

Zeitschrift: Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales

Herausgeber: Société d'Etudes Economiques et Sociales

Band: 28 (1970)

Heft: [2]: Economie et nature

Artikel: Lutte contre les insectes et protection des équilibres naturels

Autor: Bovey, Paul

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-136614>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Lutte contre les insectes et protection des équilibres naturels

Paul Bovey, professeur d'entomologie à l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich

L'évolution prodigieuse des sciences à laquelle nous assistons et l'emprise croissante de la technique sur notre civilisation sont associées à un phénomène unique dans l'histoire de l'homme, à savoir la pullulation de sa propre espèce.

Tard venu sur la terre, dans les dernières minutes de l'histoire de la vie animale si l'on rapporte celle-ci à une journée de 24 heures, l'*Homo sapiens* a mis 400 000 ans pour atteindre une population de 3,5 milliards. Si le taux actuel d'accroissement se maintient, il suffira de moins d'un demi-siècle pour que cette population soit doublée. En voyant se redresser de façon inquiétante la courbe de cette progression exponentielle, on se prend à espérer que des moyens pacifiques pourront exercer leurs effets avant que ne s'aggrave davantage le spectre de la famine qui pèse déjà sur une partie de l'humanité, au sein de laquelle deux hommes sur trois ne mangent pas à leur faim.

Les agronomes qui se sont penchés sur ce problème angoissant nous apprennent que la production d'aliments ne suit malheureusement pas la courbe de croissance de l'humanité et, dans un récent appel à la conscience humaine, l'ex-directeur de la FAO, M. le Dr Senn, relevait que la production agricole des pays en voie de développement devrait être augmentée de quatre fois si l'on voulait assurer une nourriture adéquate à leurs énormes populations.

Or, dans la production de ses aliments végétaux, l'homme n'a pas de plus implacable ennemi que l'insecte. «En contrebalançant la faiblesse de ses organes par son génie d'invention, écrivait en 1926 le grand entomologiste français Paul Marchal, l'homme fit reculer des êtres qui par leur force physique l'avaient incomparablement distancé. Tandis que les types d'organisation les plus rapprochés de la sienne étaient obligés de céder à son emprise ou de se transformer par la domestication, l'insecte a réalisé ce paradoxe de faire échec à l'homme en aggravant sa menace à mesure que la civilisation marque de nouvelles conquêtes.»

Les insectes, que l'on est en droit de considérer comme une des grandes réussites de l'évolution, nous ont précédés sur la terre de quelque 400 à 500 millions d'années. Durant cette longue période de leur histoire, de nombreux ordres ont disparu qui ont été remplacés par d'autres, si bien que le phylum reste aussi vigoureux que par le passé. On a identifié dans la faune actuelle environ 1 250 000 espèces animales réparties dans 54 classes, dont les $\frac{4}{5}$, soit 1 000 000, constituent la seule classe des insectes. A la richesse en espèces, que ce dernier chiffre exprime très imparfaitement car l'inventaire de la faune entomologique du monde est très loin d'être achevé, s'ajoute la richesse en individus. Un spécialiste américain compétent estime que la population d'insectes dans le monde correspond en tout temps à 330 millions de fois la population humaine. Quoi d'étonnant que, dès sa venue sur la terre, l'homme se soit heurté à cet habitant si largement implanté partout. Il en subit l'attaque directement et indirectement.

L'attaque directe est le fait des nombreuses espèces qui, en se nourrissant de son sang, sont les vecteurs de graves maladies infectieuses. Pour en mesurer l'importance, il suffit de rappeler que cinq des plus grands fléaux de l'humanité sont liés à la présence d'un insecte vecteur, à savoir la peste, le typhus exanthématique, la malaria, la fièvre jaune et la maladie du sommeil.

L'attaque indirecte résulte de l'activité des nombreuses espèces phytophages qui vivent aux dépens de ses cultures, de ses forêts et de ses réserves alimentaires.

