

L'histoire de la protection des cultures, leçons du passé pour l'agriculture future



André Fougeroux est ingénieur agronome spécialiste de protection des cultures et d'entomologie agricole. Il a occupé des fonctions au sein du service de la protection des végétaux (SPV) du ministère de l'Agriculture puis à l'Association de coordination technique agricole (Acta) avant d'être en charge du portefeuille insecticides et protection de semences chez Syngenta (Europe, Afrique, Moyen Orient) et d'exercer comme responsable national agriculture durable en France. Auteur d'ouvrages de référence et d'articles techniques. Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France et apiculteur amateur.

Résumé : *Vieille de milliers d'années, la protection des cultures témoigne de l'évolution des connaissances des différentes époques. Elle est riche de questionnements, de doutes, d'euphorie, de désillusions, de désespoir, de fatalisme. Trouver des solutions aux problèmes posés par les insectes ravageurs des cultures, par les maladies des végétaux et par les « mauvaises herbes » a toujours fait partie du quotidien des agriculteurs. Et cela reste d'actualité.*

L'expansion démographique est spectaculaire : 1,2 milliard en 1850, 2,5 milliards en 1950, 7,2 milliards en 2017 et 9,8 milliards d'humains à l'horizon 2050. Nourrir l'humanité tout en gérant les ressources de la planète : voilà le défi capital auquel l'agriculture mondiale est confrontée aujourd'hui. La situation n'est pas si nouvelle que cela car depuis des siècles l'agriculture répond à la préoccupation majeure de l'espèce humaine de se procurer des ressources régulières et facilement accessibles pour ses besoins alimentaires, vestimentaires, énergétiques et d'habitat. Ce qui est nouveau, c'est la prise de conscience que nous vivons sur une planète dont les ressources sont limitées alors que la croissance démographique se poursuit. Parmi les ressources qui nécessitent une gestion, l'eau douce et les terres cultivables constituent des enjeux majeurs pour la production alimentaire. Si on prend les terres agricoles à l'échelle mondiale, on comptait 4300 m² de terre agricole par habitant en 1960, on ne comptera plus que 1900 m² par habitant en 2025. Cette évolution implique de continuer à produire plus de nourriture par unité de surface. La FAO a chiffré le besoin d'augmenter la production alimentaire mondiale de +70%. On estime la production agricole mondiale des principales cultures (riz, blé, orge, coton, soja, maïs, pommes de terre et café) à 8,59 milliards de tonnes produites dont **35% sont prélevés par les bioagresseurs**, en dépit des moyens de protection des cultures dont nous disposons. Ces pertes sont dues, pour 1,29 milliard de tonnes aux maladies, 1,12

milliard de tonnes aux ravageurs et 0,86 milliard de tonnes à la compétition générée par les adventices. Sans les moyens de protection, les pertes pourraient atteindre la moitié de la production mondiale (1). La protection des cultures reste donc une composante importante de l'amélioration de la production végétale.

Parmi les éléments qui concourent au rendement et à la qualité des récoltes, les différentes méthodes de protection des plantes occupent une place à part. Il ne s'agit pas, comme dans le cas des fertilisants ou de l'alimentation hydrique par exemple, d'un facteur de production stricto sensu qui contribue directement au rendement. Les moyens en question peuvent être de nature agronomique, mécanique, chimique ou biologique. En revanche, si la pullulation de ravageurs où la pression de pathogènes ou d'adventices devient préoccupante, une intervention spécifiquement dirigée est indispensable pour entraver leur effet négatif et préserver ainsi le potentiel de la culture (2). Ces constats imposent (avec une obligation de réussir) de continuer l'effort productif agricole, avec des rendements nécessairement en hausse, tout en améliorant la qualité et la régularité des productions. De plus, les attentes sociétales vis-à-vis de l'agriculture et de l'alimentation (l'un ne va pas sans l'autre) demandent, à juste titre, d'améliorer la production agricole en gérant durablement les surfaces cultivées, en préservant les terres cultivables contre l'urbanisation, en protégeant la biodiversité, et en s'adaptant au changement climatique. C'est à ce défi que l'agriculture doit répondre au XXI^e siècle.

L'ÉVOLUTION DE LA PROTECTION DES CULTURES

Cette évolution constante résulte des connaissances des différentes époques. Trouver des solutions aux problèmes posés par les insectes ravageurs des cultures, par les maladies des végétaux et par les « mauvaises herbes » a

toujours fait partie du quotidien des agriculteurs et, malgré nos progrès, cela reste une préoccupation majeure des agriculteurs dans le monde entier.

