

Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application

Pierre Ferron

Depuis une quarantaine d'années, la protection des cultures contre les organismes nuisibles accorde, sous des formes souvent diverses et parfois contradictoires, une importance croissante au concept de lutte intégrée. Cette évolution est due à la nécessité de renouveler les stratégies de défense contre acarides, insectes, mauvaises herbes, micro-organismes, nématodes, virus... en respectant mieux les ressources de la biosphère tout en répondant aux lois du marché et aux besoins et aspirations de la société. Cette nouvelle stratégie repose, d'une part, sur le principe d'intégration de différentes méthodes de lutte (dont les techniques sont sélectionnées pour leurs effets aussi réduits que possible sur l'environnement) et, d'autre part, sur une aide personnalisée à la décision permettant à l'agriculteur d'évaluer les risques réellement encourus au niveau de chacune de ses parcelles afin qu'il puisse décider quand et comment intervenir. Elle répond à des critères d'ordre économique, écologique et toxicologique et s'inscrit ainsi dans le contexte de systèmes de production raisonnée assurant un maintien durable de la biosphère. Deux écoles se sont confrontées lors de

l'élaboration de ce nouveau concept de lutte contre les organismes nuisibles aux cultures :

– l'école californienne, connue pour ses investissements dans la lutte biologique et bien au fait des problèmes posés par l'usage intensif des pesticides chimiques en grandes cultures ;

– l'école australienne qui privilégie la gestion des populations de ravageurs, ou *pest management*, par des méthodes préventives donnant la préférence aux divers moyens biologiques de lutte.

À ces différences notables de sensibilité se sont surimposées des diversités d'usage qu'on peut regrouper suivant leurs objectifs (*figure et encadré 1*) :

– d'une part, l'application de règles permettant de réduire les quantités de pesticides utilisées dans la lutte chimique. Cet objectif a été particulièrement recherché par les États-Unis au travers de grands programmes de vulgarisation lancés dans les années 70, ainsi que par la FAO pour les cultures tropicales fortement consommatrices de pesticides (coton, riz). Ces actions, dont on ne doit pas sous-estimer l'importance, relèvent d'une étape préliminaire de la lutte intégrée dénommée, en Europe, lutte chimique raisonnée ou encore lutte chimique dirigée ;

– d'autre part, la mise au point d'une véritable stratégie de lutte intégrée exploitable par les producteurs, à l'image de l'action persévérante menée en Europe, dès 1965, par la section régionale de l'Organisation internationale de lutte biologique (OILB/SROP). La stratégie ainsi proposée, après avoir été longuement soumise à l'épreuve du terrain et des producteurs dans divers pays de

l'Europe de l'Ouest, a défini les étapes d'un parcours technique permettant d'accéder véritablement à la lutte et à la « protection intégrée », voire à la « production intégrée ».

Ces variations de sensibilité et d'interprétation expliquent la prolifération de publications diverses visant des publics très différents. Leurs auteurs ont souvent justifié leurs choix par des définitions qui, sorties de leur contexte, peuvent donner au lecteur non averti des vues subjectives qui entretiennent la confusion. On ne doit donc pas trop s'étonner que la consultation du site internet, ouvert par le Centre de protection intégrée des plantes de l'Université de l'Orégon (États-Unis), révèle que la définition du concept de lutte intégrée a fait l'objet de plus d'une soixantaine de variantes au cours des 30 dernières années [2]. Au cours de la dernière décennie, les positions des uns et des autres se sont cependant sensiblement rapprochées, sans doute sous l'influence de la prise en considération progressive d'une nécessaire gestion globale des ressources de la biosphère, concrétisée par les recommandations prises lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de 1992, à Rio de Janeiro. Une indéniable confusion persiste cependant, tant dans le vocabulaire que dans les esprits [3, 4]. Cette mise au point vise à en préciser les effets pervers pour susciter un effort concerté d'harmonisation des vocabulaires et d'interprétation des concepts, qui paraît aujourd'hui indispensable à un développement cohérent des connaissances et des applications dans le domaine de la protection des cultures.

P. Ferron : Complexe international de lutte biologique Agropolis (CILBA), INRA-URLB, Campus international Agropolis de Montpellier, Baillarguet, 34980 Montpellier-sur-Lez, France.

