

SUR QUELQUES ASPECTS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES ALEURODES DES AGRUMES.

J.C. ONILLON

Station de Zoologie et de Lutte Biologique, 37, boulevard du Cap - 06600 ANTIBES

Si l'on veut reprendre simplement, dans le cadre du sujet qui nous intéresse aujourd'hui, la notion de lutte biologique telle qu'elle est couramment utilisée, c'est-à-dire l'utilisation d'organismes vivants pour lutter contre d'autres organismes occasionnant des dommages aux plantations faites par l'homme, l'on s'aperçoit qu'il y a une relative disproportion entre la faune des aleurodes nuisibles aux Citrus et l'étendue des possibilités offertes par l'inventaire, encore incomplet, des ennemis naturels appartenant soit au règne végétal (champignons), soit au règne animal (insectes).

En effet sur la vingtaine d'espèces d'aleurodes inféodés aux Agrumes, couramment rencontrées et appartenant aux genres *Aleurocanthus*, *Aleurolobus*, *Aleuroplatus*, *Aleurothrixus* et *Dialeurodes*, seulement cinq espèces, appartenant à trois genres, représentent, quelque soit le continent considéré, un danger potentiel pour les plantations d'Agrumes. Il s'agit essentiellement d'*Aleurocanthus spiniferus* QUINT., *Aleurocanthus woglumi* ASHBY, *Aleurothrixus floccosus* MASK., *Dialeurodes citri* ASHMED et à un degré moindre *Dialeurodes citrifolii* MORGAN. Sur ces cinq espèces, seuls *A. floccosus* et *D. citri* sont considérés à juste titre comme des ravageurs majeurs au niveau du Bassin méditerranéen.

En face de ces cinq espèces prédominantes, l'on peut opposer tout un cortège d'agents biologiques dont l'efficacité naturelle dans leur pays originel n'a pas toujours été à la hauteur de celle observée lors d'une utilisation rationnelle à grande échelle. Ces auxiliaires disponibles sont dans la plupart des cas, soit des champignons, soit des insectes, parasites pour les Hyménoptères ou prédateurs pour les Coléoptères et Névroptères.

Nous allons examiner successivement les différentes possibilités de lutte biologique en insistant sur les parasites et prédateurs, les modalités d'action et d'utilisation des champignons vous étant traitées par ailleurs.

I — GENESES ET CARACTERISTIQUES DES POPULATIONS D'ALEURODES SUR AGRUMES.

La plupart des espèces d'Aleurodes qui occasionnent de sévères dommages aux plantations d'Agrumes ont toutes sensiblement la même genèse et présentent plusieurs points communs. Il s'agit généralement, avec l'extension des transports et la rapidité de plus en plus grande des échanges commerciaux favorisant le cheminement de boutures, rameaux et fragments de végétaux divers, d'espèces introduites accidentellement à un faible inoculum, démunies de leur cortège d'auxiliaires, dans un nouveau pays, voire un nouveau continent. A titre d'exemple, *Aleurocanthus woglumi* figure dès 1921, sur la liste des ravageurs observés sur feuilles de Citrus en provenance de Cuba et de la Jamaïque (SASSCER, 1922) et des Bahamas (Bull. U.S.D.A., 1937). Ces ravageurs trouvent alors, dans certains cas, les conditions les plus favorables à leur implantation initiale, puis à leur extension.

Ces conditions sont d'ordre *physiologique* et *trophique*, dans la mesure où le ravageur nouvellement introduit doit trouver dans un délai très restreint le type de végétal apte à assurer son développement, et dépendent également des particularités *climatiques* du nouveau biotope colonisé. Une fois les besoins élémentaires du ravageur satisfait, son extension, voire sa prolifération sont sous l'étroite dépendance du potentiel biotique du phytophage (fécondité, voltinisme,...), de son adaptation aux conditions climatiques les plus défavorables (résistance aux températures hivernales, estivation,...), et de la continuité de la culture.

Une assez longue période de latence peut donc s'écouler entre l'époque de l'introduction du phytophage et celle où il devient un ravageur d'importance économique.

C'est ainsi qu'un rapport technique publié en 1936 précise que pour une introduction de *Dialeurodes citri* au Japon observée en 1914, les dégâts occasionnés aux Agrumes n'ont été notés qu'en 1930 et que, toujours au Japon, *Aleurocanthus spiniferus* introduit en 1918 n'a été considéré comme justiciable de mesures de lutte qu'en 1926 (KUWANA et ISHII, 1927 ; KODAMA, 1931).

Parallèlement *Aleurocanthus woglumi*, en provenance vraisemblable de l'Inde était introduit vers 1913 à la Jamaïque, Cuba, Panama et Costa-Rica et dès 1920 (FISHER, 1921 ; DIETZ et ZETEK, 1921) il était considéré comme le ravageur majeur des plantations de Citrus. Son extension n'allait pas se limiter à l'Amérique Centrale puisqu'il était signalé dès 1934 en Floride (NEWELL et BROWN, 1939), en 1935 au Mexique (SMITH, 1945). En 1955 selon un rapport de la F.A.O., il était observé, pour la première fois au Texas et dès 1962 aux Barbades (rapport F.A.O., 1965). Enfin, selon la même source d'information il était noté pour la première fois au Venezuela en 1965.