L'agriculture est née il y a environ 10 000 ans avec le passage progressif des sociétés humaines de l'étape de chasseurs-cueilleurs à celui de laboureur-éleveur. Les débuts de cultures vivrières se sont sans nul doute accompagnés de questions de protection de ces cultures contre des organismes comme les « mauvaises herbes » qui limitaient le développement des plantes cultivées, les champignons parasites ou les animaux qui prélevaient leur quote-part.

Confrontés à ces bioagresseurs, les hommes ont d'abord invoqué les dieux dont le mécontentement, pensaient-ils, se traduisait par ces « plaies » qui frappaient leurs cultures, et donc leur alimentation. Dans l'Avestale des Perses ou le calendrier rustique d'Hésiode (VII^e siècle avant notre ère), l'agriculture est un don des dieux. Les belles moissons reflètent la vertu et la piété du cultivateur. Les ravages des insectes et des maladies sur les cultures sont considérés comme des fléaux divins : « Je vous ai frappés par la rouille et la nielle, j'ai desséché vos jardins et vos vignes ; vos figuiers et vos oliviers, la sauterelle les a dévorés ; et vous n'êtes pas revenus à moi ! » (Amos – Oracle de Yahvé). Ce sentiment de « châtement divin » lié à un manque de dévotion des agriculteurs a perduré longtemps. Même si des approches plus rationnelles commencent à voir le jour au XVI^e siècle, il faudra attendre la fin du XIX^e siècle pour s'affranchir dans les campagnes de cette idée que les problèmes de protection des cultures sont liés aux croyances religieuses. Les processions (rogations) se sont poursuivies jusque récemment pour éviter aux cultures les aléas du climat et les dégâts des bioagresseurs. Réalisant que les rogations n'étaient pas toujours suffisantes, l'Histoire est émaillée d'appels de malheureux paysans qui, voyant leurs cultures dépérir, en appelaient aux autorités religieuses, comme l'atteste cette réponse ecclésiastique en 1514, citée par Balachowski (1951) : « Parties ouïes, faisant droit à la requête des habitants de Villenoxe, admonestons les chenilles de se retirer dans six jours ou à défaut de ce faire, les déclarons maudites et excommuniées ! ». En même temps, et sûrement par sécurité, chaque fois que nécessaire, ils mettaient en œuvre des méthodes palliatives ou intervenaient physiquement. La protection des cultures recoupe alors l'adage : « Aide-toi, le Ciel t'aidera » (3).

Les agriculteurs ont tout essayé pour limiter les dégâts sur leurs cultures : le feu, les arrachages, les plantes plus résistantes, les modes de culture, les pièges, et bien sûr

toutes les substances qui étaient susceptibles de « soigner » leurs cultures. Depuis l'Antiquité, nombreuses sont les substances issues de la pharmacopée humaine qui ont été testées. Ces substances provenaient de minéraux : soufre, cuivre, mercure, arsenic, cyanure, acide sulfurique...mais aussi des végétaux : pyréthrine, nicotine, roténone, goudrons, décoction de plantes diverses voire parfois d'animaux : suif, huiles de poisson, de baleine, ... De nombreuses recettes plus ou moins éprouvées circulaient dans les campagnes. Le développement des sciences et notamment de la chimie au XIX^e siècle a apporté des approches plus rationnelles et scientifiques.

LA PÉRIODE OPTIMISTE (1750-2000)

Le rassemblement des savoirs empiriques des cultivateurs, des approches d'esprits éclairés qui ont réalisé l'importance de l'agriculture dans l'économie nationale, et les seize famines qui ont émaillé le XVIII^e siècle ont souligné l'urgence d'améliorer les productions agricoles et de résoudre les problèmes de protection des cultures. Le développement des sciences notamment en biologie et en chimie a permis de proposer des nouvelles solutions aux agriculteurs. Une maladie majeure des blés, la carie, a été résolue par la démonstration de la contagion d'un « venin » ou d'un « virus » d'un grain à l'autre et l'action bénéfique du traitement des semences de blé au lait de chaux. Les insectes, causes visibles de dégradation des récoltes, ont aussi été étudiés. Petit à petit l'idée de détruire ces « nuisibles » par tous les moyens s'est imposée ; elle va perdurer jusqu'à la fin du XX^e siècle. Ce sont tout d'abord des méthodes de ramassages manuels qui ont été pratiquées : faisant le lien entre population de nuisibles et dégâts, les agriculteurs ont réalisé qu'en ramassant « les chenilles et autres sauteriaux » qui envahissaient leurs champs, et en les éliminant, ils limitaient les dégâts aux récoltes. La destruction des chenilles, ou « échenillage », fut l'objet en France de la loi du 26 Ventôse an IV (1796) « prescrivant l'échenillage obligatoire ». Pour lutter contre les hannetons (coléoptères), en 1844, le département de la Sarthe les a fait recueillir, au moyen de primes, et on évalue à 250 millions le nombre d'insectes détruits par ce moyen (3). Entre 1922 et 1944, les classes d'enfants étaient réquisitionnées une demi-journée par semaine pour ramasser les doryphores à la main, sous la houlette de leur instituteur. Le désherbage des cultures était généralement effectué manuellement par les femmes et les enfants qui constituaient une main d'œuvre abondante. L'école obligatoire, la saignée de la première guerre mondiale dans les populations rurales, l'exode rural ont réduit considérablement cette main d'œuvre.