Tirés à part : P. Ferron

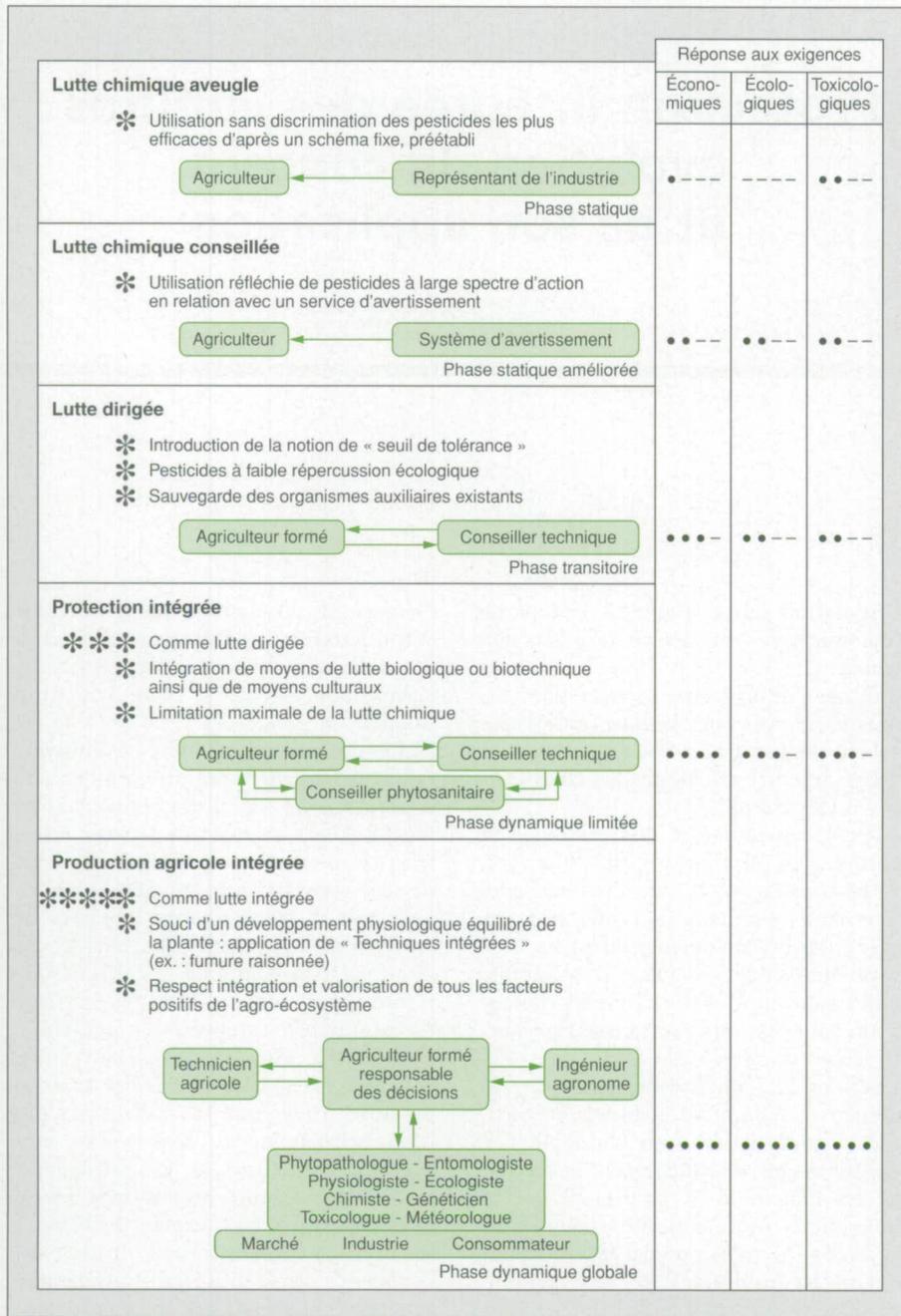


Figure. Schéma d'évolution des méthodes de protection des cultures (d'après Altner *et al.* [16]).

Figure. Evolution of plant protection methods.

Concept de lutte intégrée

C'est à la fin des années 50 que les entomologistes californiens ont formulé le concept de lutte intégrée, à partir de leurs observations (confortées d'ailleurs

par celles d'entomologistes australiens, canadiens et européens) sur les conséquences néfastes des traitements chimiques répétés en grandes cultures. Ils ont ainsi préconisé l'association, contre les arthropodes ravageurs des cultures, des moyens de lutte chimique et biologique, sous réserve de leur compatibilité

[5]. Quelques années plus tard, la même école californienne a proposé, à juste titre, d'élargir ce concept initial, d'une part, en substituant à la seule lutte biologique l'ensemble des méthodes biologiques de lutte et, d'autre part, en appliquant ce nouveau concept à la totalité des organismes nuisibles aux plantes cultivées [6].

L'originalité du concept de lutte intégrée tenait au fait que les méthodes biologiques traditionnelles de lutte retrouvaient ainsi leurs lettres de noblesse dans le cadre d'une prise de position novatrice sur le lien à établir entre la décision d'intervention et le risque réellement encouru, faisant entrer en ligne de compte, pour la première fois, la notion de seuil économique de nuisibilité. Le respect de la notion de seuil, reposant donc sur l'estimation d'un niveau de population, conduisait à rejeter l'idée d'éradication des organismes nuisibles, objectif encore trop fréquemment associé dans les esprits à la lutte chimique traditionnelle, tout en soulignant l'importance des équilibres naturels au travers du rôle bénéfique des organismes auxiliaires de l'agriculteur.

Concept de pest management

Le concept de *pest management*, qui est sans réel équivalent dans notre langue, met l'accent sur la notion de gestion. Il pourrait être traduit littéralement en français par « gestion des organismes nuisibles aux cultures » ou, mieux encore, par « gestion des populations d'organismes nuisibles aux cultures ». Les expériences australiennes de protection des cultures, mettant prioritairement en œuvre la méthode de lutte biologique (et non chimique), en constituent les sources [7, 8]. La définition donnée par Rabb [9] ne traduit pourtant pas clairement cette stratégie : « Sélection, intégration et application d'actions de lutte contre les organismes nuisibles aux cultures, en fonction de leurs conséquences prévisibles dans les domaines économiques, écologiques et sociologiques. » La formulation de ce concept est contemporaine de celle de la lutte intégrée, d'abord sous la forme de « *protective management of noxious species* », puis sous une forme bientôt réduite à « *pest management* » [10]. Il est très significatif de retenir cette formula-

Définitions (d'après Milaire [1])

Lutte biologique – *biological control* (EU, GB), *lucha biológica* (E), *biologische Bekämpfung*, *biologische Schädlingsbekämpfung* (D), *lotta biologica* (I), *luta biológica* (P) : utilisation d'organismes vivants pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles (OILB/SROP, 1971).

