enfin les résultats d'un essai *per os* effectué sur 18 volontaires humains par les mêmes auteurs, permettent d'affirmer que les produits à base de *B. thuringiensis* n'offrent aucun danger quant à l'hygiène publique. Leur emploi peut donc être particulièrement recommandé pour la destruction des insectes phytophages au sein des agglomérations urbaines, sur les arbres des avenues, des jardins publics, ou dans les régions boisées à vocation touristique.

V - ASSOCIATION A DES AGENTS ACTIVATEURS

Nous avons, dans un paragraphe précédent, proposé d'associer en une même préparation plusieurs souches de *B. thuringiensis* et conféré ainsi au produit la sélectivité adaptée au problème considéré.

En accord avec les Résolutions du Congrès de Prague (1958) des insecticides biologiques à base de *B. thuringiensis* ont été associés par les chercheurs, d'une part à des pesticides chimiques pour exalter l'intoxication bactérienne chez un insecte affaibli par l'insecticide chimique à dose subléthale et d'autre part à des insecticides microbiologiques dans le but d'introduire dans l'organisme de l'insecte les germes vecteurs d'un enchaînement microbien.

LESKOVA (1959) (16) et PETRUCHINA (1959) (20), (1961) (21) en U.R.S.S., recommandent dans les applications en vergers l'utilisation d'un mélange d'Entobactérine 3 ou 32 avec des doses très faibles d'insecticide chimique comme le D.D.T. Sur *Hyponomeuta malinella* L. PETRUCHINA obtient ainsi une efficacité de 96 à 100 % en ajoutant à 0,5 % du produit bactérien, 0,002 % de D.D.T.

Le produit bactérien seul, ou le D.D.T. seul, employés aux concentrations précitées assurent respectivement la mort de 87,7 % et 0,6 % des chenilles d'*Hyponomeuta* (tableau II).

Tableau II

Essais de plein champ contre *Hyponomeuta malinellus* 3ème stade
(d'après PETRUCHINA, 1959)

Préparation	Mortalité en p. 100
Entobactérine 5 %	100,0
" 2 %	98,3
" 1 %	92,2
" 1 % + DDT 0,002 %	100,0
" 0,5 %	87,7
" 0,5 % + DDT 0,002 %	98,6
" 0,25 %	7,6
" 0,25 % + DDT 0,002 %	90,7
" 0,10 %	6,7
" 0,10 % + DDT 0,002 %	56,0
DDT seul	0,5
Témoin	0,4

La première tentative pour associer à *B. thuringiensis* un autre germe microbien a été faite expérimentalement par STEINHAUS à l'aide de *Serratia marcescens* Bizio, sur *Galleria mellonella* (1959) (24) et sur *Bombyx mori* L. (1960) (26). Sur cette dernière espèce, l'auteur observe une mortalité de 90 % provoquée par l'infection mixte contre 100 % obtenus avec *B. thuringiensis* seul et 0 % avec *Serratia marcescens* Bizio. Ces résultats permettent de supposer que *Serratia*, germe pathogène facultatif, a envahi l'organisme de l'insecte seulement après sa mort provoquée par le cristal toxine.

Un mélange de virus et de *B. thuringiensis* a été récemment utilisé en plein champ par SEMEL (1961) (22) pour combattre *Trichoplusia ni* Hbn. Résumés dans le tableau III, les résultats de SEMEL montrent que l'efficacité déjà satisfaisante manifestée par le virus polyédrique est accrue quand il est adjoint une préparation de *B. thuringiensis*.

Ainsi des agents chimiques ou des agents biotiques peuvent être associés à *B. thuringiensis* pour en modifier le spectre d'activité. Cependant dans le cas de l'association de *B. thuringiensis* avec un insecticide chimique à faible dose, il paraît souhaitable et nécessaire qu'il soit entrepris une étude de l'influence d'un tel traitement sur la biocoenose, étude analogue à celle de STEINER ou à celle que nous a rapportée KOVAČEVIĆ (1961) (12) à propos de l'activation de la virose chez *Lymantria dispar* L.

