

N° 223

PHYTOMA

Défense des Cultures



DECEMBRE 1970

Nouvelles

orientations

Ainsi que nous l'avons annoncé dans notre précédent numéro en rendant compte des conférences plénières du VII^e Congrès International de la Protection des Plantes, nous publions ci-dessous le texte intégral de la Conférence qu'a faite M. Biliotti lors de la séance de clôture du Congrès, le 25 septembre 1970. Les chiffres portés dans le texte se rapportent aux numéros des références bibliographiques.

de la lutte contre les ennemis des plantes

par E. BILIOTTI,

*Président de l'Organisation Internationale de Lutte Biologique,
Chef du Département de Zoologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique.*

A partir du moment où l'homme ne s'est plus contenté de prélever sur les plantes spontanées les fruits ou les organes végétaux nécessaires à sa nourriture mais où il a décidé de multiplier, à son usage exclusif, certaines plantes, il est entré en concurrence avec les autres organismes vivants qui se développaient aux dépens de ces espèces botaniques. L'origine des diverses pratiques de lutte phytosanitaire se confond avec les débuts mêmes de l'agriculture, mais elles ont connu au cours des temps des formes extrêmement diverses et des succès très variables. A chaque étape du développement de l'humanité correspond une certaine combinaison de méthodes mécaniques biologiques ou... psychologiques destinées à assurer au cultivateur la disponibilité d'une fraction aussi grande que possible du matériel végétal dont il avait assuré la multiplication. De la sorcellerie à la condamnation juridique ou religieuse, de l'effarouchement acoustique à la mise au point de techniques culturales parfois déjà très élaborées, un très grand nombre de systèmes ont été ainsi essayés au cours des siècles.

Une première révolution eut lieu avec la découverte des substances insecticides extraites des plantes (derris, roténone, nicotine, etc.), mais c'est essentiellement l'apparition des insecticides organiques de synthèse qui, à l'époque de la seconde guerre mondiale, apporta des moyens suffisants pour pouvoir espérer de résoudre l'ensemble des problèmes. Dans le domaine de la lutte contre les maladies cryptogamiques, basée uniquement au début sur l'usage de toxiques d'origine minérale, l'évolution a été comparable et on a pu croire, il y a une vingtaine d'années, que la solution de tous les problèmes phytosanitaires était en vue.

L'industrie s'était en effet montrée capable de mettre à la disposition des agriculteurs des substances d'un prix de revient abordable, capables de détruire la plupart des ravageurs connus sans entraîner de risques excessifs pour les utilisateurs, ni, semble-t-il, pour les consommateurs des produits agricoles bruts ou transformés. Le rythme de découvertes de substances toxiques nouvelles permettait d'envisager de régler rapidement les cas les plus difficiles et de faire face aux phénomènes de résistance manifestés par différentes espèces de ravageurs vis-à-vis des produits les plus anciennement employés.

Aussi, l'attitude adoptée par la plupart des agriculteurs a-t-elle été de pratiquer systématiquement des traitements « d'assurance » étudiés pour chaque type de production, en fonction de la totalité des ravageurs potentiels et sans se préoccuper de savoir s'ils étaient présents et capables de causer des dégâts économiquement sensibles. Par ailleurs, chaque fois qu'un ennemi inattendu se manifestait, il déclenchait une intervention massive avec le produit le plus polyvalent et le plus persistant possible de l'arsenal phytosanitaire du moment.

Ces pratiques se sont montrées longtemps valables pour la plupart des productions de valeur des pays d'agriculture prospère et elles ont aussi permis de lutter efficacement contre les principaux insectes vecteurs de maladies de l'homme et des animaux.

A l'heure actuelle, la situation a beaucoup évolué en fonction de deux séries d'éléments principaux :

— la rapidité de formation de souches résistantes et l'apparition permanente de ravageurs nouveaux ont entraîné une véritable course à la

multiplication des traitements et à l'utilisation de substances toxiques nouvelles dont les conséquences économiques obligent à reconsidérer la rentabilité des interventions phytosanitaires ;

— beaucoup des produits utilisés se sont montrés particulièrement persistants et ont envahi progressivement la quasi-totalité du milieu naturel, tout en s'accumulant à l'intérieur des espèces vivantes par le jeu d'une « concentration biologique » croissante dans les chaînes alimentaires (24).

