

Biofutur

www.biofutur.com

Biofutur

Le mensuel européen de biotechnologie

n°343 > Mai 2013



BIOCONTRÔLE

la lutte biologique en agronomie

VII

Christine Rouzioux dévoile les résultats de la cohorte VISCONTI

Bourse

Préparer l'introduction d'une biotech





Protection intégrée, lutte biologique et écologique en agriculture

Les défis majeurs de l'agriculture de demain sont de nourrir durablement et équitablement la population humaine et de réduire l'usage des produits biocides en agriculture. La plupart des simulations démographiques prédisent un passage de 7 à 9 milliards d'habitants en 2050.

© J. MEUL/ARCO/BSIP

L'auteur

Denis Thiéry
UMR 1065 Santé et agro-écologie
du vignoble,
Centre de recherches Inra
de Bordeaux-Aquitaine,
Institut des sciences de la vigne
et du vin,
Villeneuve d'Ornon

La demande alimentaire qualitative mondiale augmente rapidement. Ces dernières années, elle est passée de 2,4 à 2,8 kilocalories (kcal) en moyenne par personne et par jour – 2,2 kcal pour les pays en voie de développement, 3,5 kcal pour les pays industrialisés. Autre marqueur de cette augmentation, la consommation carnée croît depuis 40 ans – +120 % dans les pays en voie de développement et +350 % en Chine. Un peu plus de 10 % de la population planétaire est actuellement considérée en malnutrition.

Or l'augmentation de la production agricole totale atteint une limite puisque l'extension des surfaces cultivables est difficilement envisageable. Parmi les facteurs limitant cette production, les pertes avant et après récoltes peuvent représenter des grandeurs parfois impressionnantes. Ces pertes varient énormément selon les pays et les climats. Elles peuvent être qualitatives ou quantitatives mais sont souvent difficiles à mesurer précisément. La communauté scientifique s'accorde toutefois à estimer celles dues aux insectes ravageurs et aux pathogènes,

toutes cultures confondues, à 25-40 % de la biomasse produite. Dans les pays pauvres à climat chaud, ces pertes sont près de deux fois supérieures (1,2). La solution qui s'impose est donc de diminuer les pertes dues aux ennemis des cultures qui sont en compétition avec l'homme, et cela en réduisant, autant que faire se peut, l'usage des fongicides, des herbicides et des insecticides. L'autre enjeu est de comprendre les mécanismes maximisant les équilibres écologiques dans les agro-systèmes afin de rétablir durablement les équilibres trophiques en agriculture et ainsi anticiper les changements environnementaux globaux, notamment climatiques.

DES ÉQUILIBRES BIOLOGIQUES ET ÉCOLOGIQUES À RÉTABLIR

L'agriculture conventionnelle repose sur une simplification de la structure de l'environnement et de l'organisation des réseaux trophiques. La complexité organisationnelle des écosystèmes est ainsi réduite en concentrant sur des surfaces importantes une

faible diversité végétale et animale, dans le but d'optimiser la production de biomasse d'une ou de quelques espèces. Actuellement, les écosystèmes et agro-systèmes sont très différents dans leur organisation et dans les caractéristiques que l'on peut en mesurer (tableau ci-contre).

Le concept de protection intégrée (*integrated pest management*) est un concept assez ancien. En 1907, le médecin et zoologiste français Paul Marchal (lire p. 27) donne une définition proche de celle acceptée actuellement (encadré ci-contre). Suite à l'utilisation massive, à partir de la fin des années 1930, d'insecticides ou d'herbicides particulièrement toxiques comme le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) ou le 2,4D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique), mais aussi à l'apparition rapide de résistances, des moustiques face aux DDT entre autres, le développement de la protection intégrée s'impose progressivement. Ce concept est aussi promu par la publication, en 1961, de l'ouvrage *The silent spring* de la zoologiste américaine Rachel Louise Carlson, qui fait grand bruit.