A partir d'un inoculum d'origine différente, il était signalé comme occasionnant de gros dégât au Pakistan (ABBAS et al, 1955) au Kenya (WHEATLEY, 1964) et en Afrique du Sud en 1965 (BEDFORD, 1965) bien que son arrivée dans ce dernier pays ait été signalée six ans plus tôt.

Une autre possibilité d'extension et de pullulation d'un ravageur peut être exprimée soit par la rupture d'un équilibre naturel préexistant consécutive à une intervention chimique contre d'autres prédateurs, soit par une modification considérable de l'environnement. En effet *Aleurothrixus floccosus* est connu depuis 1916 dans la majeure partie de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale et en 1923, BONDAR signale une très importante attaque d'*A. floccosus*, qu'il considère par ailleurs comme indigène sur Myrtacées et Rubiacées (BONDAR, 1924), sur café alors qu'une lutte chimique vigoureuse avait été auparavant réalisée contre *Coccus viridis* et que l'introduction de plantations d'Agrumes dans la province de Bahia n'avait pas commencé.

Par la suite *A. floccosus* était signalé en 1959 aux Iles Canaries et était très rapidement responsable de la diminution de la moitié de la surface réservée aux Agrumes. Observé en Espagne et en France en 1966, il s'étendait à la Corse en 1969 (ONILLON, 1969), à l'Italie en 1970 et atteignait le Maroc en 1972.

II — POSSIBILITES POTENTIELS EXPRIMEES PAR LES AUXILIAIRES.

En face de ces ravageurs aux potentiels de multiplication et de dissémination très élevés, quels sont les auxiliaires et les moyens biologiques de lutte dont nous pouvons disposer ?

Il ne faut pas oublier que dans la plupart des cas, il s'agit de ravageurs accidentellement introduits et qui sont contrôlés dans leur pays d'origine par un complexe très riche et très diversifié d'agents pathogènes et d'entomophages à un point tel que très souvent ce ravageur est d'une importance secondaire. Un exemple parfait nous est donné par MISRA (1920) qui considérait qu'*Aleurocanthus spiniferus* n'avait aucune importance économique, étant contrôlé par un chalcidien, non déterminé, et par les larves d'un Névroptère, *Chrysopa fulvolineata* et dans les cinq ans qui suivaient ce même aleurode était devenu le ravageur majeur au Japon (KUWANA et ISHII, 1927). De même les introductions successives en 1952 dans l'île de Guam de *Prospaltella smithi* SILV., *P. clypealis* SILV., *P. opulenta* SILV., *Eretmocerus serius* SILV. et *Amitus hesperidum* SILV. pour lutter contre *A. spiniferus* (PETERSON, 1956) ne font que traduire la richesse du complexe parasitaire observé dans la contrée originelle du ravageur, c'est-à-dire l'Asie du Sud-Est.

Un exemple identique nous est fourni par la liste exhaustive des parasites d'*Aleurothrixus floccosus* (DE BACH, 1970) recensés à travers sept pays d'Amérique du Sud et d'Amérique Centrale où pas moins de douze espèces de parasites appartenant aux genres *Encarsia*, *Prospaltella*, *Amitus*, *Eretmocerus*, *Signifora* et *Cales* ont été identifiés. Cette pléthore d'auxiliaires disponibles qui confirme les observations fragmentaires sur le parasitisme d'*A. floccosus* par *Eretmocerus californicus* à Porto Rico (DOZIER, 1925), *Encarsia portoricensis* à St. Domingue (MENOR et ORTEGA, 1964) *Amitus blanchardi* en Argentine (DE SANTIS, 1937) laisse d'ailleurs à penser que le Continent Sud américain est la contrée d'origine de ce ravageur.

La faune des prédateurs est plus réduite dans la mesure où, à l'inverse des parasites qui laissent au moyen du trou de sortie de l'adulte, la trace indéniable de leur passage et de leur action, les prédateurs eux ne laissent aucune marque tangible de la régulation qu'ils sont susceptibles d'effectuer et l'on peut presque dire que leur existence même n'est fonction, pour l'écologiste, que de la fréquence de ses observations.

Une fois le ravageur introduit et accimaté dans une contrée nouvelle, les nombreux exemples cités dans la littérature montrent que très peu de parasites indigènes sont susceptibles d'une adaptation à cette perturbation écologique. C'est ainsi que 8 ans après l'introduction d'*Aleurocanthus woglumi* à Panama, aucun parasite indigène n'était recensé (DIETZ et ZETEK, 1920) et qu'il en a été de même pour *Aleurothrixus floccosus* aux Iles Canaries après quinze ans de présence.