Il y a longtemps que les biologistes (5, 11) avaient attiré l'attention sur les conséquences possibles d'applications toxiques polyvalentes au sein d'écosystèmes naturels ou modifiés par l'activité agricole (37). En effet, même dans ceux qui apparaissent les plus simples, il existe un nombre important d'espèces vivantes ayant entre elles des relations très variées. Le niveau de population de chacune est déterminé essentiellement à chaque instant par le jeu des antagonismes opposant proies et prédateurs ou parasites ainsi que par la concurrence pour l'exploitation des ressources alimentaires et de la place disponible. Il n'est donc pas étonnant qu'une intervention aveugle puisse, à la longue, s'avérer favorable à l'espèce que l'on souhaiterait faire disparaître ou permettre le développement massif d'un phytophage qui passait jusqu'alors inaperçu.

Il faut également ajouter à ces phénomènes le rôle que les produits employés peuvent jouer par eux-mêmes, directement ou par l'intermédiaire de la plante, sur la physiologie et le développement des ravageurs. Ce rôle longtemps sous-estimé s'est montré primordial dans le cas des pullulations généralisées d'acariens dans toutes les régions du monde (14).

Enfin, l'intensification des échanges internationaux et l'augmentation de la rapidité de circulation des produits ont accru considérablement les chances d'introduction de ravageurs d'une région dans une autre. C'est ainsi que les espèces dotées de la plus grande plasticité écologique se sont installées dans de très vastes zones du monde entier et que leurs formes résistantes se retrouvent dans toute leur aire de répartition.

La situation paraît particulièrement grave dans le cas de la culture du coton, puisque, dans certaines régions d'Amérique centrale, le coût des interventions phytosanitaires a atteint ou même dépassé le prix de vente de la récolte (39). Il n'en est heureusement pas de même pour la plupart des grandes productions, mais les difficultés économiques des marchés agricoles de nombreux pays imposent de rechercher activement une réduction des dépenses de « traitement ». L'importance de la

section Economique du Congrès montre bien tout l'intérêt porté à l'étude des prix de revient de la protection des plantes dans le monde.

L'envahissement du milieu naturel par les résidus de pesticides est une constatation qui s'est imposée surtout au cours des dix dernières années, mais il n'avait pas beaucoup préoccupé initialement les responsables du développement de la lutte chimique. Le souci primordial lors de la mise au point des toxiques avait été d'assurer la sécurité des applicateurs et des consommateurs de produits agricoles, en évitant les substances à toxicité directe trop forte en imposant un délai entre le traitement et la récolte. On est ainsi arrivé à éviter tout accident grave dans les pays où une législation phytosanitaire était appliquée et ce n'est que progressivement que l'on a pris conscience des conséquences plus insidieuses dues à la persistance des pesticides ou de certains de leurs métabolites. Nous sommes encore loin de connaître tous les effets possibles à longue échéance des substances qui ont été ainsi largement répandues, mais si certaines des craintes qu'elles ont fait naître sont certainement exagérées, elles ont suffi à amener les toxicologues à faire adopter des législations phytosanitaires beaucoup plus sévères basées sur la notion de résidus. Ainsi, le souci de ne pas provoquer de modification irréversible du milieu vivant comme celui de pouvoir commercialiser sa production doivent, là encore, conduire l'agriculteur à changer ses habitudes et ses techniques.