Plus de la moitié des insectes de la faune actuelle sont phytophages et il n'est guère de plante sauvage ou cultivée qui n'en héberge quelques espèces, leur nombre pouvant s'élever à plusieurs centaines chez les végétaux particulièrement attrayants. Mais seule une faible proportion d'entre-eux présente un intérêt économique, le nombre des espèces phytophages nuisibles étant estimé dans le monde à quelque 3000 espèces.

Dans l'état primitif de la nature, les phytophages, tous associés à des écosystèmes complexes, se trouvaient normalement freinés dans leur multiplication par une résistance efficace des facteurs physiques et biologiques du milieu.

Le passage de l'état indifférent à l'état nuisible de la plupart des espèces phytophages, reconnues aujourd'hui comme ravageurs, est la conséquence des déséquilibres apportés par l'homme au milieu primitif et il a dû se produire, pour plusieurs d'entre elles, dès le Néolithique, lorsque l'homme créa le *champ cultivé*.

Les modifications qui accompagnèrent la transformation des écosystèmes primitifs, en ce que l'on désigne actuellement sous le nom d'*agro-écosystèmes*, eurent de profondes répercussions sur la faune entomologique de ces milieux artificiels. De nombreuses espèces en ont été chassées, qui disparurent ou subsistèrent avec leur plante-hôte dans ces stations refuges que constituent les lieux incultes, survivance de la nature d'autrefois avec ses équilibres naturels. Celles qui y ont subsisté sont, soit des espèces restées fidèles à leur plante-hôte au cours des processus de sélection qui ont abouti à la plante cultivée, tels chez nous le carpocapse des pommes et des poires et la mouche des cerises, soit des espèces adaptées secondairement aux cultures selon des modalités complexes et souvent difficiles à interpréter.

L'ampleur de ces processus a été assez étroitement liée à celle des modifications apportées au milieu naturel par les techniques culturales et l'on saisit pourquoi cette menace de l'insecte s'est singulièrement aggravée dans nos pays dès le début de l'ère industrielle, lorsque l'économie de subsistance fit progressivement place à une économie de production caractérisée par l'extension des monocultures pour faire face à la demande accrue d'aliments végétaux, nécessitée par la création des centres urbains. Ces modifications se sont répercutées sur la faune entomologique de ces modernes agro-écosystèmes de diverses façons. En leur offrant une table toujours bien garnie, dans un milieu par ailleurs peu propice au maintien d'une riche faune d'entomophages utiles, les monocultures favorisèrent la pullulation de plusieurs des espèces directement inféodées à la plante cultivée. Mais, par l'attraction massive qu'elles exercent sur les organismes phytophages, les monocultures permettent l'adaptation secondaire sur telle plante cultivée, indigène ou introduite, d'espèces oligophages* primitivement inféodée à la flore sauvage, en les détournant d'autres plantes-hôtes du voisinage et en renforçant leurs tendances à la monophagie.

Toute l'histoire de l'entomologie agricole est jalonnée de ces phénomènes d'adaptations secondaires de ravageurs primitivement inféodés à la flore sauvage, lesquels sont souvent favorisés par l'aménagement des cultures, l'état physiologique des plantes en relation avec

* On désigne sous le nom d'*oligophages* les insectes capables de se développer aux dépens de plusieurs espèces végétales, souvent de même parenté botanique, par opposition aux *monophages* strictement adaptés à une plante déterminée et aux *polyphages* qui se nourrissent de nombreux végétaux.

les techniques culturales, les fumures et l'emploi des pesticides, si bien que depuis les débuts de l'agriculture, la liste de ses ennemis indigènes ne cesse de s'accroître.

Mais un autre facteur a contribué à aggraver dans le monde la menace de l'insecte, à savoir l'introduction et l'acclimatation, dans de nombreux pays, de ravageurs d'origine étrangère. Ces indésirables échanges ont dû se produire dès les temps les plus anciens. C'est ainsi que, suivant la route des caravanes ou des premiers navigateurs, la plupart des ravageurs des denrées alimentaires sont très tôt devenus cosmopolites; mais ces processus ont été accélérés depuis un siècle par le développement des relations intercontinentales, auxquelles nous sommes redevables, en Suisse depuis 1870, d'une douzaine d'espèces qui nous sont arrivées, par des voies plus ou moins détournées, des quatre autres continents. La gravité de ces échanges, dont on a tout lieu de craindre qu'ils iront en s'accélérant, ressort du fait que plus de la moitié des ravageurs agricoles des Etats-Unis sont d'origine étrangère.