Par contre, et du fait même des caractéristique des pullulations d'aleurodes et de la source abondante et inépuisable de nourriture disponible, l'on constate une adaptation rapide de prédateurs d'une grande diversité systématique et de régimes alimentaires variés. FISHER en 1920 note à Panama la présence sur *A. woglumi* de deux coccinelles *Pentilia castanea* MULS. et *Scymnus horni* GORH. et d'une chrysope. DIETZ et ZETEK en 1920 signalent comme prédateurs du même aleurodes, *Hyperasis calderana* GORH., *H. albicollis* GORH., *Scymnus thoracicus* FOR., *S. horni* GORH., *S. coloratus* GORH. et *Cryptognatha flaviceps* CROTCH., cette dernière espèce ayant fait ultérieurement l'objet d'une tentative in-

fructueuse d'acclimatation au Japon contre *A. spiniferus* (KUWANA et ISHII, 1927). Enfin quelques coccinelles soit typiquement aleurodiphages comme *Clithestethus arcuatus* ROS., soit aphidiphages ou coccidiphages telles *Harmonia conglobata* MULS., *Lindorus lophantae* BLAISD. et *Cryptoleum montrouzieri* MULS. ont été observées sur *A. floccosus* (ONILLON, 1970) sans action notable sur le devenir du ravageur.

D'autres organismes, les champignons, sont susceptibles sous certaines conditions climatiques, d'exercer lors de l'implantation du nouveau ravageur, un contrôle biologique intéressant susceptible de développements ultérieurs à grande échelle. C'est ainsi que l'action d'*Aschersonia aleurodis*, d'*A. flavocitrina* et d'*Aegerita webberi* était observée sur *Dialeurodes citri* et *D. citrifolii* en Floride (DIETZ et ZETEK, 1920 ; NEWELL, 1921 ; BERGER, 1921 ; FLOYD, 1924). A la même époque (GODWEY, 1921) signalait une action non négligeable. d'*A. aleurodis* et *Aegerita webberi* à la Jamaïque, supplémentée cependant au moyen de traitements chimiques. Deux ans après (GODWEY, 1923), le contrôle d'*A. woglumi* était réalisé à la Jamaïque avec *Aschersonia goldiana*. Plus tard, BRUNNER en 1928 et 1931 notait le semi-échec d'*A. aleurodis* et *Aegerita webberi* dans le contrôle d'*Aleurocanthus woglumi* à Cuba.

Beaucoup plus tard (STEPANOV, 1963) et surtout MURVANIDZE en 1965 font état des possibilités offertes par les champignons du genre *Aschersonia*, non plus dans le sens d'une action naturelle de l'agent pathogène mais dans celui de l'utilisation rationnelle en tant que moyen biologique de lutte contre les aleurodes. La notion d'efficacité et de virulence de la souche vietnamienne d'*Aschersonia* par rapport à la souche américaine contre *D. citri* (MURVANIDZE, 1965) souligne une des principales difficultés de la lutte biologique contre les aleurodes des agrumes.

III — DIFFICULTES DE LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES ALEURODES DES AGRUMES.

Les quelques exemples que nous venons de citer montrent, s'il en était besoin, le degré de complexité des problèmes posés dans la réalisation du concept de lutte biologique contre les Aleurodes des Agrumes puisqu'à partir des conditions climatiques générales qui peuvent conditionner par exemple l'utilisation et l'efficacité de champignons ou de parasites en tant qu'agents de lutte, l'on arrive très rapidement à la notion de races écologiques ou écotypes qui ont la particularité de manifester leur efficacité sous des conditions écologiques précises que les moyens actuels d'investigation ne permettent pas de définir a priori. Il ne faut pas chercher ailleurs que dans la méconnaissance des relations parfois intimes entre le climat, le végétal, le ravageur et les auxiliaires, les raisons des nombreux échecs enregistrés dans les tentatives variées de lutte biologique contre *Aleurocanthus spiniferus*, *A. woglumi* et *Aleurothrixus floccosus*.

La diversité, le déterminisme et la rigueur des conditions climatiques interviennent en début et en fin de chaîne dans la classification des facteurs. Nous considérons le « début de chaîne » dans la hiérarchisation des facteurs susceptibles d'aboutir à un contrôle biologique dans la mesure où la réponse globale de l'auxiliaire est du type « tout ou rien », c'est-à-dire qu'elle permet ou elle ne permet pas à l'agent de manifester son efficacité. L'exemple nous en est donné avec *Aschersonia aleurodis*, *A. flavocitrina* et *Aegerita webberi*, champignons parasites de *Dialeurodes citri* et *citrofolii* dont l'action est reconnue (NEWELL, 1921) ; BERGER, 1921 ; FLOYD, 1924) uniquement lors des saisons humides et pluvieuses. L'utilisation des traitements chimiques avant que les conditions climatiques n'autorisent l'action des champignons ou après que ceux-ci aient réalisé l'essentiel du travail était même préconisé par YOTHERS en 1921.