Cette indispensable évolution devra s'accomplir dans un monde où les ressources alimentaires sont encore très largement insuffisantes, tandis que la place et les structures de l'agriculture sont remises en cause dans presque tous les pays développés. Les difficultés ne peuvent être résolues qu'en adoptant dans chaque cas la solution la mieux adaptée aux conditions locales et en tenant compte de tous les éléments des problèmes posés. Cette attitude rationnelle et réaliste est celle qui a inspiré les promoteurs de la « **lutte intégrée** » (10, 31, 41, 42), ainsi définie par les experts réunis à Rome en 1968 par la F.A.O. :

« Système de régulation des populations des ravageurs qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise toutes les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible et maintient les populations de ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommages économiques ».

Certes, nos connaissances fondamentales sont encore insuffisantes pour nous permettre de trouver à coup sûr la meilleure solution possible, mais la doctrine ainsi exposée nous indique comment utiliser au mieux les moyens dont nous disposons.

Les progrès ultérieurs dépendront à la fois de nos acquisitions scientifiques dans le domaine de l'écologie, du perfectionnement des méthodes de lutte classiques, de la découverte de nouveaux moyens d'action.

Parmi les méthodes classiques, la principale restera encore pendant longtemps la **lutte chimique** et il est facile de définir les progrès à accomplir dans ce domaine : renoncer aux traitements automatiques avec des produits persistants et améliorer la précision des interventions qui ne seront décidées qu'en fonction du seuil de nuisibilité économique (40). Dès à présent des expériences à grande échelle et de longue durée, dont certaines ont été rapportées au cours du Congrès, ont montré qu'il était possible d'obtenir des productions de qualité en réduisant fortement le nombre des interventions phytosanitaires.

Ce souci de précision a toujours été celui de beaucoup de chercheurs phytosanitaires et il s'exerce dans de nombreux domaines (6, 25) : définition de la période de plus grande sensibilité du ravageur, choix de la date en fonction du cycle de pullulation de l'espèce, recherche d'un moment, d'une technique ou d'un produit permettant de respecter les auxiliaires naturels... Plusieurs communications du Congrès font état de progrès intéressants et les recherches actuellement en cours dans l'industrie peuvent apporter une contribution très importante en mettant au point des substances plus sélectives et moins persistantes ou présentant des modes d'action nouveaux. Le développement de produits endotherapiques par exemple se poursuivra certainement et devra s'appuyer sur une bonne liaison avec les études de physiologie végétale.

La **lutte biologique** s'est longtemps contentée de faire confiance aux ennemis naturels des ravageurs pour établir dans les écosystèmes un équilibre favorable à l'homme. Sa méthode essentielle était l'introduction de parasites ou de prédateurs en provenance d'autres régions du globe. Cette technique, qui a conduit à un certain nombre de succès spectaculaires, peut encore rendre de nombreux services. Le symposium sur les foreurs des graminées organisé par l'O.I.L.B. dans le cadre du Congrès a montré notamment ce qui pourrait être fait pour la canne à sucre et le riz ; dans un passé récent le succès de l'introduction de *Prospaltella perniciosi* en Europe occidentale a largement modifié l'aspect du problème du Pou de San José (4). Un peu partout dans le monde des actions sont en cours contre les homoptères des agrumes. De telles opérations nécessitent la plus large coopération internationale et justifient l'action d'organisations spécialisées comme l'O.I.L.B. qui en coordonnant les efforts de nombreux instituts de recherche a déjà permis une série de succès en Europe occidentale, en Méditerranée et en Afrique,

le dernier en date obtenu en Mauritanie contre la Cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* a été rapporté au cours du Congrès.

La plupart des opérations de Lutte Biologique entreprises jusqu'à ce jour ne bénéficiaient que d'une connaissance partielle des problèmes écologiques à résoudre. Il serait très souhaitable qu'elles puissent s'appuyer sur des bases plus solides dans le domaine de la dynamique et de la génétique des populations notamment. Cependant, à condition de disposer d'une bonne organisation de quarantaine et de liaisons internationales étendues, on peut fort bien continuer à introduire, sans frais considérables et surtout sans risques, des organismes utiles susceptibles de s'opposer avec succès au développement des ravageurs les plus difficiles à combattre, principalement dans les régions où ils ont été introduits.