**Différences structurelles et fonctionnelles
entre écosystèmes et agrosystèmes. D'après (4)**

CARACTÉRISTIQUES	ÉCOSYSTÈMES	AGRO-SYSTÈMES
Productivité nette	Moyenne	Forte
Chaînes trophiques	Complexes	Simple, linéaires
Diversité des espèces	Forte	Faible
Diversité génétique	Importante	Faible
Cycles biogéochimiques	Fermés	Ouverts
Stabilité (résilience)	Forte	Faible
Entropie	Faible	Forte
Contrôle humain	Pas nécessaire	Indispensable
Permanence dans le temps (durabilité)	Longue	Restreinte
Hétérogénéité de l'habitat	Complexe	Simple
Phénologie	Saisonnaire	Synchronisée
Maturité	Mature, Climax	Immature

L'Organisation internationale de lutte biologique*1 est créée en 1955. Dès 1959, elle organise le premier groupe international scientifique de protection intégrée en vergers. Cela sera suivi, dans les deux décennies suivantes, par la création d'autres groupes très dynamiques dont celui de protection intégrée du vignoble. Les travaux de tous ces groupes serviront de base à l'élaboration de la Directive européenne 91/414 EC définissant le cadre de la protection intégrée (encadré p. 26).

LUTTE BIOLOGIQUE OU LUTTE BIOTECHNIQUE ?

Ce sont deux éléments importants de la protection intégrée. La lutte biologique remonte à des temps anciens puisqu'elle est déjà pratiquée par les Romains, qui implantaient dans les vignes des colonies de fourmis pour leur rôle de prédatrices. Plus spécifiquement en vignoble, on trouve les premières observations de contrôle naturel des ravageurs de la vigne dans la littérature ancienne, en particulier dans la revue de vulgarisation scientifique *La nature*, en 1877. L'autre élément de lutte biologique important en vignoble est, sans conteste, la lutte humaine par ébouillantage des ceps l'hiver et par destruction des chenilles hivernant sur les ceps.

Au sens strict du terme, la lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants – aussi appelés « ennemis naturels » ou « auxiliaires de culture » – pour contrôler la démographie et les épidémies d'insectes ravageurs ou de micro-organismes pathogènes. Il existe deux grands types de lutte biologique : la lutte biologique par conservation et celle par ajout d'auxiliaires*2.

La lutte biologique par conservation repose sur un contrôle assuré par des populations d'auxiliaires naturellement présentes dans l'agro-système ou les écosystèmes voisins (photos p. 26). Il s'agit donc là d'un contrôle qui repose sur la biodiversité naturelle et s'établit sur le long terme. Un des principaux leviers de ce type de régulation biologique repose sur la gestion de la parcelle cultivée ou du paysage environnant. Un exemple est l'aménagement de corridors biologiques de végétation non cultivée, appelés aussi « zones écologiques refuges ». Ces corridors biologiques peuvent présenter différentes structures, comme des bandes enherbées, des haies, des bandes boisées ou des bosquets, des lisières naturelles ou encore des jachères. Leur positionnement par rapport à la culture à protéger doit être cohérent avec le rayon d'action des auxiliaires que l'on souhaite voir intervenir sur la culture.

L'autre grand type de lutte biologique consiste à importer des auxiliaires. Elle peut être de deux types : inoculatrice ou inondative. La première consiste à aller chercher des auxiliaires reconnus pour leur efficacité dans d'autres écosystèmes et à les installer dans l'agro-système à protéger. La lutte inondative cherche, elle, à multiplier en grand nombre des auxiliaires autochtones d'une culture avant de les libérer en grandes quantités. En France, la lutte biologique contre la pyrale du maïs repose sur cette dernière technique, avec des lâchers de 10⁶ trichogrammes*3 par hectare

(lire p. 27). Les lâchers d'auxiliaires donnent de très bons résultats dans de nombreuses cultures et sont passés dans les mœurs de jardiniers amateurs, l'utilisation des larves de coccinelles contre les pucerons des jardins étant maintenant une pratique courante.