Tous ces faits ont singulièrement aggravé, depuis un siècle, les pertes occasionnées dans le monde par les insectes nuisibles auxquelles viennent s'ajouter celles dues aux nématodes, aux rongeurs, aux maladies cryptogamiques et aux virus, dont l'évolution a suivi un cours assez semblable.

Si l'homme a cherché depuis fort longtemps à s'opposer aux plus dangereux ennemis de ses cultures, il le fit durant de nombreux siècles en recourant à des méthodes grossièrement empiriques, quand elles ne relevaient pas de la magie ou de la superstition, se contentant le plus souvent de récolter ce que les parasites voulaient bien lui laisser.

La nécessité d'une lutte rationnelle, dictée par les impératifs économiques d'une production rentable et de qualité, s'est surtout fait sentir dès le milieu ou la fin du siècle dernier, après que l'on eût reconnu les possibilités offertes par l'arme chimique. A la suite de ses premiers succès aux Etats-Unis, la lutte chimique insecticide, dont le développement y fut souvent lié à l'apparition de nouveau fléaux (carpocapse, doryphore, pou de San-José, bombyx disparate), pénétra en Europe dès le début du siècle. Elle fut conduite jusqu'en 1942-1945 avec une gamme limitée de produits, cette première génération d'insecticides comprenant les arséniates de plomb et de chaux agissant exclusivement par ingestion, les composés végétaux à effet fugace de contact et les huiles minérales et de goudron.

Ce modeste arsenal permit de réaliser de grands progrès dans la production végétale. Grâce à l'arséniate de plomb et à la nicotine, nos vigneronns ne connurent plus, depuis 1920, de calamités semblables à celles que subissaient leurs pères à la suite de pullulations catastrophiques des vers de la grappe. Les traitements d'hiver des arbres fruitiers au carbolineum soluble assurèrent désormais de belles floraisons, premier gage de récoltes, et pommes et poires pouvaient être préservées des attaques du carpocapse par l'arséniate de plomb. Aux suceurs de sève, pucerons psylles et cochenilles, on opposait avec succès les insecticides végétaux et les huiles minérales.

Mais un certain nombre de ravageurs restaient invulnérables. Tel était de cas de la plupart des insectes des tiges et des racines, de divers insectes des bourgeons et des fruits et de nombreux insectes et acariens d'intérêt médical et vétérinaire.

Aussi un grand espoir naquit-il au cœur des responsables de la protection des cultures et des forêts, et des hygiénistes, lorsque, dès 1940, furent successivement découvertes les propriétés insecticides remarquables des composés synthétiques organo-chlorés (DDT, Hexa, terpènes chlorés), puis organo-phosphorés (esters phosphoriques). Ces découvertes susciterent un grand enthousiasme et furent le point de départ d'un développement prodigieux de ce que l'on appelle la 2^e génération des insecticides. Par leur mode d'action, ces composés nouveaux marquaient un grand progrès sur les précédents et l'on crut un moment avoir, en eux, trouvé l'arme idéale contre l'insecte nuisible. Agissant à la fois comme poisons nerveux par contact et ingestion, l'action de contact étant prédominante, leur rémanence leur confère une incontestable supériorité. Subsistant plus ou moins longtemps

à la surface des végétaux traités, ils assurent à la fois la destruction des insectes touchés lors du traitement et de ceux, souvent beaucoup plus nombreux, qui durant les jours suivants consomment le végétal traité ou entrent simplement en contact avec le film toxique.