Si la notion d'« équilibre » (35) est la base même de la lutte biologique classique (7, 16, 17), l'utilisation des ennemis naturels des ravageurs peut fort bien se concevoir sous forme d'actions répétées à courte échéance, en apportant l'antagoniste chaque fois que sa présence est nécessaire en un point donné, par colonisation périodique ou lâchers massifs « d'inondation ». De telles pratiques très largement utilisées déjà pour certains entomophages comme les *Trichogramma* (15, 28), parasites des œufs de nombreux insectes, n'ont pu se développer que lorsqu'on a été capable de produire les auxiliaires en très grande quantité à un prix de revient satisfaisant. Elles s'appliquent aussi bien à l'utilisation d'espèces exotiques incapables de s'implanter définitivement qu'à des auxiliaires indigènes dont la multiplication naturelle est insuffisante. A partir du moment où les problèmes de production de masse sont résolus, on peut envier la multiplication des organismes utiles ont été réalisés n'ayant pas l'occasion de jouer un rôle déterminant contre le ravageur considéré dans les conditions normales. C'est ainsi que les Chrysopes, plus généralement rencontrés comme prédateurs de pucerons, sont maintenant utilisés pour détruire les œufs et les jeunes larves des Noctuelles du coton.

Le champ d'application de telles techniques est considérable et ne cessera de s'élargir dans l'avenir à chaque progrès réalisé dans la connaissance des besoins physiologique des insectes. L'étude des besoins nutritionnels devra être activement poussée sur la base des résultats plus ou moins empiriques accumulés jusqu'à ce jour. Le prix de revient d'un individu d'*Opius concolor* (32), parasite de la Mouche de l'olive a été abaissé considérablement lorsqu'on a remplacé la poudre de carotte par de la poudre de luzerne dans le milieu d'élevage des larves de *Ceratitis capitata* utilisées comme hôtes de laboratoire. Le remplacement de la levure de bière par celle produite par *Saccharo-*

myces fragilis pour l'alimentation des adultes de *Chrysopa* amène de même une grande amélioration de la rentabilité de l'élevage de ces auxiliaires (22).

Les progrès les plus considérables dans la multiplication des organismes utiles ont été réalisés dans le domaine des maladies des insectes. *Bacillus thuringiensis* (21, 29, 30) est maintenant produit industriellement et commercialisé sous une forme tout à fait comparable à celle des pesticides chimiques classiques dont il a la facilité d'emploi tout en présentant une très intéressante sélectivité vis-à-vis des animaux supérieurs. Beaucoup de progrès restent à faire pour les autres agents pathogènes, mais des résultats déjà très encourageants ont été obtenus avec les virus et les champignons. Enfin le domaine de l'utilisation des maladies ou des antagonistes des champignons parasites des plantes, qui vient de s'ouvrir et a fait l'objet de plusieurs communications à ce Congrès, offre des perspectives très encourageantes dans un secteur particulièrement délicat.

A côté de la lutte biologique traditionnelle, le secteur de **lutte génétique** offre également des possibilités considérables. Conçue d'abord sous la forme de l'utilisation de mâles stériles introduits massivement dans les populations naturelles dont on recherchait l'éradication (26), cette forme de lutte s'est largement diversifiée à mesure que l'on prenait conscience de la possibilité d'utiliser d'autres aspects des phénomènes génétiques : stérilité induites (2), incompatibilité cytoplasmique (27, 38), etc. Les premiers résultats positifs obtenus sur des populations naturelles sont encourageants et on envisage de plus en plus l'emploi de ces méthodes dans le cadre de programmes d'interventions coordonnées dans l'esprit même de la lutte intégrée.

Le développement des stérilisants chimiques, associés à divers systèmes de pièges (lumineux par exemple) (12) offre également des possibilités très intéressantes d'intervenir sur le potentiel génétique des populations de ravageurs.

Ce qui me paraît le plus important pour l'avenir, c'est que nous ayons pleinement conscience du fait qu'il existe un nombre considérable de possibilités d'intervention permettant de régler le niveau des populations d'organismes nuisibles et qu'elles doivent toutes être employées de façon coordonnée.