LA SCIENCE POUR PALLIER LE MANQUE DE MAIN-D'ŒUVRE

Il a fallu trouver d'autres solutions et le recours à la chimie s'est rapidement imposé. L'acide sulfurique a remplacé le désherbage manuel, la bouillie bordelaise a montré son intérêt pour limiter les maladies des végétaux (mildious, tavelure, ...), les sels d'arsenic ont remplacé les ramassages d'insectes. La fin du XIX^e siècle et le début du XX^e ont vu l'expansion de solutions issues de la chimie minérale comme les sels d'arsenic, de cyanure, le sulfure de carbone, l'acide cyanhydrique, ... En parallèle, les industries de la chimie et du machinisme se sont spécialisées dans la production de substances et de matériel d'application dédiés à la protection des plantes. Dès le début, la toxicité de certaines substances comme l'arsenic par exemple interpellait les utilisateurs et les responsables publics mais elle traduisait aussi le désarroi des agriculteurs face aux problèmes posés par les bioagresseurs sur leurs cultures. Pour réduire les risques toxicologiques, les législateurs ont peu à peu précisé l'emploi de ces produits sous forme de recommandations mais aussi de législation. Le décret-loi du 2 novembre 1943 prévoit un contrôle des antiseptiques, fongicides, herbicides et de tous les produits concernant la destruction des vertébrés et invertébrés. Ce texte a pour principal objectif de protéger les agriculteurs des abus industriels en n'autorisant que les substances véritablement dotées d'une action efficace et de contrôler la composition des produits. Elle a imposé de définir les spécifications exactes des produits autorisés (composition, formulation, doses d'emploi, usages, ...) mais elle a aussi initié le besoin d'études de toxicité, assorties de mesures de prévention des risques.



Application de fongicide sur céréales ©Pierre Sergueeff

Depuis, la chimie a continué de se développer et la protection des cultures a bénéficié des progrès de cette discipline aussi bien pour la synthèse que pour le développement de méthodes d'études de nouvelles solutions. Cette chimie minérale a cédé la place progressivement à la chimie organique. Le tournant majeur est sans nul doute la découverte des propriétés insecticides du DDT, découvertes en 1939 en Suisse par P.H. Müller, un chimiste chez Geigy SA, prix Nobel de médecine en 1948. L'arri-

vée de ces insecticides, d'abord pour la santé humaine puis pour l'utilisation sur les cultures, a été suivie par l'arrivée des phytohormones pour désherber les céréales, de tous les fongicides, mais aussi des triazines, pour le désherbage du maïs. Mais leur facilité d'emploi, un sentiment d'innocuité et les efficacités observées ont conduit à des excès de confiance et d'usage.

Cette utilisation irraisonnée a conduit au développement des résistances, à l'apparition de problèmes phytosanitaires nouveaux qui remplaçaient les bioagresseurs précédents (La nature a horreur du vide), mais aussi à des conséquences sur l'environnement, et à des préoccupations de santé des utilisateurs et des consommateurs. Rapidement des entomologistes puis des scientifiques vont émettre des réserves sur l'utilisation généralisée des insecticides puis recommandent que leur utilisation soit basée sur des connaissances écologiques. Les alertes environnementales, et particulièrement la question de l'accumulation des insecticides organochlorés dans les chaînes alimentaires, vont être portées à la connaissance du public notamment avec le succès du livre de Rachel Carson « Printemps silencieux » publié en 1962. Cette prise de conscience qui s'intéresse en premier lieu aux insecticides va rapidement s'élargir à l'ensemble des produits phytosanitaires. Au niveau international, les effets dénoncés ont conduit au développement de l'écotoxicologie, à savoir la science de l'évaluation du devenir des xénobiotiques dans tous les compartiments de l'environnement. Cette remise en cause sociétale va aussi apporter de nombreuses améliorations, en termes de législation dont un est majeur : le développement de la lutte intégrée.