Un phénomène identique est observé chez les parasites (RUSSEL, 1962) au Mexique où l'échec de l'introduction d'*Eretmocerus serius* contre *A. Woglumi* était imputable à une trop grande sécheresse du climat.

Inversement à l'autre bout de la chaîne, l'on retrouve une réponse modulée des entomophages à la diversité des conditions climatiques rencontrées. L'exemple le plus net est la sélection de la répartition spatiale d'*Amitus hesperidum* dans les régions chaudes et sèches et de *Prospaltella clypealis* dans les régions humides du Mexique (SMITH et al., 1964) à partir d'une introduction simultanée de trois entomophages, réalisée contre *A. woglumi* successivement en 1948, 1949 et 1950.

Entre les deux possibilités d'adaptations ou de non adaptation au climat, qui représentent les deux extrêmes dans l'évolution d'un contrôle biologique, se trouve toute la gamme des réactions des auxiliaires aux facteurs catastrophiques et aux variations saisonnières ou périodiques telle la variation du taux de parasitisme d'*A. woglumi* par *E. serius* au Mexique (SHAW, 1950) qui passe de 8 à 10 p. 100 pendant la saison sèche à 85 p. 100 pendant la saison pluvieuse. Ces exemples montrent bien la part importante du climat dans toute la succession logique des opérations classiques de lutte biologique qui sont l'implantation de l'auxiliaire, sa dispersion et sa dissémination, paramètres de son efficacité.

Mais que l'on s'adresse à l'une ou l'autre de ces étapes et l'on se retrouve devant une série de paramètres, les uns dépendant de l'auxiliaire et indépendant de l'homme, les autres dépendant exclusivement de l'homme.

Les paramètres dépendant exclusivement de l'auxiliaire sont ceux qui régissent toute la gamme des interactions entre l'hôte et son parasite, qu'il s'agisse de relations éthologiques, trophiques, physiologiques, écologiques ou liées à la reproduction. En effet, à l'inverse des prédateurs qui ne sont liés à leur proie que par des relations trophiques à spectre étendu — tous les stades d'une proie sont également consommables et consommés — les parasites présentent non seulement une remarquable spécificité parasitaire vis-à-vis de leur hôte mais également une spécificité vis-à-vis d'un stade déterminé du phytophage qui souvent est le seul stade réceptif de l'aleurode pour le parasite. C'est ainsi, pour ne considérer que les auxiliaires ayant démontré un potentiel certain de régulation, que les larves du premier stade d'*Aleurocanthus spiniferus* sont parasitées par *Prospaltella smithii* (KUWANA et ISHII, 1927), fait qui se rapproche de nos observations sur le parasitisme d'*A. floccosus* par *Amitus spiniferus*, que les larves du second stade d'*A. woglumi* représentent le seul stade réceptif pour la ponte des adultes d'*Eretmocerus serius* (CLAUSEN, 1932) et que *Prospaltella opulenta* dépose de préférence ses œufs dans les larves du troisième stade d'*A. woglumi* (QUEZADA, 1974). Enfin *Cales noacki* (ONILLON, 1974) attaque indifféremment les larves des trois derniers stades larvaires d'*A. floccosus*.

Mais cette spécificité dans la localisation des sites préférentiels et quelquefois obligatoires de ponte, représentant le maillon initial de l'attaque, se retrouve dans les divers processus de développement. C'est ainsi que les larves d'*E. serius* sont initialement externes pour devenir internes en fin de développement larvaire d'*A. woglumi* (CLAUSEN, 1932) alors que *Cales noacki* est un endoparasite strict (ONILLON, 1974) des larves d'*A. floccosus*. De même l'adaptation du développement larvaire du parasite à celui de son hôte est un élément complémentaire dans l'étude des potentialités d'un auxiliaire en tant qu'agent biologique de lutte et l'on peut différencier très nettement le développement synchrone du couple hôte-parasite, traduit par la sortie du parasite adulte au terme du développement larvaire de l'hôte pour l'association *P. smithii* — *A. spiniferus* (SAWADA et al. 1932) du blocage du développement de chaque stade larvaire d'*A. floccosus* parasité par *C. noacki* (ONILLON, 1974).

Cette particularité du développement de *Cales* a eu pour conséquence indirecte la mise en évidence d'un déterminisme du sexe lié à la taille, donc au stade de l'hôte (ONILLON et DE VRIES, 1973).

En dehors de ces caractéristiques des rapports entre consommateur et consommé et qui sont aisément observables, certains paramètres, essentiels dans l'utilisation pratique et dans l'efficacité d'un auxiliaire, ne sont pas quantifiables. C'est ainsi que l'efficacité de *P. opulenta* au Mexique (SMITH et al., 1964 ; FLANDERS, 1969) est fonction d'une plus grande capacité de recherche lui permettant de survivre à de faibles densités de son hôte, *A. woglumi*. Parallèlement, la dissémination exceptionnelle de *C. noacki* exerçant un contrôle total d'*A. floccosus* sur 80 km² (ONILLON, 1974) est à mettre à l'actif d'une capacité de recherche de l'hôte absolument remarquable. Enfin la possibilité qu'a l'entomophage de répondre à une augmentation rapide des populations de son hôte est également intéressante à préciser dans une optique pratique.