A tout moment le comportement et le développement des ravageurs sont réglés par l'action simultanée des facteurs climatiques et biotiques de leur environnement. Parmi ces derniers, outre les antagonismes dont nous avons déjà parlé, il faut faire une part importante aux liens entre le phytophage et la plante dont il se nourrit et à ceux qui

règlent les relations entre individus de la même espèce.

Pour qu'un ravageur puisse exploiter une plante déterminée, il faut d'abord que certains de ses stades évolutifs coïncident exactement dans le temps avec des états précis du développement du végétal. Nous pourrions intervenir sur ce phénomène à la fois par sélection, par des méthodes culturales ou en agissant artificiellement sur la dormance du végétal (18) à l'aide d'inhibiteurs de croissance par exemple. La présence effective du ravageur sur la plante dépend de l'attraction exercée par celle-ci sur un ou plusieurs stades évolutifs mobiles du phytophage. Or on a découvert des substances répulsives capables de s'opposer à ce phénomène, ce qui ouvre la voie à une nouvelle méthode de lutte (46). Il faut ensuite que se déclenchent les processus de prise alimentaire, or on a découvert que certains composés avaient un effet inhibiteur sur cette séquence du comportement, il y a donc là une possibilité particulièrement intéressante et qui sera certainement exploitée dans un avenir proche. Dans d'autres cas certains caractères morphologiques ou anatomiques s'opposent à la prise de possession de l'hôte, il est possible de les favoriser par sélection. Enfin il faut que l'aliment consommé convienne au développement du ravageur, or, à l'intérieur des groupes botaniques auxquels appartiennent les plantes cultivées on a fréquemment découvert des espèces ou des types biologiques contenant des facteurs défavorables à la croissance ou à la fécondité du phytophage. Là encore la sélection de **variétés résistantes** peut permettre de résoudre des cas difficiles. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que cette résistance soit absolue puisque nous pouvons toujours compter sur une « intégration » de moyens complémentaires pour obtenir le résultat recherché. Une des raisons pour lesquelles il est impossible d'envisager rapidement une réduction vraiment massive des interventions phytosanitaires est que la plupart des variétés très productives cultivées à l'heure actuelle sont très sensibles à l'attaque des ravageurs animaux et végétaux ; il y a donc dans un proche avenir un effort considérable à réaliser dans ce secteur.

Quant aux relations entre individus elles sont sous la dépendance de facteurs d'agrégation d'origine externe et qui sont le plus souvent des substances attractives émises par les végétaux et également au moins dans le cas des insectes, des **phéromones** qui règlent notamment la rencontre des sexes. Là encore les possibilités offertes sont considérables, un attractif quel qu'il soit peut permettre de rassembler un grand nombre de représentants d'une espèce en un même point, soit pour les détruire, soit pour les rendre vecteurs d'un facteur nocif qu'ils dissémineront dans la popula-

tion. On peut ainsi leur faire véhiculer des germes pathogènes, les mettre en contact avec des substances capables de modifier leurs potentialités génétiques ou avec une dose déterminée d'**hormone juvénile** (45). Cette dernière peut en effet constituer « l'arme absolue » pour la destruction des insectes mais, du fait de sa polyvalence, elle ne peut être employée en épandage direct et les efforts des chercheurs spécialisés dans ce domaine tendent à assurer sa diffusion sélective dans le milieu. Les années qui viennent devraient nous apporter dans ce domaine des progrès décisifs à partir du moment où les quantités suffisantes de l'hormone ou de ses homologues seront disponibles.

On peut aussi envisager de rendre impossible l'accouplement dans une espèce donnée en diffusant dans le milieu de grandes quantités de phéromone sexuelle empêchant complètement l'orientation des mâles en direction des femelles. Des premiers essais dans la nature ont été encourageants dans le cas de *Lymantria dispar* (19).