Lutte intégrée – *integrated control or integrated pest control* (EU, GB), *control integrado*, *lucha integrada* (E), *integrierte Bekämpfung*, *integrierte Schädlingsbekämpfung* (D), *lotta integrata* (I), *luta integrada* (P) : système de gestion des populations de ravageurs qui, dans le contexte de l'environnement associé et des dynamiques des populations des espèces nuisibles, met en œuvre toutes les techniques appropriées, d'une manière aussi compatible que possible, pour les maintenir à des niveaux inférieurs à ceux causant des dommages d'importance économique. Dans son sens restreint, elle s'applique à la gestion d'une seule espèce de ravageur dans des cultures données ou dans des lieux particuliers. Dans son sens élargi, elle s'applique à la gestion harmonieuse de toutes les populations d'organismes nuisibles dans leur environnement agricole ou forestier. Ce n'est pas une simple juxtaposition ou superposition de deux techniques de lutte (telles que la lutte chimique et la lutte biologique) mais l'intégration de toutes les techniques de gestion adaptées aux facteurs naturels de régulation et de limitation de l'environnement (FAO, 1967).

Lutte raisonnée – *lutte dirigée* (CH), *supervised control* (GB), *lucha razonada*, *lucha dirigida* (E), *gezielte Bekämpfung*, *gezielte Schädlingsbekämpfung* (D), *lotta guidata* (I), *luta dirigida* (P) : phase d'approche de la lutte intégrée consistant en un aménagement progressif de la lutte chimique grâce à l'utilisation des seuils de tolérance économique et à l'emploi raisonné de produits spécifiques ou peu polyvalents (OILB/SROP, 1973).

Protection intégrée – *integrated plant protection*, *integrated pest management* (EU), *integrated crop protection* (GB), *protección integrada* (E), *integrierte Pflanzenschutz* (D), *protezione integrata*, *protezione ecologica* (I), *proteccao entegrada* (P) : système de lutte contre les organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance (OILB/SROP, 1973).

Production agricole intégrée – *integrated agricultural production* (GB), *integrierte Pflanzenproduktion* (D), *produzione agricola integrata* (I), *produccao agricola integrada* (P) : système de production mettant en œuvre un ensemble de techniques culturales satisfaisant à la fois les exigences écologiques, économiques et toxicologiques, en vue d'obtenir une récolte qualitativement optimale (OILB/SROP, 1980).

Production intégrée (exploitation agricole intégrée) – *integrated production (integrated farming)* (GB), *integrierte Produktion (integrierte Landwirtschaft)* (D) : système agricole de production d'aliments et des autres produits de haute qualité qui utilise des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports dommageables à l'environnement et qui assure à long terme une agriculture viable (OILB/SROP, 1993).

Définitions

tion initiale qui souligne l'importance donnée aux moyens préventifs de lutte. On remarquera, en outre, la convergence de cette stratégie avec celle aujourd'hui préconisée sous la forme de mesures prophylactiques, dans la mise en œuvre de la lutte intégrée en cultures sous serre par exemple. La sélection de ces mesures préventives postule la connaissance préalable

des phénomènes parasitaires dans leur contexte écologique, l'agro-écosystème considéré étant pris comme niveau d'organisation et d'intervention. Les dimensions spatio-temporelles de ces phénomènes, tels qu'ils ont déjà été identifiés en épidémiologie (discipline aujourd'hui malheureusement délaissée), acquièrent dès lors une importance majeure [11]. Ce

concept de *pest management* n'exclut cependant pas l'emploi des pesticides chimiques. Le principe fondamental est de ne les utiliser qu'en dernier recours, après épuisement effectif de toutes les solutions préventives et des solutions curatives de nature biologique. Cette attitude est sans doute psychologiquement difficile à faire admettre aux producteurs des sociétés de consommation. En revanche, l'application d'un tel concept ne rencontre aucune difficulté dans les agricultures de subsistance des pays en développement, où l'accès au marché des pesticides du commerce, généralement trop onéreux, est réduit ou nul.

Définitions et interprétations

Une première synthèse de ces deux concepts a rapidement été adoptée sur le plan international, tant sous sa forme première (lutte intégrée = *integrated control*) que sous une forme dérivée (*integrated pest control*, souvent désignée par son acronyme IPC). La définition fondatrice, adoptée en 1967 par le groupe d'experts réunis par la FAO, identifie clairement la lutte intégrée comme un système de gestion des populations d'organismes nuisibles, en fonction de critères économiques, par l'intégration et non la juxtaposition de toutes les techniques connues aux facteurs naturels de régulation [12] (encadré 1). Il est regrettable que ces mêmes experts aient ensuite jugé opportun, en 1972, de reformuler cette définition initiale en substituant à l'expression « système de gestion des populations de ravageurs » celle de « lutte aménagée », dont l'interprétation est source d'ambiguïté. On remarquera en effet que la définition fondatrice rompt avec une tradition phytosanitaire reposant sur un concept de lutte pour adopter, pour la première fois dans ce domaine, celui de gestion de populations nuisibles et utiles. La prise en compte de la sensibilité écologique du concept de *pest management* a d'ailleurs été sans doute jugée insuffisante par ou pour une opinion américaine encore sous l'influence de la publication du *Printemps silencieux* en 1962 [13]. L'Académie américaine des sciences (NAS) précisa en effet bientôt les bases d'une stratégie d'application suivant laquelle le recours aux pesticides chimiques ne devait être envi-

sagé qu'en cas de nécessité et d'une manière non dommageable pour les auxiliaires indigènes, la mise en œuvre des moyens de lutte biologique étant par ailleurs encouragée [14]. Pour la première fois, en 1970, il était même fait état de la priorité à donner, dans les actions de développement, à la compréhension du rôle des facteurs intrinsèques et extrinsèques responsables des fluctuations des niveaux de populations de ravageurs [15]. Quelques années plus tard, les responsables européens du groupe de travail Lutte intégrée en verger de l'OILB/SROP franchissaient une étape décisive en donnant clairement la priorité aux moyens biologiques de lutte sur les moyens chimiques [16].