A côté de ces caractéristiques des rapports hôte-parasite dont le déterminisme lui échappe, l'homme peut agir sur un certain nombre de paramètres tels que l'époque du lâcher, la densité de l'inoculum spécifique introduit et le nombre d'espèces à libérer, soit sur des éléments, qui compte tenu des particularités précédentes supposées connues, lui permettent d'aboutir à l'étape ultime du processus de régulation.

L'époque du lâcher de l'auxiliaire est peut-être le point essentiel dans la mesure où la synchronisation entre l'introduction du parasite et la présence du stade réceptif de l'hôte est le gage du succès de l'implantation de l'auxiliaire et il est vraisemblable, bien que la littérature reste très discrète sur ce sujet, qu'un certain nombre d'échecs dans des opérations de lutte biologique contre les aleurodes ont eu pour origine la libération d'agents actifs mis en présence de stades non réceptifs du ravageur.

A partir du moment où les conditions de rencontre et de synchronisation sont requises entre l'aleurode et son parasite, l'intensité de l'inoculum ne semble pas être un problème majeur. C'est ainsi qu'à partir de 250 adultes d'*Eretmocerus serius* introduits à la Jamaïque contre *A. woglumi* (EDWARDS, 1932) et de 550 adultes du même entomophage à Haïti (DOZIER, 1932), 75 p. 100 de parasitisme étaient observés (MARLATT, 1932 ; CLAUSEN, 1932). Toujours avec le même entomophage, un lâcher de 270 adultes en 1959 était suffisant (WHEATLEY, 1964) pour assurer un an plus tard un très bon contrôle d'*A. woglumi* au Kenya. La libération de 3.000 adultes de *P. opulenta* était suffisante également (VAN WHERVIN, 1968) pour contrôler les populations d'*A. woglumi* à la Jamaïque.

Quant à la libération d'une ou de plusieurs espèces d'entomophages, des exemples récents observés dans l'île de Guam (PETERSON, 1956) avec *P. smithi*, *P. clypealis*, *P. opulenta*, *E. serius*, *A. hesperidum* contre *Aleurocanthus spiniferus* et au Mexique contre *Aleurocanthus woglumi* (SMITH et al., 1964) avec *A. hesperidum*, *P. clypealis* et *P. opulenta* montrent une élimination rapide de la plupart des entomophages, le plus apte à la recherche et à la possession de l'hôte, étant le seul à assurer ultérieurement le contrôle. Ceci est confirmé par une expérience similaire réalisée en Espagne où un lâcher simultané d'*Amitus spiniferus*, *Eretmocerus paulistus* et *Cales noacki* avait été réalisé en 1970. Deux ans plus tard, *C. noacki* était le seul entomophage actif recensé.

IV. — LA NOTION D'EQUILIBRE DANS LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES ALEURODES.

La complexité des relations liant le parasite à son hôte, vue à la fois sur le plan éthologique, écologique, physiologique, et les réactions observées des auxiliaires aux variations

même minimes du climat, montrent la difficulté devant laquelle nous nous trouvons pour connaître d'abord, choisir et libérer ensuite l'auxiliaire le plus apte à exploiter le milieu et à assurer un contrôle biologique satisfaisant. Et quand bien même ces différentes étapes seraient franchies victorieusement, plusieurs phénomènes encore inconnus demeurent avec l'existence et l'établissement d'un équilibre naturel assurant la permanence d'un contrôle biologique, et les conséquences indirectes observées au niveau de l'entomofaune associée.

C'est ainsi que si l'on veut bien considérer les deux exemples de lutte biologique contre les ravageurs majeurs que sont *Aleurocanthus woglumi* et *Aleurothrixus floccosus*, nous trouvons deux évolutions différenciées du contrôle en fonction du temps de présence de l'auxiliaire. Dans la plupart des cas, dès qu'un minimum de connaissance sur le couple aleurode-parasite a été connu, l'introduction de l'auxiliaire a été suivie du contrôle du ravageur, pour *A. woglumi* à Cuba (MARLATT, 1932 ; CLAUSEN, 1932), à la Jamaïque (EDWARDS, 1936), aux Bahamas (RICHARDSON, 1948) et au Mexique (SMITH et al., 1964) ; pour *A. floccosus* au Chili (DE BACH, 1973), en Espagne CANIZO PERATE, communication personnelle) et en France (ONILLON, 1972, 1973).