Plusieurs de ces composés exercent par ailleurs une action en profondeur leur permettant d'atteindre de jeunes larves qui échappaient aux anciens insecticides, et certains esters phosphoriques, dits systémiques, jouissent de la propriété d'être véhiculés par la sève et d'exercer leur action à distance du lieu de leur application.

Avec de telles armes, on se rendit effectivement maître de nombreux ravageurs jusqu'alors invulnérables ou difficiles à combattre, et à la suite des premiers résultats spectaculaires dans les domaines agricole, forestier, médical et vétérinaire, on put croire un moment le problème de la lutte contre les insectes définitivement résolu.

Mais si la chimie avait mis entre nos mains des armes remarquables, ces dernières se révélèrent rapidement être des éléments perturbateurs des écosystèmes incomparablement plus puissants que les insecticides de la première génération.

Leur emploi généralisé, et souvent sans discrimination, eut plus ou moins rapidement des incidences désavantageuses qui se manifestèrent dans trois directions principales:

- 1) par la sélection de lignées résistantes;
- 2) par une perturbation des équilibres biologiques;
- 3) par l'insertion des résidus toxiques dans des chaînes alimentaires.

Si le phénomène de la résistance aux pesticides s'est déjà manifesté aux Etats-Unis dès le début du siècle à la suite de l'emploi d'insecticides anciens, de l'acide cyanhydrique contre le pou de San-José, de l'arséniate de plomb contre le carpocapse, la situation s'aggrava dès l'apparition des insecticides organiques de synthèse. Le phénomène s'est rapidement étendu à plusieurs parasites de l'homme à évolution rapide (mouches, moustiques) puis à un nombre croissant d'insectes et d'acariens agricoles. Actuellement, on ne compte pas moins de 200 espèces nuisibles qui ont manifesté dans le monde une résistance accrue aux produits mis au point pour les combattre. L'acquisition de cette résistance est essentiellement le résultat d'une sélection exercée, par l'intermédiaire des traitements, sur des populations génétiquement hétérogènes, qui, après élimination progressive des lignées sensibles finissent par être exclusivement constituées d'individus résistants, lesquels, dans certains cas, peuvent supporter plusieurs centaines de fois la dose létale pour les lignées sensibles.

Ce phénomène, qui est une des plus éloquentes démonstrations de l'action de la sélection darwinienne dans la nature, grève d'un lourd handicap l'avenir de la lutte chimique avec les insecticides organiques actuels.

Aucun traitement insecticide n'est sans action sur les écosystèmes au sein desquels il est appliqué. Toute intervention artificielle détermine chez les membres de la biocénose directement ou indirectement touchés une nouvelle situation de départ de la dynamique de leurs populations dont il est pratiquement impossible de prévoir toutes les conséquences. Des perturbations de plus ou moins longue durée résulteront des modifications brutales induites par le traitement dans les proportions numériques des divers éléments de la communauté, dans les rapports hôtes/parasites, dans les phénomènes de concurrence intra- et interspécifiques.

De telles perturbations furent observées à la suite de l'emploi de quelques insecticides anciens, mais elles furent sans commune mesure avec celles qui se manifestèrent dans le monde à la suite de l'emploi généralisé des insecticides organiques polyvalents.

Les éléments utiles, prédateurs et parasites entomophages, à l'œuvre dans les cultures traitées, sont tous plus ou moins sensibles à l'action de la plupart des insecticides modernes, voire même de certains fongicides, et la généralisation de leur emploi s'est traduite au cours des vingt dernières années par une augmentation frappante des cas de pullulations anormales de ravageurs dans les cultures les plus diverses. Certains cas se rapportent à

des espèces déjà nuisibles, dont les fluctuations de population se sont trouvées exaltées à la suite de traitements interférant sur la faune utile. Mais souvent ils ont concerné des espèces jusqu'alors indifférentes et l'un des cas les plus frappants dans nos régions est celui des tétranyques tisserands, minuscules acariens phytophages, dont les araignées rouges et jaunes de la vigne et des arbres fruitiers sont les plus connus. Ces acariens n'ont vraiment commencé à inquiéter les cultivateurs que depuis le développement de la lutte chimique, leurs pullulations résultant d'une part de la destruction de leurs prédateurs, d'autre part de l'augmentation de leur fécondité à la suite de modifications d'ordre biochimique entraînées dans le métabolisme de la plante par l'action des pesticides, ainsi qu'il ressort de recherches toutes récentes.