VI - LUTTE INTEGREE AVEC *B. thuringiensis*

L'intégration d'une ou plusieurs applications à base de *B. thuringiensis* dans un programme de lutte élaboré en fonction des exigences d'une culture, semble pouvoir s'accorder point par point avec l'objet et les méthodes de la lutte intégrée telle que la conçoit De FLUITER.

L'expérimentation entreprise par FOX et JAKUES (1961) (9) contre *Pieris rapae* et *Plutella maculipennis* dans une culture de choux en Nouvelle Ecosse, au Canada en apporte une confirmation, et leurs résultats sont résumés dans le tableau IV.

Enfin il nous faut mentionner les travaux en cours de De JONG et Van de VRIE. Dans un verger de Zélande aux Pays-Bas ces chercheurs réalisent depuis 1959 un programme de lutte intégrée spécialement dirigé contre les Tortricidés, qui comporte d'une part des lâchers de Trichogrammes et d'autre part des pulvérisations de préparations à base de *B. thuringiensis*.

TABLEAU III

Nombre moyen de larves apparemment saines de *Trichoplusia ni* Hbn. par 5 plantes, après un nombre donné de jours suivant le traitement. 1959 (M. SEMEL, J.E.E. 1961)

Traitement	Nombre de larves			
	avant. traitement	Après 7 jours	Après 15 jours	Après 30 jours
Virus	25	66	19	2
Virus + <i>Bacillus thuringiensis</i>				
4 lb (b)	32	58	28	3
<i>B. thuringiensis</i>				
4 lb (b)	20	59	70	18
<i>B. thuringiensis</i>				
2 lb (b)	28	87	112	23
Témoin	19	98	139	123

(b) = *B. thuringiensis* en poudre mouillable, produit de Rohm-a. Haas Company.

TABLEAU IV

Résultats comparés des pulvérisations de *B. thuringiensis* (B. T.) et effectuées contre *Pieris rapae* L. et *Plutella maculipennis* (d'après C. J. S. FOX et R. P. JAQUES, 1961)

Traitements et dates d'application (§)		Nombre moyen de larves sur 12 plantes									
Juillet	Août	Août	Juil.	Août	Sept.	Sept.	Sept.	Sept.	Sept.	Août	Sept.
25	8	22	29	12	26	9	29	12	26	9	9
				Pieris rapae L.						Plutella maculipennis	
B. t.	—	—	6	15	33	116	17	30	62	59	
B. t.	B. t.	—	4	5	12	115	14	24	24	44	
B. t.	B. t.	B. t.	8	9	8	18	15	32	21	14	
—	B. t.	—	51	12	19	145	31	31	34	41	
DDT	DDT	Rotenone	11	2	14	70	5	2	6	9	
DDT	B. t.	—	8	4	13	98	3	6	19	24	
DDT	B. t.	B. t.	10	3	7	20	3	3	8	10	
Témoin non traité			58	18	44	151	24	64	65	58	
L.S.D.5%/o			16	8	12	51	10	21	15	28	

(§) B. t. dose d'emploi 1 Kg/Ha
 DDT — 2 Kg/Ha

CONCLUSION

Eminemment plastique et adaptable la sélectivité du *B. thuringiensis* qui, nous l'avons vu, est due au mode d'action de ses toxines, en fait une arme de choix pour l'entomologie agricole, puisque non dangereuse pour les animaux supérieurs elle n'est pas davantage toxique ou pathogène pour des insectes dont le rôle est utile, je veux citer en premier lieu les Abeilles et en second lieu les insectes entomophages. En élargissant ainsi la gamme des produits sélectifs *B. thuringiensis* est susceptible de prendre une place importante dans les programmes de lutte intégrée.

NOVI POGLEDI NA PRIMJENU BACILLUS THURINGIENSIS BERLINER

M. D. Martouret

Laboratorij za biološko suzbijanje i biocenozu

La Minière I. N. R. A.
Francuska

REZIME

U svom radu, autor razmatra perspektive stvorene industrijskom proizvodnjom preparata na bazi *B. thuringiensis* u sklopu aktualnih pogleda i principa integralnog suzbijanja.