Integrated pest management ou IPM

Ces mêmes travaux de la NAS, puis ceux du Conseil américain sur la qualité de l'environnement (CEQ), ont été à l'origine de l'expression *integrated pest management*, ou IPM, vraisemblable contraction des expressions *integrated control* et *pest management* [17, 18]. Les hommes politiques, notamment les présidents successifs des États-Unis, dans leurs messages à la nation, ont fréquemment utilisé ce concept pour évoquer la nécessaire protection de l'environnement ; les grands donateurs et les agences internationales de développement en ont fait un de leurs moyens privilégiés d'expression dans les pays en développement. Les médias l'ont fait adopter par le grand public, d'autant plus facilement qu'il n'évoquait plus la notion d'éradication, illustrée par l'emploi massif de pesticides chimiques dont on s'efforçait, dans le même temps, de limiter les usages. Diverses définitions ont été données à l'IPM [2] ; les premières furent sensiblement comparables à celles données à la lutte intégrée, avec une affirmation plus nette de la priorité accordée aux moyens biologiques de lutte. C'est pourquoi beaucoup d'auteurs considèrent à tort que les expressions sont synonymes. On peut regretter, à cet égard, que la notion de gestion, pourtant explicitement mentionnée dans l'intitulé, n'ait pas été mieux exploitée. Quant aux applications de l'IPM ayant fait l'objet des grands programmes nationaux américains, elles ont finalement eu des effets contraires à

ceux qui étaient attendus : privilégiant l'évaluation du risque et l'aide à la décision, au détriment de l'intégration de solutions de remplacement, elles ont en effet semblé favoriser l'utilisation raisonnée des pesticides chimiques au point d'être considérées, par dérision, comme relevant d'un « *insecticide pest management* » [19] ! Pourtant, le choix stratégique de porter prioritairement les efforts sur l'évaluation des risques et sur l'aide à la décision reposait sans doute sur une vision réaliste des problèmes d'application. Les réticences manifestées aujourd'hui par de nombreux producteurs, adeptes pourtant déclarés de la lutte intégrée, ne tiennent-elles pas pour l'essentiel à l'importance de l'investissement personnel dans la mise en œuvre concrète des pratiques de ce nouveau concept pour obtenir des résultats fiables assurant la rentabilisation des investissements ?

Comme souvent, de tels excès ont rapidement engendré des effets contraires, qui se sont inscrits dans la prise progressive de conscience de la nécessité d'adopter de nouveaux concepts d'exploitation des ressources de la biosphère, à l'initiative de divers chercheurs américains et européens [4], puis du Conseil américain de la recherche (NRC, National Research Council) [20]. Une rénovation du concept original a été proposée, sous la forme d'une *preventive IPM* accordant à nouveau une importance prépondérante aux mesures prophylactiques mentionnées précédemment, d'une *biologically intensive IPM* ou *biointensive IPM* [4], ou encore d'une *ecologically based IPM*, ou EBPM [21]. Ces diverses expressions ont, semble-t-il, plus pour objet d'attirer l'attention des décideurs et des responsables de programmes de recherche sur la nécessité d'un retour aux sources que d'être adoptées par le grand public.

Protection intégrée

En même temps, en Europe de l'Ouest, une stratégie restée fidèle aux concepts originels était patiemment élaborée à l'instigation des groupes de travail de l'OILB/SROP. Celui qui se consacrait à la « lutte intégrée en arboriculture fruitière » a incontestablement fait œuvre de pionnier. Confronté à la diversité des organismes nuisibles aux pommiers, il a été conduit à préconiser simultanément, et d'une façon cohérente, des techniques

de lutte intégrée contre différents ravageurs en un même lieu, le verger. Cette particularité, pourtant banale, a logiquement conduit à la définition d'une stratégie de « protection intégrée » englobant toutes les techniques susceptibles d'être appliquées dans un même agro-écosystème, en respectant les critères économiques, écologiques et toxicologiques spécifiques. Cette stratégie a fait l'objet d'une publication originale, connue des spécialistes sous la forme du « message d'Ovronnaz » [16]. Son esprit anime désormais la communauté des chercheurs, ingénieurs et techniciens ayant en charge la mise au point et le développement de stratégies globales de lutte appliquées à d'autres agro-écosystèmes, tels ceux constitués par les cultures protégées et le vignoble [22]. Elle est illustrée par un schéma qui explicite le raisonnement de ses auteurs (*figure*). Partant d'expressions comme la « lutte chimique aveugle » pour caractériser l'étape initiale de la lutte chimique contre les nuisibles selon un calendrier de traitement ignorant le risque encouru dans les parcelles, les étapes successives d'un itinéraire technique et culturel sont clairement décrites.

La première étape à franchir consiste à éviter les traitements systématiques en liant la décision d'intervention à une information sur le risque encouru au niveau régional. La fiabilité du système est ainsi bien relative puisque le risque réel au niveau de la parcelle considérée n'est pas pris en compte. De nombreux traitements s'avèrent de ce fait encore superflus (lutte chimique conseillée).

La deuxième étape vise la personnalisation du risque encouru au niveau de la parcelle de culture, en recourant à la technique du seuil de tolérance qui implique l'estimation du niveau de population. En cas de nécessité absolue, le choix de pesticides à faible répercussion écologique, exerçant une action limitée sur les auxiliaires indigènes, est recommandé. Cette étape est délicate à franchir car elle demande un investissement important du producteur ainsi qu'une assistance technique. Il faut en effet qu'il maîtrise les procédés de comptage et de détermination et reçoive des informations objectives lui permettant de choisir les spécialités phytosanitaires du commerce adaptées à ses besoins (lutte chimique dirigée dite aussi lutte chimique raisonnée).