Dans les vergers d'Europe, d'Amérique ou d'Australie, on a vu se multiplier, dans des cultures modernes et régulièrement traitées, plusieurs espèces de microlépidoptères qui n'étaient jamais apparues comme nuisibles auparavant (tordeuse du feuillage, mineuses des feuilles).

Les nombreux cas de déséquilibres observés dans les cultures à la suite de traitements chimiques montrent que si les agro-écosystèmes sont plus simples que les écosystèmes primitifs, ils sont encore pour la plupart des systèmes dynamiques au sein desquels des facteurs naturels sont constamment à l'œuvre, dont il importe de tirer profit. On réalise ainsi l'erreur que l'on a commise en recourant sans discernement à l'arme chimique et en appréciant la valeur d'un pesticide en fonction de son efficacité absolue, sans tenir compte de son action sur l'ensemble des biocénoses.

Un insecticide polyvalent abaissera à un niveau très bas les populations du ravageur et celles de ses ennemis naturels. Défavorisés par les très faibles densités de l'hôte phytopophage, les survivants utiles ne pourront reconstituer à temps des populations suffisantes pour freiner la multiplication des ravageurs. Dans le «vide biologique» créé, ces derniers se retrouveront rapidement à un niveau élevé, rendant nécessaires de nouvelles applications qui accéléreront les processus d'acquisition de la résistance. On tourne ainsi dans un cercle vicieux!

Ces difficultés sont à l'origine d'un regain d'intérêt pour l'étude des moyens biologiques de lutte par l'emploi des entomophages, prédateurs et parasites, et des agents entomopathogènes (champignons, bactéries, virus). Cette étude a été stimulée sur notre continent par la constitution en 1958, dans le cadre de l'Union internationale des sciences biologiques (UISB), d'une *Organisation internationale de lutte biologique contre les animaux et plantes nuisibles (OILB)* dont l'Institut d'entomologie de l'EPFZ a l'honneur d'être le siège.

Une forme de cette lutte consiste à renforcer l'action des entomophages indigènes en les multipliant dans de grands insectariums pour les libérer au moment opportun dans les cultures, en lieu et place d'un traitement insecticide.

Dans le cas des ravageurs exotiques, on a cherché, et souvent réussi, à rétablir un équilibre rompu par acclimatation des ennemis naturels à l'œuvre dans le pays d'origine.

L'étude des maladies des insectes, qui a fait d'énormes progrès depuis 20 ans, a conduit à l'utilisation pratique de virus spécifiques ou de bactéries. Mais si la lutte biologique classique a à son actif de belles réussites, principalement dans les pays à climat chaud et assez constant, le nombre des cas où l'on peut recourir à elle seule est limité dans nos pays tempérés.

Dans l'état actuel de nos connaissances, force est de reconnaître que la protection indispensable des cultures imposera longtemps encore, dans de nombreux cas, le recours aux pesticides. Mais une révision des conceptions de cette lutte s'est imposée depuis dix ans. Elle a trouvé son expression dans la notion de «lutte intégrée» qui, dans son sens le plus large, vise à l'intégration de toutes les méthodes propres à renforcer le potentiel de défense intrinsèque du milieu cultivé.

Cette orientation implique une meilleure connaissance des rapports de l'insecte nuisible avec son milieu et du rôle qu'y jouent les espèces utiles, un choix plus judicieux des pesticides en fonction de leurs incidences sur la faune utile, sur le métabolisme de la plante traitée et sur la santé publique, la détermination du dosage limite efficace et du nombre minimum des applications nécessaires. Par une observation suivie de ses cultures, le praticien éclairé apprendra à n'intervenir qu'à partir du moment où c'est nécessaire, en se rappelant qu'une espèce indésirable ne devient un ravageur économique que lorsqu'il est rentable de le combattre et que le maintien de populations nuisibles faibles assure la persistance des entomophages.