Par contre, dès que l'on se trouve en présence d'un temps de présence de l'entomophage suffisant, ce qui se traduit en fonction de l'activité du parasite, par un maintien des populations du phytophage et de l'entomophage à des niveaux très bas, la moindre perturbation écologique dont le déterminisme reste souvent inconnu, peut détruire le fragile équilibre existant et amener un renouveau spectaculaire des populations du ravageur. C'est ainsi qu'à la Jamaïque, la rupture de l'équilibre observé dans le contrôle d'*A. woglumi* par *Eretmocerus serius* a eu pour conséquence en 1950 (VAN WHERVIN, 1968) la recrudescence des populations du ravageur, qui n'ont pu être contrôlées que par un lâcher important d'adultes de *Prospaltella opulenta*. Un phénomène identique a été observé en 1973 à Malaga où pour des raisons mal définies, l'on a assisté à une pullulation spectaculaire d'*A. floccosus* (CANIZO PERATE, communication personnelle), aleurode auparavant bien contrôlé par *C. noacki*. En l'occurrence, des lâchers successifs du même entomophage ont pu rétablir ultérieurement un contrôle satisfaisant d'*A. floccosus*.

En corollaire de l'établissement et de la conservation d'un équilibre naturel exercé sur un ravageur dominant, l'on assiste à une modification de l'entomofaune associée, principalement au niveau des ravageurs. En effet l'entomophage, en réduisant considérablement le niveau des populations du ravageur, a supprimé la compétition interspécifique qui s'exerçait pour la prise de nourriture et la possession de l'espace vital, soit par des phénomènes de surpopulation, soit par l'occupation de strates préférentielles communes du végétal, au niveau des autres consommateurs primaires. C'est ainsi que *C. noacki*, en assurant un contrôle quasi total des populations d'*A. floccosus* a supprimé la compétition interspécifique exercée au niveau des larves de *D. citri*, autorisant de ce fait (ONILLON, 1974 c) l'extension dynamique de ce dernier.

On peut donc voir, au travers de ces différents exemples, la complexité des relations existantes entre le climat et le couple hôte-auxiliaire et les liens d'interdépendances entre le phytophage et l'entomophage, liens dont la connaissance peut permettre d'utiliser l'entomophage le plus approprié, à une date précise, pour exercer un contrôle biologique déterminé.

V — CONCLUSIONS.

La lutte biologique contre les Aleurodes des Agrumes, si elle a donné de nombreuses satisfactions dans le contrôle de ravageurs difficilement maîtrisables par les moyens traditionnels de la lutte chimique, a également enregistré certains échecs, imprévisibles alors, mais facile-

ment explicables aujourd'hui, échecs qui ont pu, dans une certaine mesure, retarder l'évolution indispensable d'une telle stratégie de lutte.

Aujourd'hui l'on peut, et paradoxalement, ce sont les échecs répétés et leurs tentatives d'analyses qui le permettent concevoir une méthode biologique de lutte contre la plupart des aleurodes majeurs des cultures citricoles. En effet les introductions successives d'entomophages dans leur globalité ont mis en évidence le potentiel remarquable d'organismes utiles sans toutefois pouvoir en fournir le mode d'emploi. Progressivement, la répétition des observations réalisées sous des climats variés, avec une diversité de parasites a permis d'isoler un certain nombre de paramètres qu'il est matériellement impossible à l'heure actuelle de méconnaître si l'on veut substituer à la notion d'observateur, celle d'expérimentateur. A la notion de lâchers plurispécifiques d'entomophages laissant à la nature le soin de sélectionner une espèce qui n'est pas avec certitude la meilleure possible, solution inconfortable pour l'écologiste et qui est une fin en soi dans la mesure où elle supprime toute possibilité de connaître les interactions et de concevoir un système cohérent de lutte biologique ou intégrée, l'on peut substituer la notion de lâchers monospécifiques de l'espèce a priori la mieux appropriée sous des conditions telles que les paramètres indispensables à la synchronisation spatio-temporelle des deux antagonistes soient réunis. Cette optique permettrait alors de comprendre les divers processus d'évolution de l'association hôte-parasite et de pouvoir envisager l'insertion d'un tel programme de lutte dans un système global de protection phytosanitaire des vergers d'agrumes, soit par voie biologique, soit au moyen de la lutte intégrée.