La troisième étape permet d'atteindre ensuite le stade de la lutte intégrée

Protection des cultures dans le contexte d'une agriculture durable (d'après Boller *et al.* [25])

1. Protection indirecte des cultures (actions préventives) :
 - exploitation optimale des ressources naturelles ;
 - pratiques agricoles sans effet négatif sur l'agro-écosystème ;
 - protection et augmentation des auxiliaires.
2. Décision d'application de moyens directs de protection des cultures (sur la base de systèmes de modélisation et de prévision)
3. Protection directe des cultures (actions curatives) :
 - moyens sélectifs de lutte, biologiques ou biotechniques ;
 - en dernier recours, moyens non sélectifs de lutte mais de faible rémanence.

Integrated plant protection in the sustainable agriculture context

contre un ravageur (ou, mieux, de la protection intégrée contre l'ensemble des organismes nuisibles à une culture) dans un contexte agronomique déterminé. Elle est caractérisée par l'intégration, au système précédent, de moyens biologiques de lutte, de manière à réduire le recours à la lutte chimique : procédés culturels, sélection variétale, lutte biologique, moyens biotechniques. L'expérience a montré que le succès d'une telle intégration implique l'adoption d'une position déterminée quant à la priorité à accorder aux moyens biologiques de lutte. Elle suppose aussi que des mesures préventives aient été effectivement prises en temps et lieux opportuns pour réduire l'importance des risques phytosanitaires encourus.

Protection intégrée des cultures et systèmes de production intégrée

La prise de conscience d'un épuisement prévisible des ressources de la biosphère a indéniablement favorisé le retour aux bases écologiques de la protection des cultures. La nécessité de protéger la diversité biologique implique à elle seule un réaménagement profond des pratiques culturelles, la nature et la composition des populations et peuplements en étant directement affectées. Sur le plan

phytosanitaire, cette nouvelle stratégie peut avoir des répercussions bénéfiques grâce à une meilleure gestion des complexes parasitaires. Dans un tel contexte, le recours aux techniques chimiques curatives doit évidemment être plus que jamais maîtrisé. Il est non moins clair que les méthodes biologiques de lutte ainsi privilégiées doivent être aussi préalablement soumises avec rigueur au principe de précaution, d'autant plus que les progrès obtenus en matière de caractérisation du monde vivant par les techniques biologiques, biochimiques et moléculaires nous le permettent.

Les prises de position récentes de la FAO et des Centres internationaux de recherche agronomique (CIRA) illustrent particulièrement bien cette évolution. Aux directives de la FAO sur la lutte intégrée contre les ennemis des grandes cultures telles que le coton et le riz, visant essentiellement à raisonner les procédés chimiques de lutte, a succédé, en partenariat avec le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), l'environnement (PNUE) et la Banque mondiale, un nouveau programme dénommé Global IPM Facility. Il donne au concept de lutte intégrée un rôle central en agriculture, en application des recommandations prises en conclusion de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio de Janeiro, 1992). De plus, les CIRA ont modifié leur stratégie d'action depuis une dizaine d'années en adoptant d'abord le concept d'IPM puis en accordant la priorité aux méthodes biologiques de lutte [23].

Fidèle à ses principes et à ses traditions, l'OILB/SROP a affiché simultanément une stratégie innovante, permettant de placer la protection des cultures dans ce nouveau contexte dit de production intégrée, en promulguant des directives pour les exploitations sollicitant son label [24]. Ces directives portent sur les sept points suivants :

- aspects agronomiques généraux, concernant aussi bien les cultures annuelles que pérennes et visant essentiellement le rythme et l'intensité des opérations culturales (rotation des cultures, choix des cultivars, faible intensité du travail du sol) ;
- gestion des éléments nutritifs et des engrais, visant à établir un équilibre sur une même rotation pour les cultures annuelles ou un équilibre annuel pour les cultures pérennes au travers d'un planning de fertilisation ;
- maintien et amélioration de la fertilité des sols, contrôle de l'érosion ;
- diversité biologique et paysage, la première étant considérée comme l'une des principales ressources de l'exploitation pour minimiser l'apport de pesticides (notion de surfaces de compensation

Lutte intégrée, protection intégrée, production intégrée

D'après les dictionnaires (Larousse, Quillet) « intégrer » signifie « incorporer dans un ensemble, faire entrer dans un tout comme partie intégrante ». Son emploi en protection des cultures est donc judicieux pour exprimer, sous la forme « lutte intégrée » ou mieux encore « protection intégrée », l'association dans une même stratégie de lutte contre les ennemis des cultures de techniques différentes, telles que les techniques chimiques et biologiques. L'OILB définit son extension d'usage en agriculture avec les expressions « protection intégrée », puis « production intégrée », cette dernière prenant en considération des aspects écologiques et agro-économiques (encadré 1).

Integrated control, integrated protection, integrated production

écologique, aménagement de la taille des parcelles cultivées...);

– stratégies phytosanitaires privilégiant une approche préventive des problèmes en tenant compte des mécanismes de régulation naturelle ;

– qualité des produits agricoles ;
– production animale.

Cette nouvelle stratégie phytosanitaire a été présentée par l'OILB/SROP à l'occasion du vingtième anniversaire du message d'Ovronnaz [25].

Dans ce cadre, la protection des cultures s'articule autour de deux séquences :

– la prévention, organisée autour de l'exploitation optimale des ressources naturelles, la mise en œuvre de pratiques culturales sans effet négatif sur l'agro-écosystème et sur la protection, voire l'augmentation des organismes auxiliaires ;

– la lutte au moyen de procédés agissant exclusivement sur les organismes nuisibles et, dans le cas où l'ensemble des mesures précédentes se révéleraient insuffisantes, au moyen de procédés moins sélectifs dont, en dernier recours, les pesticides chimiques de faible rémanence.

Le passage de l'une à l'autre de ces deux séquences est assujéti à une aide à la décision mettant en œuvre des systèmes de modélisation et de prévision des risques adaptés aux caractéristiques écologiques, agronomiques et économiques de l'agro-écosystème considéré (encadré 2).