Un insecticide qui assure une efficacité de 90% tout en sauvegardant la faune utile sera plus intéressant qu'un produit qui détruit 99% des ravageurs et décime les parasites et prédateurs entomophages. A cet égard, il serait hautement souhaitable que l'industrie chimique s'intéressât davantage à la mise au point de produits plus spécifiques contre certains groupes de ravageurs.

Les techniques de «lutte intégrée» sont d'une application plus délicate que les techniques courantes, mais, sous le contrôle d'agents compétents, elles ont déjà conduit à des résultats pratiques intéressants. En Suisse, dans une région du Valais infestée par le redoutable pou de San-José, l'acclimatation de son parasite spécifique, le minuscule hyménoptère *Prospaltella perniciosi*, a conduit en 4-5 ans à un effondrement des populations du ravageur, après adoption, contre les autres ennemis des vergers, d'un programme de lutte intégrée sans incidences sur l'auxiliaire.

Par ailleurs, les recherches poursuivies depuis dix ans dans divers vergers de Suisse romande par les spécialistes de la Station fédérale de recherches agricoles à Changins près Nyon, auxquels on est redevable de ce succès, ont montré qu'il est possible d'assurer une production arboricole de qualité, économiquement compétitive, en réduisant de façon appréciable le nombre des interventions insecticides. Mais le développement des techniques de «lutte intégrée» dans les cultures pérennes et annuelles implique un large encouragement des recherches écologiques de base qui doivent aussi permettre, par une manipulation de l'environnement et un choix judicieux des interventions culturales, d'améliorer indirectement la protection phytosanitaire agricole. A cet égard, il convient de relever le rôle utile que peuvent jouer, comme réservoir d'entomophages, les zones marginales (haies, lieux incultes, bosquets) que l'on a trop tendance à éliminer du milieu cultivé.

Bien que cet ouvrage ait par son accent passionnel dépassé parfois les limites d'une stricte objectivité, la parution en 1962 du «Printemps silencieux» de *Rachel Carson* a eu le mérite de sensibiliser l'opinion mondiale sur les dangers d'un emploi inconsidéré des pesticides et en particulier sur le troisième aspect de leurs incidences secondaires, à savoir leur insertion dans des chaînes alimentaires.

L'enquête conduite peu après par la Commission consultative scientifique du président Kennedy stimula les recherches sur ces problèmes qui ont été dès lors conduites sur une vaste échelle aux Etats-Unis, principalement en ce qui concerne les insecticides chlorés. DDT, Aldrin, Dieldrin en particulier, caractérisés par leur persistance et leur liposolubilité.

Il convient de relever ici que ces produits ont été utilisés en Amérique du Nord avec une plus grande prodigalité qu'en Europe, tant en ce qui concerne le nombre des traitements annuels que les surfaces traitées et le mode d'application, avec d'abondants épandages par avion.

Si l'on considère les courtes chaînes alimentaires qui vont du végétal traité au consommateur, les risques d'intoxication apparaissent minimes sous les conditions de notre pays. Si le cultivateur se conforme aux restrictions d'emploi et aux délais d'application imposés par les Stations fédérales de recherches agricoles, en accord avec la Commission fédérale des toxiques, les résidus insecticides sur les produits livrés à la consommation restent

généralement inférieurs aux tolérances du marché et des risques ne peuvent résulter que d'une inobservance des précautions les plus élémentaires lors de l'application.

Le danger le plus grand est offert par la proportion de l'insecticide chloré, généralement plus de 50%, qui, n'atteignant pas la plante, passe dans l'atmosphère, dans l'hydrosphère et dans le sol, d'où elle peut être entraînée par l'érosion dans les rivières, fleuves, lacs et océans.