BIBLIOGRAPHIE

- ABAS H.M., KHAN M.S. et HAQUE H., 1955 Black fly of *Citrus* (*Aleurocanthus woglumi* ASHBY) in Sind and its Control. *Agric. Pakist.*, 6, 1, 5-23.
- ANONYME, 1936. On *Dialeurodes citri* ASHM. *J. Plant. Prot.*, 24, 4, 58-64.
- ANONYME, 1937. List of intercepted Plant Pests. S.R.A., B.E.P.Q. Washington, D.C., U.S. Dep. Agric., Bur. Ent., 131 pp.
- ANONYME, 1955. Outbreaks and new Records. *F.A.O. Plant. Prot. Bull.*, 3, 172-173.
- ANONYME, 1965. Outbreak and new Records. *Pl. Prot. Bull. F.A.O.*, 13, 4, 88-90.
- ANONYME, 1967. Outbreak and new Records. *Pl. Prot. Bull. F.A.O.*, 15, 6, 117.
- BEDFORD E.C.G. et THOMAS E.D., 1965. Biological control of *Citrus* blackfly, *Aleurocanthus woglumi* ASHBY (Homoptera : Aleurodidae) in South Africa. *J. Ent. Soc. Sth. Afr.*, 28, 1, 117-132.
- BERGER E.W., 1921. Natural enemies of Scale Insects and white flies in Florida. *Qrtly. Bull. Florida State Pl. Bd., Gainesville*, 5, 3, 141-154.
- BONDAR G., 1923. Uma nova praga do caféiro (A new Pest of coffee). *Correio Agrícola*, 1, 10, 263-266.
- BONDAR G., 1924. Aleyrodideos do Brazil, ou piolhos « farinheiros » das plantas. *Chacaras e Quintaes*, 29, 4, 353-357.
- BRUNER S.C., 1928. Sobre la solucion del problema de la mosca prieta (*Aleurocanthus woglumi*). *Rev. Agric. Com. Trab.*, 9, 7, 38-40.
- BRUNER S.C., 1931. Informe del departamento de entomologia y fitopatologia, ejercicio de 1929 à 1930. *Report of Depart. Ent and Phyt. for 1929-1930. Exp. St. Santiago de Los Vegas, Cuba* - 74 p.
- CLAUSEN C.P. et BERRY P.A., 1932. The *Citrus* blackfly in Asia, and the Importation of its Natural enemies into Tropical America. *Tech. Bull. U.S. Dept. Agric.*, 320, 58 p.
- DE BACH P., 1970. La mouche blanche, *Aleurothrixus floccosus* et ses parasites dans l'hémisphère occidental. *Al Awamia*, 37, 101-104.
- DE SANTIS L., 1937. Una nueva especie de Himenoptero del género *Amitus* de la República Argentina. (*Amitus blanchardi*, sp. n., reared from *Aleurothrixus howardi* QUAIN.), on *Citrus* in Argentina. *Rev. argent. Agron.*, 4, 2, 115-116.
- DIETZ H.F. et ZETEK J., 1920. The black Fly of *Citrus* and other subtropical plants. *U.S. Dept. Agric., Washington, D.C., Bull. n° 855*, 55 p.
- DOZIER H.L., 1925. Annual Report of the Division of Entomology. *Ann. Rept. Insular Expt. Sta., Rio Piedras, Porto Rico, 1924-1925*, 115-124.
- DOZIER H.L., 1932. Two undescribed Chalcid Parasites of the Woolly Whitefly, *Aleurothrixus floccosus* MASK. from Haïti *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 34, (7), -8-122.
- EDWARDS W.H., 1932. Control of *Citrus* Black Fly. The introduction in Jamaica of a natura enemy (*Eretmocerus serius* SILV.) of the *Citrus* black fly (*Aleurocanthus woglumi* ASH.) *J. Jamaica Agric. Soc.*, 36 (6), 280.
- EDWARDS W.H., 1936. Pests attacking *Citrus* in Jamaica. *Bull. Ent. Res.*, 27 (2), 335-337.

FISHER H.C., 1920. Report of the Health Department of the Panama Canal for the Calendar Year 1919. *Mount Hop, C.Z.*, 134 p.

FLANDERS S.E., 1969. Herbert D. Smith's observations on citrus black fly parasites in India and Mexico and the correlated circumstances. *Can. Ent.*, 101, 467-480.

FLOYD W.L., 1924. Citrus Insects and Diseases in Florida. *Amer Fruit Grower*, 44 (2), 16, 35, 42-43.

GOWDEY C.C., 1921. The Citrus Black Fly (*Aleurocanthus woglumi* ASBY). *Jamaica Dept. Agric., Kingston, Ent. Circ.*, 3, 11 p.

GOWDEY C.C., 1923. Report of the government Entomologist. *Ann. Rept. Jamaica Dept. Agric.* 1922, 23-24.

KODAMA G., 1931. Studies on *Aleurocanthus spiniferus* QUAIN. Kagoshima-Ken, Kyushu 38 pp.

KUWANA I. et ISHII T., 1927. On *Prospaltella smithi* SILV., and *Cryptognatha* sp., the Enemies of *Aleurocanthus spiniferus*, imported from Canton, China. *J1. Okitsu. Hort. Soc.*, 22, 27-80.

MARLATT C.L., 1932. Report (1930-31) of the Chief of the Bureau of Entomology. *Bull. D.C., U.S. Dept. Agric., Washington*, 87 p.

MENOR Y ORTEGA J.G., 1934. Informe del entomologo - patologo. *Mem. Sec. Agric. Com. Repub. Dominicana* 1932, 117-133.

MISRA C.S., 1920. Some Indian Economic Aleyrodidae. *Rept. Proc. 3rd Entom. Meeting, Pusa, Feb.* 1919, Calcuta, 418-433.

MURVANIDZE M.Y., 1965. The Citrus whitefly (*Dialeurodes citri* RIL. et HOW.) and the study of methods of biological control in the conditions of the Batumi district (*In. Issledovaniya po biologicheskomu metodu bor'by s vreditelyami sel'skogo i lesnogo Khoz-yaistva 2nd edn.*, 34-37.