Essayons maintenant de voir si une meilleure connaissance de l'action des facteurs physiques du milieu peut également nous donner des moyens d'action.

Il y a quelques décades il semblait que la croissance et l'évolution des insectes dépendaient quasi exclusivement de la température et de l'hygrométrie, depuis nous avons découvert l'importance de beaucoup d'autres facteurs et notamment de la lumière, sous son aspect qualitatif et surtout par l'intermédiaire de la durée d'éclairement par vingt-quatre heures. Les chercheurs ont montré que la photopériode réglait dans de nombreux cas l'apparition des arrêts de développement du type diapause et aussi qu'elle intervenait sur la plupart des phénomènes physiologiques et fixait la vigueur et la vitalité des individus. Or on a découvert également qu'une courte interruption de la phase obscure pouvait être suffisante pour modifier le rythme de la photopériode et on a aussi pu empêcher, dans les conditions de la nature, l'entrée en diapause d'*Adoxophyes reticulana* (1), il y a donc une possibilité de perturber gravement les chances de survie de certaines espèces. Certes, tous les éléments du milieu physique pas plus que les caractéristiques principales du climat ne peuvent être modifiés à notre gré, mais pour chaque type de milieu il est possible de prévoir un système d'**aménagement** qui tire le meilleur parti possible des circonstances. Les façons culturales et les systèmes d'assolements auxquels nous avons déjà fait allusion peuvent par eux-mêmes résoudre des problèmes apparemment compliqués soit en favorisant les organismes utiles soit en s'opposant à la multiplication des ravageurs. La simple mise en

pratique du système de la coupe de la luzerne par bandes en Californie a suffi pour arrêter les dégâts des *Lygus* (43) dans les systèmes de culture comportant coton et luzerne et a aussi amélioré nettement la situation phytosanitaire au niveau de cette dernière production. Je suis persuadé que beaucoup d'autres cas pourraient être résolus de façon aussi élégante.

La solution définitive des problèmes de protection des plantes ne peut venir que d'une explication rationnelle et approfondie du fonctionnement des écosystèmes naturels ou modifiés par l'action de l'homme (9). C'est seulement à ce moment qu'on pourra prévoir un système cohérent d'interventions capable d'assurer à chaque instant une évolution des populations animales et végétales dans un sens favorable à la production agricole. Nous en sommes encore très loin et la somme de travaux scientifiques de base à poursuivre est considérable, mais nous sommes dès à présent en mesure d'améliorer considérablement la situation si nous examinons les problèmes sous tous leurs aspects au lieu de nous contenter d'appliquer des recettes.

Si nous voulons, dans les années qui viennent, assurer sur le plan mondial l'indispensable accroissement de la production agricole, en évitant des pollutions irréversibles du milieu et en répondant aux exigences économiques et sociales des divers pays, il nous faut être prêts à adapter nos méthodes d'intervention phytosanitaire à chaque cas particulier.

Tout en faisant toujours largement appel aux pesticides chimiques parmi lesquels des substances nouvelles et mieux adaptées à nos besoins apparaîtront constamment, nous devons avoir recours de plus en plus à l'utilisation de facteurs biologiques de tous ordres.

La mise en œuvre de méthodes élaborées, dans le cadre de la lutte intégrée, exige de la part du praticien un niveau de formation technique élevé et la possibilité de s'appuyer constamment sur des experts suffisamment nombreux.

S'il appartient aux chercheurs de découvrir des voies nouvelles et de faire tous les efforts pour qu'elles soient le plus vite possible mises à la disposition de l'agriculteur, leur effort ne sera payant que s'il est compris et soutenu par les gouvernements.

L'ampleur de la tâche à accomplir exige des efforts considérables, elle exige aussi une coopération étroite entre tous les spécialistes des différents secteurs. L'industrie, en ce qui la concerne, doit être prête à assurer la production en masse de tous les moyens biologiques aussi bien que chimiques qui auront été découverts. Je suis sûr que, lors du prochain congrès de protection des plantes, nous aurons la satisfaction de mesurer ensemble les progrès accomplis.