De ces diverses sources, l'insecticide s'intègre, par l'intermédiaire des organismes aquatiques ou souterrains, dans des chaînes alimentaires plus ou moins longues, se concentrant d'un maillon à l'autre dans une proportion souvent impressionnante. Il peut en résulter une véritable intoxication de l'environnement avec des conséquences souvent très graves sur les organismes qui occupent les derniers maillons.

Les chaînes les plus longues se rencontrent dans les systèmes aquatiques où l'insecticide se concentre progressivement en passant de l'eau dans les sédiments, le plancton, divers invertébrés aquatiques, les poissons végétariens et carnivores, les oiseaux piscivores pour aboutir parfois à l'homme.

De nombreuses publications américaines font état de tels phénomènes dans les biocénoses aquatiques en mettant en évidence des concentrations qui peuvent passer de 1 dans l'eau à 1000 à 2000 dans les poissons carnivores et les oiseaux, provoquant des troubles plus ou moins graves pouvant aller d'une stérilité partielle ou totale des œufs jusqu'à une mortalité variable des jeunes ou des adultes.

Le traitement des zones marécageuses contre les moustiques et des forêts sillonnées de torrents est souvent grave pour la faune piscicole et des aspersions aériennes de DDT contre le célèbre «Spruce bud worm» ou tordeuse de l'épinette dans les forêts du nord des Etats-Unis et du Canada ont provoqué des empoisonnements massifs de truites et de saumons, soit par action directe, soit par privation de nourriture. Une raréfaction accélérée de l'aigle à tête blanche qui se nourrit de crabes et de poissons dans les régions côtières de l'est des Etats-Unis a été observée à la suite de traitement antimoustiques.

Dans les systèmes terrestres, les traitements généralisés au DDT contre les insectes forestiers affectent plus ou moins fortement, suivant les doses, les oiseaux insectivores après consommation d'insectes intoxiqués, tandis que les mammifères ne subissent généralement pas d'effets nocifs.

Dans son remarquable ouvrage, «Avant que nature meure», le professeur *Dorst* signale que «140 espèces d'oiseaux sont connus aux Etats-Unis comme étant victimes des effets des pesticides, principalement du fait de la concentration le long des chaînes alimentaires».

Que le toxique puisse être véhiculé de la sorte à d'assez grandes distances est attesté par la découverte récente de traces décelables de DDT dans les pingouins de l'Antarctique et dans de nombreux poissons des océans. Sans accumuler des doses létales, l'homme n'est pas à l'abri de ces transferts et l'on sait que du DDT a été repéré dans du lait maternel.

L'ampleur prise par ces phénomènes a conduit plusieurs pays à limiter l'emploi ou à interdire purement et simplement les insecticides chlorés, au bénéfice des esters phosphoriques qui sont plus ou moins rapidement dégradés en métabolites inoffensifs par voie enzymatique, dans la plante ou dans le sol par l'intermédiaire des microorganismes. De ce fait, le problème des résidus ne se pose pas avec la même acuité et l'action de ces produits se limite dans la règle aux surfaces traitées.

Face à la menace croissante de l'insecte et en raison des difficultés actuelles de la lutte antiparasitaire, biologistes, physiologistes et biochimistes conjugent leurs efforts dans des voies toutes nouvelles, dont quelques-unes apparaissent prometteuses.

Les résultats spectaculaires qui ont abouti, en 1955, à l'éradication dans l'île de Curaçao d'une mouche parasite du bétail ont mis en évidence les possibilités de la *lutte autocide* qui oppose l'insecte à lui-même. Le principe de cette lutte consiste à inonder une popu-

lation naturelle, aussi isolée que possible, avec une forte proportion de mâles préalablement stérilisés au moyen de rayon X ou γ .

En s'accouplant avec les femelles fertiles qui pondront des œufs non fécondés, les mâles stériles provoquent un effondrement des populations naturelles pouvant conduire, après quelques répétitions, à une éradication. Cette méthode élégante, qui a déjà à son actif quelques succès, implique la possibilité d'un élevage massif en laboratoire à des conditions économiquement rentables et apparaît ainsi limitée dans son emploi.