Nakon sažetog podsjećanja na karakteristike i insekticidna svojstva *B. thuringiensis* autor ispituje :

1. Faktore selektivnosti preparata

— zavisne o djelovanju toksičnih kristala, koji su vezani na način djelovanja soja i mehanizmu intoksikacije nekih osjetljivih insekata

— zavisne o slabo specifičnom djelovanju termostabilnih toksina proizvedenih od jednog od sojeva.

2. Probleme imuniteta i rezistentnosti insekata na ovaj tip mikrobiološkog preparata.

3. Probleme sačuvanja faune i toksikologije.

Izneseni su primjerci upotrebe *B. thuringiensis* udružene s kemijskim aktivatorima — pesticidima ili biološkim aktivatorima kao što su viroze. Također su izneseni rezultati preliminarnog pokusa integralnog suzbijanja u kojem je upotrebljena ova bakterija.

Autor dolazi do zaključka da se *Bacillus thuringiensis* Berliner pokazao naročito plastičan i selektivno primjenjiv radi načina djelovanja svojih toksina zbog čega predstavlja odlično oružje za poljoprivrednu entomologiju. Ovo tim više, što nije toksičan za više životinje niti je patogen za korisne insekte, u prvom redu pčele i entomofagne insekte. Sirenje niza selektivnih produkata *B. thuringiensis* oni će zauzeti važno mjesto u programu integralne zaštite bilja.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 — ANGUS T. A et A. M. HEIMPEL — The bacteriological control of insects *Proceed. of the Entomological Soc. Ontario*, 1960, p. 13—21
- 2 — de BARJAC H., et A. BURGERJON — Etudes d'efficacités comparatives des différentes souches de *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Communication au Xème Congrès d'Entomologie*, Vienne Août 1960
- 3 — de BARJAC H. et M. LECADET — Relations immunologiques des protéines toxiques extraites de trois souches de *Bacillus thuringiensis*. *C-R Acad. Sci.* 1961, 252, p. 3160—3162
- 4 — BILIOTTI E. — Entomophages et maladies des Insectes, *Entomophaga*, 1956, 1, p. 43—51
- 5 — BURGERJON A. et H. de BARJAC — Nouvelles données sur le rôle de la toxine soluble thermostable produite par *Bacillus thuringiensis* Berliner *C-R Acad. Sci.*, 1960, 251, p. 911—912