LA PROTECTION INTÉGRÉE

En 1952 A.E. Michelbacher et O.G. Bacon (4) sont les premiers à présenter le concept de lutte intégrée (*Integrated Control*). Ils ont montré l'intérêt de raisonner l'utilisation des produits en intégrant la régulation naturelle des populations de ravageurs dans le choix de l'intervention. En 1955 a lieu la première session de la Commission internationale de lutte biologique à Antibes, qui était déjà un centre de recherches important sur la lutte biologique, suivie par la création en 1956, de l'OILB (Organisation internationale de lutte biologique et de protection intégrée) qui a tenu sa première assemblée générale à Paris en 1958. La France et beaucoup de chercheurs de l'Inra ont joué un rôle majeur dans cette nouvelle vision de la protection des cultures.

Alors, qu'est-ce que la protection intégrée ? Le premier point consiste à se s'interroger sur le mode de production

ainsi que les objectifs en quantités et en qualités. Cette approche, plus complexe, nécessite des connaissances biologiques et écologiques pour éviter les interventions « à l'aveugle ». Il devient fondamental de connaître le cycle du bioagresseur ce qui permet de choisir et positionner l'intervention à bon escient. Cette connaissance de l'intervention au bon stade s'appuie sur des observations, des piégeages, des techniques de suivi des populations et, avec le développement de l'informatique, des modèles de prévision associés à l'analyse d'images. La résistance variétale devient un levier majeur de gestion des risques. De la même façon, les méthodes physiques constituent dans certaines situations, des outils efficaces. C'est le cas des filets anti-carpocapses appliqués sur des pommiers. S'ajoutent à ces techniques la mise en œuvre des organismes antagonistes dans le cadre de la lutte biologique et plus largement des techniques de biocontrôle. C'est ainsi qu'en production fruitière et en vigne, les médiateurs chimiques et plus particulièrement les phéromones synthétiques femelles pour confondre les mâles (confusion sexuelle) sont largement employées dans les vergers européens. Ces progrès sont remarquables mais dans le concept de protection intégrée, en dernier ressort, la lutte chimique reste un outil de protection des cultures disponible en tenant compte des effets sur l'utilisateur, le consommateur, l'environnement et les organismes non-cibles, ainsi qu'en faisant attention à gérer au mieux les résistances. La reconnaissance réglementaire de ce concept est désormais établie aussi bien à l'échelle nationale qu'européenne : « Il convient que les États membres encouragent une lutte contre les ennemis des cultures à faible apport en pesticides, en particulier la lutte intégrée contre les ennemis des cultures, et qu'ils créent les conditions et prennent les mesures nécessaires à sa mise en œuvre (Directive 2009/128/CE) ».



La gestion des paysages agricoles à la base de l'agroécologie.
© André Fougeroux

La protection intégrée va continuer et étendre ses applications à l'agroécologie. La connaissance du rôle des paysages, les méthodes culturales, le développement de l'écologie chimique, les connaissances des microbiomes et le développement de la robotique sont autant de sources pour faire évoluer cette approche de la protection des cultures qui veut qu'aucune solution à elle seule soit capable de résoudre les problèmes. Le machinisme a aussi apporté son savoir-faire pour résoudre certains problèmes de protection des cultures. Les hommes ont ainsi été aidés pour le désherbage grâce aux machines tractées comme les bineuses, sarcleuses, houes, rasettes...

LA LUTTE BIOLOGIQUE

Bien sûr pendant cette période, il y a eu aussi d'autres approches que la chimie. La lutte biologique a été mise en œuvre pour réguler certains ravageurs et certaines introductions ont connu des succès retentissants. Ce fut le cas de la coccinelle *Rodolia cardinalis* (Mulsant) pour lutter contre la cochenille australienne des agrumes *Icerya purchasi* (Mask) qui ravageait les agrumes à partir de 1868 en Californie. C.V. Riley, responsable de la division « Entomologie » du département de l'agriculture américain, mit en élevage cette coccinelle prédatrice de la cochenille australienne. En deux ans, les populations de cette dernière furent réduites et leurs dégâts devinrent acceptables. Cette réussite, qui démontra en grandeur nature l'efficacité de la lutte biologique dans la protection des cultures, fut suivie d'expériences semblables pour limiter d'autres ravageurs (hanneton, doryphore, tordeuses de la vigne...) mais qui ne furent pas aussi réussies. Ces difficultés montrèrent que les mécanismes de régulations doivent être bien étudiés avant de trouver des débouchés pratiques et économiques de la lutte biologique.



Coccinelle : symbole de la lutte biologique.
© André Fougeroux

ALORS, DEMAIN... L'HUMILITÉ !