Conclusion

Le concept de lutte intégrée contre les organismes nuisibles aux cultures a été élaboré il y a une quarantaine d'années pour répondre aux problèmes posés par l'utilisation exclusive et massive de la lutte chimique. Il s'efforce de concilier les avantages de deux stratégies différentes, l'une reposant sur l'emploi curatif, au niveau de la parcelle, de pesticides de synthèse, très efficaces mais peu sélectifs, faciles d'emploi et relativement peu coûteux, l'autre privilégiant une approche écologique de la régulation des populations et considérant de ce fait l'agro-écosystème comme le niveau d'organisation et d'interventions préventives [26]. La mise en œuvre de la lutte intégrée s'est avérée délicate car elle implique, d'une part, la mise à la disposition des producteurs de solutions techniques de remplacement aussi fiables que les solutions dites traditionnelles et,

Summary

Integrated crops protection: evolution of the concept and implementation

P. Ferron

The integrated pest control concept was developed in the late 1950's as a reaction to drawbacks resulting from the wider use of synthetic pesticides. Its principle was that biological and chemical control methods should be combined as far as possible, subsequent to a decision on control measures based on an evaluation of actual phytosanitary risk. The FAO definition (1967) underlined that it is not a new type of pest control but actually another approach to pest problems based on management of pest populations. However, implementation of this new concept proved difficult, as it did not sufficiently take into account collective preventative pest control methods and the practical use of high quantities of chemical pesticides by farmers in developed countries. The integrated pest management (IPM) concept was adopted in the United States, and aid programmes to facilitate reducing quantities of synthetic pesticides were simultaneously developed between 1970 and 1980. Although IPM is often considered to be the same as integrated pest control, it was in this case only a preliminary stage in the evolution of plant protection methods, well known in Europe as supervised control. Confusion between the different steps of integrated control, and more generally between integrated pest control and integrated pest management, was also unfortunately temporarily maintained by FAO, the World Bank and national development aid organizations in their actions in developing countries. However, at the same time, a different strategy was developed in Europe, mainly under the auspices of the regional section of the International Organization for Biological Control (IOBC). The idea was to use real examples, e.g. fruit and glasshouse crops, to plan successive phases to allow farmers to gradually switch from traditional or classical chemical control to integrated agricultural production. This change is shown in Figure 1, borrowed from the so-called "message of Ovronnaz". Bearing in mind the capacity to respond to economic, ecological and toxicological demands, the message first described chemical control based on advice and supervised or specific control*. This transitory phase is characterized by the involvement of systems that warn about potential risks, technical advisers who enforce the notions of tolerance thresholds, and by selection of pesticides with low environmental impacts in order to protect indigenous beneficial organisms. The following phase is essential, since this so-called integrated plant protection* was proposed to limit the use of chemical control methods by applying cultural, biological and biotechnical methods. Awareness of the need for rational management of biosphere resources (UN Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 1992) recently cleared the way for a consensus between these different points of view and interpretations and a coherent crop protection strategy was proposed, in keeping with sustainable development principles (Box 2). Preventive measures, under-estimated at the beginning, are fully reincorporated in the guise of indirect protection of cultures that promote conservation of, or even increasing the role of indigenous natural enemies through the optimal exploitation of natural resources. The use of direct crop protection is only envisaged when preventive measures have been fully exploited, and then only once control measure decisions have been made on the basis of modelling and risk-prevention systems. The curative methods that are now recommended for priority use are labelled as biological and biotechnical, in accordance with their specificity of action. As a last resort, non-selective methods, such as chemical control, can be used provided that only synthetic pesticides with low persistence are chosen. Methods to be implemented should be classified according to their specificity of action and decision-making tools should be used before curative measures.*

(* As mentioned in the "message d'Ovronnaz".)

Cahiers Agricultures 1999 ; 8 : 389-96.

d'autre part, un niveau de technicité les autorisant non seulement à formuler un diagnostic approprié sur chacune de leurs parcelles mais encore à définir la stratégie d'intervention la plus adaptée à leurs besoins. C'est dire combien la mise en place de systèmes informatisés d'aide à la décision est devenue nécessaire, de même que l'organisation d'une nouvelle profession, celle de conseiller phytosanitaire, indépendante bien sûr des réseaux de distribution commerciale.

En dépit de ces réelles difficultés, le concept d'intégration de différentes techniques de lutte contre les ennemis des cultures a été adopté, sous des formes diverses certes, par la société soucieuse autant de la satisfaction de ses besoins alimentaires immédiats que de la qualité de son mode de vie. Au-delà des expressions, encore faut-il s'entendre sur le sens qu'on leur donne, ce qui ne semble pas être toujours le cas. On peut comprendre, par exemple, que la GCPF, ou Global Crop Protection Federation (ex-GIFAP, Groupement international des fabricants de produits phytosanitaires), défende les intérêts de ses membres en adoptant une attitude réservée vis-à-vis des interprétations les plus récentes du concept de lutte intégrée faisant appel aux spécialités phytosanitaires seulement en dernier recours [27]. On peut, en revanche, ne pas approuver l'adoption de l'expression « protection raisonnée » par les producteurs lors de la dernière conférence internationale sur les ravageurs (CIRA, Montpellier 1997) [28]. Celle-ci est apparemment plus destinée à donner au grand public une image rassurante de la protection des cultures, fidèle en cela aux objectifs de l'association européenne EIF (European Initiative for Integrated Farming), créée par de grandes firmes phytosanitaires et la profession agricole et relayée en France par l'association FARRE (Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement), qu'à afficher une véritable stratégie de lutte répondant aux principes d'un développement durable. L'analyse comparée de ces deux concepts, protection intégrée d'une part et protection raisonnée d'autre part, met en effet en évidence des différences significatives tant au niveau de la stratégie que des objectifs, même si les méthodes mises en œuvre sont bien identiques [29].