La lutte biotechnique repose, quant à elle, sur l'usage de produits issus d'organismes vivants. Ce sont par exemple les phéromones ou les odeurs répulsives, mais aussi l'usage de toxines insecticides, dont celle, bien connue du grand public, de *Bacillus thuringiensis* (Bt). Ces produits sont appliqués dans l'environnement de la plante à protéger ou directement sur celle-ci. Des formulations de toxines de Bt peuvent ainsi être appliquées en pulvérisation sur les plantes afin d'empoisonner les chenilles de papillons ravageurs. D'autres sont utilisées pour lutter contre les larves de moustiques. Des phéromones sexuelles peuvent être dispersées dans les cultures afin de saturer l'air ambiant de l'odeur d'un des partenaires sexuels, désorientant ainsi l'autre partenaire et inhibant les accouplements. Cette technique dite de « confusion sexuelle » est appliquée dans de nombreuses cultures. En viticulture, par exemple, environ 25 000 hectares du vignoble français sont ainsi traités contre les papillons ravageurs de grappes.

*3 Guêpes parasitoïdes inoffensives pour l'homme mais qui pondent dans les œufs de nombreux insectes. On les connaissait déjà en agriculture au XIX^e siècle sous le nom de genre *Oophora*.

Définition de la protection intégrée par Paul Marchal, en 1897. La dernière phrase évoque clairement l'idée de provoquer l'intervention des auxiliaires, ce qui revient à avancer l'idée d'une lutte biologique dirigée.

« L'homme, pour ramener l'équilibre favorable à ses propres intérêts, doit recourir à des assolements réguliers, à l'emploi de méthodes culturales destinées à rompre le cycle évolutif de l'espèce nuisible, et à toutes les pratiques destinées à augmenter la résistance de la plante. Mais il doit aussi veiller à ce que les auxiliaires, dont le rôle utile est incomparable, accomplissent leur œuvre dans les conditions les plus avantageuses ; il doit aider et au besoin provoquer leur intervention. »

*1 Organisation non gouvernementale et indépendante dont le but est de conseiller et d'influencer les choix et les décisions politiques, notamment pour le développement de la lutte biologique et de la protection intégrée des cultures. www.iobc-global.org/index1.html

*2 On évitera la confusion entre lutte biologique et agriculture biologique, la seconde répondant à un cahier des charges précis incluant des principes et méthodes de protection, comme le label AB. Différents cahiers des charges existent suivant les pays mais la lutte biologique n'en est pas forcément un élément. Un agriculteur peut ainsi pratiquer la lutte biologique sans être agriculteur biologique, et réciproquement.



Les insectes parasitoïdes d'autres insectes sont en grande majorité des Hyménoptères et des Diptères. Ici, deux auxiliaires parasitoïdes en vignobles, l'Ichneumonidæ *Campoplex capitator* (à gauche), endémique de la plupart des vignobles européens, et le Tachinidæ *Phytomyptera nigrina* (à droite), présent dans certains vignobles du sud. Lorsqu'ils sont présents et abondants, ces parasitoïdes peuvent naturellement tuer jusqu'à plus de la moitié des chenilles des ravageurs de grappes.

D'autres produits du vivant constituent l'arsenal de la panoplie biotechnique, comme les extraits végétaux répulsifs ou anti-appétants, qui donnent un mauvais goût et inhibent la prise de nourriture du ravageur. Des extraits attractifs sont aussi classiquement utilisés en agriculture, pour piéger des insectes. Actuellement, la lutte contre le frelon asiatique, prédateur d'abeilles qui envahit le territoire

français, est essentiellement basée sur une lutte biotechnique par attraction des reproductrices combinée à la destruction des nids.

L'usage de produits issus du vivant présente toutefois certaines limites. Des extraits de plantes ou des molécules produites par des plantes peuvent être très toxiques. C'est le cas de la roténone, une molécule de la famille des flavonoïdes extraite des racines de deux Légumineuses de la famille des Fabacées, *Derris* sp. et *Lonchocarpus* sp.. Longtemps préconisée au cahier des charges de l'agriculture biologique, elle est maintenant interdite pour sa forte toxicité sur la faune aviaire et l'environnement. Le pyrèthre, fabriqué par un chrysanthème sauvage, et la nicotine sont deux autres exemples de molécules toxiques produites naturellement.