NEWELL W., 1921. Report of the Plant Commission for the Biennium ending 30 th April 1920, and supplementary Reports. *Qtrly. Bull. Florida State Plant Bd., Gainesville*, 5 (2), 37-126.

NEWELL W. et BROWN A.C., 1939. Eradication of the Citrus Blackfly in Key West, Florida. *J. econ. Ent.*, 32 (5), 680-682.

ONILLON J.C., 1969. A propos de la présence en France d'une nouvelle espèce d'Aleurode nuisible aux Citrus., *Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*). *C.R. Acad. Agr. France*, 55 (13), 937-941.

ONILLON J.C., 1971. Premières observations sur la biologie d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*) dans le Sud-Est de la France. *Al Awamia*, 37, 105-109.

ONILLON J.C. et ONILLON J., 1972. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Honoptères inféodés aux Agrumes. III. Introduction dans les Alpes-Maritimes de *Cales noacki* HOW. (Hym., *Aphelinidae*), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*). *C.R. Acad. Agric. France*, 58 (6), 365-370.

ONILLON J.C., 1973. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Honoptères inféodés aux Agrumes. V. 2. Possibilités de régulation des populations d'*A. floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*) sur agrumes par *Cales noacki* HOW. (Hymenopt., *Aphelinidae*). *O.E.P.P./E.P.P.O., Bull.* 3 (1), 17-26.

- ONILLON J.C. et ONILLON J., 1974. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. III. 2. Modalités de la dispersion de *Cales noacki* HOW. (Hymenopt., *Aphelinidae*) parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*). *Bull. O.I.L.B./S.R.O.P.* 1974/3, 51-66.
- ONILLON J.C., 1974. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. III. 3. La dissémination naturelle de *Calec noacki* HOW. (Hymenopt., *Aphelinidae*), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*) dans le Sud-Est de la France. *C.R. Acad. Agric. France* (sous presse).
- ONILLON J.C., ONILLON J. et BRUN P., 1974. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. II. 3. Premières observations sur l'évolution comparée des populations de *Dialeurodes citri* ASHM. (Homopt., *Aleurodidae*) en Corse et dans le Sud-Est de la France. *Fruits* (sous presse).
- ONILLON J.C. et DE VRIES G., 1975. Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux Agrumes. III. 4. Sur le déterminisme du sexe de *Cales noacki* HOW. parasite d'*Aleurothrixus floccosus* MASK. (Homopt., *Aleurodidae*) sous presse).
- PERTERSON G.D., 1956. Biological control of the Orange spiny whitefly in Guam. *J. econ. Ent.*, 48, (6), 681-683.
- QUEZADA J.R., 1974. Biological control of *Aleurocanthus woglumi* (Homopt., *Aleurodidae*) in El Salvador. *Entomophaga*, 19 (3), 243-254.
- RICHARDSON H.H., 1948. Present status of the Citrus blackfly and its parasite *Eretmocerus serius* at Nassau, Bahamas. *J. econ. Ent.*, 41 (6), 980.
- RUSSELL L.M., 1962. The Citrus Blackfly. *F.A.O. Plant Prot. Bull.*, 10 (2), 36-38.
- SASSCER E.R., 1922. Important insects collected on imported Nursery stock in 1921. *Jl. Econ. Ent.*, *Geneva, N.Y.*, 15 (2), 158-162.
- SAWADA E., IKEDA N. et TANAKA K., 1932. Studies an *Prospaltella smithi* SILV. an enemy of *Aleurocanthus spiniferus* QUAIN. *Mater. Improv. Agric.*, 42, 1-28.
- SHAW J.G., 1950. *Eretmocerus serius* as a parasite of the Citrus blackfly in Mexico. *J. econ. Ent.*, 43 (3), 380-382.
- SMITH H.D., 1945. La « mosca prieta » de los citricos en la Costa occidental de Mexico y la importacion y colonizacion de *Eretmocerus serius* SILV. para su control. *Fitofilo*, 4 (2), 67-103.
- SMITH H.D., MALTBY et JIMENEZ JIMENEZ E., 1964. Biological control of the Citrus blackfly in Mexico. *Tech. Bull. U.S. Dep. Agric.*, 1311, 30 p.
- STEPANOV E.M., 1963. A parasite of the Citrus whitefly. *Zashch. Rast.*, 20-23.
- VAN WHERVIN L.W., 1968. The introduction of *Prospaltella opulenta* SILV. into Jamaica and its competitive displacement of *Eretmocerus serius* SILV. *PANS*, 14 (4), 456-464.
- WHEATLEY P.E., 1964. The successful establishment of *Eretmocerus serius* SILV. (Hymenopt., *Eulophidae*) in Kenya *E. Afr. agr. For. J.*, 29 (3), 235.
- YOTHERS W.W., 1921. Some fundamentals of grove pest control. *Qtrly. Bull. Florida State Plant Bd.*, *Gainesville*, 6 (1), 1-10.