Les chimistes ont récemment isolé diverses substances dites *chimiostérilisantes*, capables d'opérer une stérilisation sur place des ravageurs pouvant conduire à une forme spéciale de lutte autocide, mais leurs incidences possibles sur les biocénoses et la santé humaine doivent être encore soumises à un contrôle rigoureux.

Les énormes progrès réalisés dans la connaissance de la physiologie du développement et du rapprochement des sexes ont conduit à explorer les possibilités offertes par les *phéromones sexuelles* et par certaines substances apparentées aux hormones de mue et de métamorphose, en particulier à l'*hormone juvénile*.

Chez certains insectes, les mâles sont attirés vers les femelles par des substances odorantes spécifiques émises par ces dernières, capables d'agir à très faible concentration et à d'assez grandes distances. Depuis quelques années, les chimistes ont réalisé la synthèse de la phéromone sexuelle de plusieurs lépidoptères, substances qui sont, soit des alcools, soit des esters aliphatiques, chaque espèce produisant un composé qui lui est propre. Deux possibilités d'emploi sont offertes par ces phéromones synthétiques; d'une part la capture des mâles dans des pièges ad-hoc, d'autre part l'inhibition de l'orientation des mâles en inondant l'atmosphère des cultures avec l'odeur synthétique. Quelques expériences prometteuses ont été réalisées par ce moyen qui élimine tout risque de déséquilibre biocénétique et de sélection de lignées résistantes.

Parmi les trois hormones qui gouvernent chez les insectes les mécanismes de la mue et des métamorphoses, l'hormone juvénile sécrétée par les corpora allata a pour effet, tant qu'elle est déversée dans le sang de l'insecte, d'empêcher la métamorphose qui est déclenchée lorsque diminue puis cesse sa sécrétion. Sa synthèse a été réalisée l'an dernier. Soumises à leur action, à des doses infinitésimales, des larves d'insectes ne peuvent se métamorphoser et finalement meurent. Le fait qu'elle n'est pas spécifique dans son action exclut son emploi dans la nature qui conduirait à un véritable désastre écologique. Mais on a constaté que des substances chimiquement apparentées avaient une action plus ou moins spécifique sur certains groupes d'insectes, tel le «paper factor» du sapin de Balsam vis-à-vis de punaises de la famille des pyrrhocoridés. Dans divers laboratoires du monde, également en Suisse, d'importantes équipes de chercheurs se sont attachées à l'étude de ces substances intéressantes.

On n'est qu'au début de ces études, mais avec ces divers produits que le biologiste américain *Williams* n'hésite pas à considérer comme la troisième génération des insecticides, se dessinent peut-être les linéaments de techniques futures prometteuses, lesquelles pourront être utilisées, au fur et à mesure de leur mise au point, dans les programmes de lutte intégrée.

Plus on avance dans cette recherche d'une amélioration des techniques de lutte contre les insectes, plus on en mesure l'extrême complexité. De réels progrès ne seront réalisés que par une intensification des recherches de base et une plus étroite collaboration des spécialistes de toutes les disciplines concernées; ils requièrent de la part des praticiens et des industries intéressées une meilleure compréhension des exigences écologiques de cette lutte, liées à une protection de l'environnement. Il est hautement souhaitable que l'urgence de ces problèmes soit saisie non seulement dans les pays à économie prospère, mais aussi et surtout dans les pays en voie de développement qui se répartissent principalement dans

43 Lutte contre les insectes

les zones sub-tropicales et tropicales, où les agents biotiques de régulation des populations nuisibles jouent un rôle prédominant.

Au moment où de rapides et profondes modifications sont apportées aux techniques culturales pour y accroître la production agricole et où les industries chimiques cherchent à conquérir ces vastes marchés, il importe que, tirant les leçons d'un passé récent, on renonce à jouer à l'apprenti sorcier en s'inspirant davantage de cet aphorisme que le philosophe anglais *Francis Bacon* formulait au début de XXVII^{ème} siècle: «On ne triomphe de la nature qu'en lui obéissant.»