En Europe, les principes de la protection intégrée rappelés précédemment ne sont véritablement appliqués qu'à quelques cultures de haute rentabilité (arboricultu-

re fruitière, cultures protégées sous serre et viticulture) [30]. Dans la majorité des autres cas, on en est encore au stade d'une lutte chimique raisonnée, bénéficiant certes des résultats les plus récents de la technique sous la forme de la protection raisonnée évoquée ci-dessus. Une évolution significative résultera de l'adoption et de la généralisation d'actions préventives (pratiques culturales, sélection variétale) permettant une réduction du risque grâce à des techniques aujourd'hui renouvelées par un intérêt croissant pour l'agro-écologie [31, 32] et le génie génétique [33]. Ces techniques nouvelles résulteront elles-mêmes d'une connaissance approfondie des mécanismes biologiques tant au niveau cellulaire et moléculaire qu'à celui des populations et des peuplements. Leur intégration dans de nouveaux systèmes de culture devra être précédée de mesures d'impact sur la diversité biologique des agro-écosystèmes considérés. L'adoption de cette stratégie impliquera une sensible modification des mentalités : il s'agira « d'un complet retournement pour nombre de biologistes et d'agronomes, dont l'objectif ne sera plus de comprendre pour dominer la nature, mais de comprendre pour s'intégrer à elle » [29].

Les actions curatives ne doivent pas être négligées pour autant eu égard à leur grande efficacité en cas de péril, à l'image des antibiotiques en médecine, bien que les phénomènes de résistance menacent aussi la durée de vie commerciale des pesticides, mettant en cause la rentabilité des investissements consentis par les groupes industriels. Certes, la panoplie des moyens curatifs peut être limitée ou complétée par la mise au point de biopesticides et de procédés biotechniques tels que la confusion sexuelle à l'aide de phéromones.

La lutte intégrée est ainsi considérée comme une stratégie de protection des cultures mettant en œuvre, d'une façon hiérarchisée et structurée en fonction des caractéristiques de l'agro-écosystème étudié, d'abord des mesures préventives puis, en cas de besoin, des mesures curatives, choisies, les unes comme les autres, en fonction de leur compatibilité avec les principes d'un développement durable. La prise en considération des problèmes phytosanitaires, aussi bien au niveau d'une parcelle de culture particulière que pour l'ensemble des exploitations d'un même écosystème, permet de gérer à la fois localement et globalement, indivi-

duellement et collectivement des phénomènes biologiques spécifiques aux populations parasitaires concernées tels que le développement d'une résistance aux pesticides utilisés. Ceci donne une importance déterminante aux outils d'aide à la décision dans le processus d'adoption, par les producteurs, d'une nouvelle conception de la défense des cultures, ce qui implique une meilleure intégration des stratégies phytosanitaires dans la conception et la mise en œuvre de systèmes de culture ■

Remerciements

La bibliographie sur les concepts de lutte intégrée et d'IPM est très riche ; la synthèse ci-dessus ne fait mention que d'un nombre réduit de références dont la sélection s'est avérée délicate. Plus de 400 documents ont en effet été identifiés et consultés grâce aux bons soins de Christine Silvy, documentaliste de l'Unité de recherches en lutte biologique (URLB) de l'INRA à Montpellier. Par son intermédiaire, j'ai eu accès aux fonds documentaires des laboratoires et organismes d'enseignement et de recherche membres d'Agropolis, ainsi qu'à ceux des bibliothèques centrales du CSIRO (Black Mountain Library de Canberra) et de l'USDA (National Agricultural Library de Beltsville). Je remercie tout particulièrement François Leclant, professeur à l'ENSAM (chaire d'écologie animale et de zoologie agricole), Mark Lonsdale et John Scott, directeurs du laboratoire australien de lutte biologique (CSIRO), Lloyd Knutson et Chuck Quimby, directeurs du laboratoire américain de lutte biologique (EBCL/USDA), tous les deux implantés à Montpellier, de m'avoir autorisé à fréquenter leur bibliothèque. Dans la mesure du possible, la rédaction finale de cette synthèse a tenu compte des remarques, critiques et suggestions de mes collègues Charles Descoins, André Fougeroux, Alain Fraval, Pierre Grison, Henri Milaire et Jean-Michel Rabasse, que je remercie très sincèrement.

Références

1. Milaire H. À propos de quelques définitions. *Phytoma, La Défense des Végétaux* 1995 ; 474 : 7-9.
2. Bajwa WL, Kogan M. Compendium of IPM definitions (electronic database), Corvallis, OR : Integr Plant Protect Center, 1996 ; <http://www.ippc.orst.edu/IPMdefinitions/>.
3. Cate JR, Hinkle MK. Integrated pest management : the path of a paradigm. *Natl Audubon Soc (Special Report)* 1993 ; 43 p.
4. Kogan M. Integrated pest management : historical perspectives and contemporary developments. *Annu Rev Entomol* 1998 ; 43 : 243-70.