LE MAÎTRE-MOT : LA LUTTE ÉCOLOGIQUE

La plante cultivée est au centre de réseaux trophiques organisés, plus ou moins complexes selon le type d'agro-système. Plus concrètement, l'expansion démographique parfois brutale d'un ravageur ou d'une épidémie et les pertes de récoltes significatives qui s'en suivent, sont la consé-

quence, entre autres, de réseaux trophiques simplifiés dans lesquels des éléments régulateurs naturels sont absents ou peu efficaces.

La gestion écologique des organismes nuisibles s'appuie essentiellement sur l'adaptation aux agro-systèmes des régulations qui existent dans les écosystèmes naturels non perturbés. Les recherches en entomologie sur les interactions entre plantes et insectes ainsi que sur la lutte biologique par des insectes auxiliaires ont énormément fait progresser cette transposition dans les années 1960 et 1970 (3). Même si la lutte biologique n'est qu'un des leviers de la lutte écologique, le corpus de connaissances accumulées depuis des années dans ce domaine a rapidement fait progresser la lutte écologique, en particulier en mettant l'accent sur l'importance des interactions entre différents niveaux trophiques et en montrant celle de l'organisation de ces réseaux trophiques sur le contrôle des populations de ravageurs ou de pathogènes intégrées dans ces réseaux. De nombreux projets de recherches sont en cours pour déterminer quelle organisation – fonctionnelle, taxonomique et phylogénétique – permettrait d'optimiser les régulations naturelles et leurs stabilité dans l'espace et dans le temps. ■

- (1) www.endure-network.eu
- (2) Pimentel D (ed) (2007) *Encyclopedia of pest management 2*. CRC Press
- (3) Huffaker CB, Messenger PS (1976) *Theory and practice of biological control*. Acad. Press., New York
- (4) Altieri MA et al. (1988) *L'agroécologie. Bases scientifiques d'une agriculture alternative*. Debarid

La Directive européenne 91/414 EC

Cette Directive européenne de 1991 pose les bases de l'application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechniques, chimiques et culturales, incluant les améliorations variétales, permettant de limiter l'usage des produits phytosanitaires à leur strict minimum, et cela afin de maintenir les populations de ravageurs et de pathogènes des plantes cultivées à des niveaux inférieurs à ceux causant des dégâts ou des pertes économiques inacceptables. Plus d'une centaine de définitions de la protection intégrée

existent, certaines assez voisines, mais la plupart ont une philosophie commune :

- proposer une approche globale de l'agro-système ;
- assurer une production de cultures durables et à leur meilleur niveau, qualitatif et/ou quantitatif ;
- préserver l'environnement ;
- utiliser autant que faire se peut les méthodes de contrôle biologique ou écologiques ;
- favoriser une protection préventive plutôt que curative ;
- limiter au maximum l'usage des pesticides et ne les réserver qu'aux situations

épidémiques qui ne sont plus contrôlables autrement. Cette approche repose en amont sur une analyse socio économique fine des filières de production et des agro-systèmes, et repose sur des outils ou des règles de décision permettant de piloter la gestion des épidémies le plus en amont possible et en cohérence avec le contexte local. Enfin, et non des moindres qualités de cette approche, la protection intégrée est le creuset scientifique et technique de nouvelles idées et avancées scientifiques et

technologiques. Parmi ces idées nouvelles, on notera l'usage des phéromones sexuelles contre les papillons ravageurs de cultures (5,6). Les avancées technologiques qui en découlent sont par exemple la mise au point de diffuseurs d'odeurs dans les cultures.

- (5) tinyurl.com/lnra-pheromones-papillons
- (6) Fabre-Nys C, Thiéry D (2012) *Des odeurs pour les troupeaux et contre les parasites de cultures*, in *Odeur et goût*. Éditions Quæ, 540 p.