Pendant le XX^e siècle, on a pensé que la chimie, la physique et la biologie seraient maître des problèmes de protection des cultures. L'expérience nous montre que nous devons faire preuve d'humilité. Les interactions dans les milieux cultivés sont d'une complexité que nous imaginons encore mal. On réalise aujourd'hui que détruire une espèce aussi nuisible soit-elle n'est pas une solution durable. Tous les slogans passés, sont désuets et il s'agit aujourd'hui de composer entre protection des cultures et attentes de la société. Cette nouvelle orientation a une conséquence directe : « on n'éradique plus, on gère ! ». Sous ce slogan, il y a une révolution des pensées qui veulent que l'homme ne maîtrise pas la nature mais doit s'y adapter. Elle débouche sur les nouvelles conceptions de la protection des cultures qui feront les progrès du XXI^e siècle :

- Les problèmes de protection des cultures contre les bioagresseurs ne disparaîtront jamais et nous devons composer avec.
- L'idée d'éradiquer un bioagresseur quel qu'il soit est illusoire (au moins sur des territoires continentaux).
- La gestion des populations de bioagresseurs doit être la priorité en utilisant l'ensemble des moyens disponibles en écho à la phrase de P. Marchal (1940) qui reste actuelle : « *Ce n'est que par la combinaison rationnelle des méthodes que dans le domaine de la lutte contre les grands ennemis des cultures, on peut espérer le succès* » (5).

POUR CONCLURE

Par beaucoup d'aspects, les questions de protection des cultures sont très similaires aux questions de santé humaine. Longtemps subies avec fatalisme, les pertes et les nuisances aux plantes cultivées et aux produits récoltés ne sont plus tolérées par nos civilisations. Là où des interventions artisanales suffisaient à limiter les dégâts, il faut, aujourd'hui, des méthodes de protection des cultures plus performantes pour satisfaire des besoins d'une population de plus en plus nombreuse. Pendant longtemps confinées au milieu agricole, les questions de protection des cultures ont pris aujourd'hui une dimension sociétale. Cet intérêt de la société civile pour la protection des cultures fait suite à l'emploi des pesticides sur des larges surfaces avec les interrogations légitimes quant aux effets potentiels sur la qualité de l'alimentation, la santé humaine et l'environnement.

Cette démarche prend place dans un long processus qui s'appuie non seulement sur l'évolution des technologies mais aussi sur des choix politiques et sociétaux. L'ampleur et l'âpreté des débats en cours sur la politique de développement agricole, sur l'utilisation des produits phytosanitaires mais aussi des biotechnologies le montrent. Les progrès scientifiques et technologiques sont contestés, remis en cause voire rejetés. Aujourd'hui la protection des cultures, la santé du végétal et la qualité de l'alimentation sont au cœur d'enjeux dans lesquels différents facteurs tels que les progrès de la connaissance, la mondialisation mais aussi l'augmentation de l'emprise de l'homme sur la planète, conséquence de sa démographie, modifient les choix sociétaux concernant l'agriculture et ses options économiques.

Pour répondre à cette demande sociétale légitime, les sciences de la protection des plantes s'orientent vers la gestion des populations de bioagresseurs plutôt que vers une éradication. Ce changement récent d'orientation nécessite plus de connaissances sur l'écologie des espèces concernées qu'elles soient cultivées ou non. Il s'agit aussi d'une approche plus complexe, moins binaire et moins « confortable » pour les agriculteurs. Conduisant le XX^e siècle au XXI^e siècle, elle traduit une tendance majeure qui abandonnera les « cides » (insecticides, fongicides, herbicides, bactéricides...) aux « fuges » et qui verra un transfert progressif de la chimie conventionnelle vers les solutions de biocontrôle. Notre alimentation de demain dépend du succès de ce nouveau défi !

RÉFÉRENCES

- (1) Oerke E-C (2006) Crop losses to pests. *J. Agric.Sci.* 144 : 31-43.
- (2) Bernard J-L & Ambolet B (2018) *Agroécologie et protection des cultures in Santé des plantes : 100 ans déjà*. Ed. Presses des Mines, 185 p.
- (3) Gobin H (1865) Guide pratique d'entomologie agricole et petit traité de la destruction des insectes nuisibles p. 48.
- (4) Michelbacher AE & Bacon OG (1952) Walnut insect and spider mite control in Northern California. *J. Econ. Entomol.* 45:1020-1027.
- (5) Marchal P (1940) in Bain C, Bernard J-L, Fougeroux A (2010) *Histoire de la protection des cultures*. Ed. Champ libre Groupe France Agricole.