5. Stern VM, Smith RF, van den Bosch R, Hagen KS. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. The integrated control concept. *Hilgardia* 1959 ; 29 : 81-101.
6. Smith RF, van den Bosch R. Integrated control. In : Kilgore WW, Douth RL, eds. *Pest control: biological, physical and selected chemical methods*. New York : Academic Press, 1967 : 295-340.
7. Waterhouse DF. Some aspects of Australian entomological research. In : *Proceedings of the 12th International Congress of Entomology*. Londres : Freeman P. ed, Royal entomological society of London, 1965 : 46-51.
8. Geier PW. Temporary suppression, population management, or eradication : how and when to choose. In : Rabb RL, Guthrie FE, eds. *Concepts of pest management*. Raleigh : North Carolina State University, 1970 : 170-90.
9. Rabb RL. Principles and concepts of pest management. In : *Implementing practical pest management strategies. Proceedings of a national extension insect-pest management workshop*. Raleigh : Purdue University, 1972 : 6-29.
10. Geier PW, Clark LR. An ecological approach to pest control. In : *Proceedings of the 8th Tech Meeting Intern Union for Conserv of Nature and Natural Res 1960*. Morges (Suisse) : IUCN, 1960 : 10-8.
11. Clark LR, Geier PW, Hughes RD, Morris RF. *The ecology of insect populations in theory and practice*. Londres : Methuen and Co., 1967 : 332 p.
12. FAO. *Report of the first session of the FAO panel of experts on integrated pest control. Rome, September 18-22 1967*. Rome : FAO-UN, 1968 ; Meet Rep PL/1967/M/7 ; 19 p.
13. Carson R. *Silent spring*. Boston : Houghton Mifflin, 1962 ; 368 p.
14. NAS. Integrated systems of pest management. In : *Principles of plant and animal control. Vol. 3. Insect-pest management and control*. Washington DC : Committee on Plant and Animal Pests, Agriculture Board, National Academy of Sciences-National Research Council, Publ. n° 1695, 1969 ; 508 p.
15. Rabb RL, Guthrie FE. *Concepts of pest management*. Raleigh : North Carolina State University, 1970 ; 242 p.
16. Altner G, Baggioolini M, Celli G, Schneider F, Steiner H. La protection intégrée, une technique d'appoint conduisant à la production intégrée. *Bull OILB/SROP* 1977 ; 4 : 117-32.
17. CEQ. *Integrated pest management*. Washington DC : US Government Printing Office, 1972 ; 41 p.
18. Bottrell DG. *Integrated pest management*. Washington DC : Council on Environmental Quality/US Government Printing Office, 1979 ; 120 p.
19. Perkins JH. *Insects, experts, and the insecticide crisis : the quest for new pest management strategies*. New York : Plenum, 1982 ; 304 p.
20. NRC. *Alternative agriculture*. Washington DC : Committee on the Role of Alternative Farming Methods in Modern Production Agriculture/National Academy Press, 1989 ; 448 p.
21. NRC. *Ecologically based pest management. New solutions for a new century*. Washington DC : National Academy Press, 1996 ; 144 p.
22. Cavalloro R, Way MJ. Integrated crop protection : from principles to practical implementation. In : *Proceedings of the CEC/IOBC/Eppo International Joint Conference, Brussels*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 1988 ; 162 p.
23. CGIAR. *System-wide programme on IPM (SP-IPM)* <http://www.cgiar.org:spipm:cgtf96.htm> NewTF.
24. El Titi A, Boller EF, Gendrier JP. Production intégrée : principes et directives techniques. *Bull OILB/SROP* 1993 ; 16 : 1-96.
25. Boller EF, Avilla J, Gendrier JP, Jörg E, Malavolta C. Integrated production in Europe. 20 years after the declaration of Ovronnaz. *Bull OILB/SROP* 1998 ; 21 : 1-41.
26. Funderburk J, Higley L, Buntin GD. Concepts and directions in arthropod pest management. *Advances in Agronomy* 1993 ; 51 : 125-72.
27. GCPF. Industrie et lutte raisonnée. L'industrie phytosanitaire veut contribuer à préserver l'environnement. *Phytoma, La Défense des Végétaux* 1997 ; 494 (suppl.) : XIV-XV.
28. Mallet CG. Protection intégrée. À partir de la lutte contre les ravageurs, un débat ouvert. *Phytoma, La Défense des Végétaux* 1997 ; 494 (suppl.) : XI.
29. Bonny S. L'agriculture raisonnée, l'agriculture intégrée et FARRE – Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement. *Natures, Sciences et Sociétés* 1997 ; 5 : 64-71.
30. Van Lenteren JC, Minks AK, de Ponti OMB. *Biological control and integrated crop protection : towards environmentally safer agriculture*. Proceedings of an international conference, IOBC/WPRS, Veldhoven, Netherlands, 8-13 september 1991. Wageningen : Pudoc Scientific Publ., 1992 ; 239 p.
31. Altieri MA. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. New York : Food Products Press, 1994 ; 185 p.
32. Delucchi V. Phytomedizinische Visionen. *Landwirtschaft Schweiz* 1990 ; 3 : 469-74.
33. Anonyme. Bt : what future ? *Biocontrol News and Information* 1998 ; 19 : 38N-41N.

Résumé

Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application

P. Ferron

Le concept de lutte intégrée contre les organismes nuisibles aux cultures a été élaboré à la fin des années 50, à la suite des problèmes créés par la généralisation de l'emploi des pesticides de synthèse. Son principe original tient à une association harmonieuse des méthodes biologiques de lutte aux méthodes chimiques traditionnelles et à une prise de décision de traitement en fonction du niveau des populations des organismes nuisibles dans la parcelle considérée. Dès l'origine, sa définition s'est heurtée à la difficulté de concilier les partisans d'interventions sur les bases définies ci-dessus et ceux qui, au contraire, privilégient la mise en œuvre de mesures préventives. Ce n'est que depuis la prise de conscience de la nécessité de préserver les ressources de la biosphère sous la forme d'un développement agricole durable (Conférence de Rio de Janeiro de 1992) que le concept de lutte intégrée semble pouvoir faire véritablement l'objet d'un consensus, sous la forme d'une stratégie globale de protection des cultures associant en priorité des mesures préventives à des mesures curatives sélectives appliquées uniquement en cas de réel besoin. La mise en œuvre de ce concept révèle cependant des divergences importantes, la stratégie de gestion des populations de nuisibles et utiles étant encore loin d'être effectivement substituée à celle d'une lutte raisonnée, essentiellement curative.