- 6 — BURGERJON A. et H. de BARJAC — Essais préliminaires sur la rôle insecticide de la toxine thermostable produite par *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Communication au XI^e Congrès Intern. d'Entomologie, Vienne Août 1960.*
- 7 — BURGERJON A. — Relation entre l'intoxication provoquée par *Bacillus thuringiensis* Berliner et la consommation chez *Pieris brassicae* L. *Annales des Epiphyties*, (sous presse)
- 8 — FISHER R. and L. BOSNER — Toxicology of the microbial insecticide Thuringicide. *J. Agr. Food and Chem.*, Washington, 1959, 7, p. 686—688
- 9 — FOX C. J. S. and R. P. JAQUES — Field tests with *Bacillus thuringiensis* Berliner and D. D. T. control of two pests of cabbage. *Canad. J. Plant Sci.*, 1961, 41, 428—430
- 10 — HEIMPEL A. M. and ANGUS T. A. — The taxonomy of insect pathogens related to *Bacillus cereus* Fr. and Fr. *Canad. J. Microbiol.* 1958, 4, p. 531—541
- 11 — KOEHLER W. — Ausnutzungsmöglichkeiten der biologischen Pflanzenschutzmethode im Forstwesen. *Trans. I. Conf. Ins. Path. Biol. Contr. Praha*, 1958 p. 405—414
- 12 — KOVAČEVIĆ Ž. — Doses subléthales de D. D. T. et de Lindane comme activateurs de virus chez *Lymantria dispar*. *Symposium de Protection des Plantes, Zagreb*, 1961 (sous presse)
- 13 — KRIEG A. — *Bacillus thuringiensis* Berliner. Ueber seine Biologie, Pathogenie und Anwendung in der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Mitteil. aus der B. B. A. Berlin-Dalhem*, 1961, N/ 103, 79 p.
- 14 — KRYWIENCZYK J. and T. A. ANGUS — A serological comparison of the parasporal bodies of three insect pathogens. *J. Insect Pathology*, 1960, 2, p. 411—417
- 15 — LECOMTE J. et D. MARTOURET — Non toxicité pour les Abeilles de *Bacillus thuringiensis* Berliner, souche Anduze, *Annales Epiphytes, Abeille*, 1958, 2, p. 171—175
- 16 — LESKOVA A. — Essai d'utilisation d'une préparation bactérienne dans la lutte contre *Hyponomeuta malinellus* dans les conditions de Voronège. *Méthodes de lutte biologique contre les Ravageurs.*, 1959, p. 70—75
- 17 — Mac CONNELL E. and A. G. RICHARDS — The production by *Bacillus thuringiensis* Berliner of a heat-stable substance toxic for insects. *Canad. J. Microbiol.*, 1959, 5, p. 161—168
- 18 — MARTOURET D. — Etudes préliminaires sur le mode d'action de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner vis à vis de *Pieris brassicae*. *Communication au XI^e Congrès Intern. Entomologie, Vienne 1960* (sous presse)
- 19 — MARTOURET D. — Les toxines de *Bacillus thuringiensis* et leurs processus d'action chez les larves de Lépidoptères. *Communication au XIII^eème Symposium de Phytatrie — Phytopharmacie, Gand*, 1961 (sous presse)
- 20 — PETRUCHINA M. T. — Etude de l'efficacité d'une préparation bactérienne dans la lutte contre les chenilles de *Hyponomeuta malinellus* en Moldavie. *Méthodes de lutte biologique contre les Ravageurs*, 1959, p. 101—105
- 21 — PETRUCHINA M. T. — Entobactérine dans la lutte contre *Hyponomeuta malinellus* Zaščita Rastenij, 1961, p. 30.
- 22 — SEMEL M. — The efficiency of a polyhedrosis virus and *Bacillus thuringiensis* for control of the cabbage looper on cauliflower. *J. Econ. Ent.*, 1961, 54, p. 698—701
- 23 — STEINHAUS E. A. — Bacteria as microbial control agents. *Trans. I. Int. Conf. Ins. Path. Biol. Contr.*, Praha, 1958, p. 37—50
- 24 — STEINHAUS E. A. — *Serratia marcescens* Bizio as an insect pathogen. *Hilgardia*, 1959, 28, p. 351—380
- 25 — STEINHAUS E. A. — On the improbability of *Bacillus thuringiensis* Berliner mutating to forms pathogenic for vertebrates. *J. Econ. Ent.*, 1959, 52, p. 506-508

- 26 — STEINHAUS E. A. — The duration of viability and infectivity of certain insect pathogens. *Journ. Insect Pathology*, 1960, 2, p. 225—229
- 27 — STEINHAUS E. A. — List of insects and their susceptibility to *Bacillus thuringiensis* Berliner and closely related bacteria. Mimeograph. Ser., 1957, N° 4, 24 p.
- 28 — SVECOVA O. I. — The biological character of some Entomopathogenus Bacteria and their practical use. *Trans. First Int. Conf. Insect Patho.*, p. 105—107, Prague 1958.
- 29 — TADIC M. Problèmes actuels de la lutte biologique contre les Insectes nuisibles en Yougoslavie. *Symposium de Protection des Plantes*, Zagreb, 1961.
- 30 — TOUMANOFF C. — Les maladies microbiennes et l'immunité naturelle chez les Insectes. *Rev. Canad. Biologie*, 1949, 8, p. 343—369.
- 31 — TOUMANOFF C. — Observations concernant le rôle probable d'un prédateur dans la transmission d'un Bacille aux chenilles de *Pieris brassicae*. *Ann. Instit. Pasteur*, 1959, 96, p. 108—110.
- 32 — VOUTE A. B. and H. J. de FLUITER — Harmonizing control of pests. *Symposium International Lutte Intégrée*. Wageningen, 1961.
- 33 — YAMVRIAS C. — Contribution à l'étude du mode d'action de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-à-vis de la Teigne de la farine *Anagasta (Ephestia) kühniella* Zeller. (Lépidoptère). — (sous presse).