

Pour une agriculture économe en pesticides

ÉDITO



En protégeant les cultures des divers ravageurs et parasites, les pesticides ont largement contribué à l'indépendance alimentaire de notre pays : ils ont permis une augmentation considérable des rendements ainsi qu'une régularité accrue de la production.

Néanmoins, l'utilisation élevée

de ces produits dans le cadre d'une agriculture intensive est désormais profondément remise en question. D'une part, l'apparition de résistance chez les bioagresseurs érode inéluctablement l'efficacité des molécules disponibles. D'autre part, leurs impacts écologiques et sanitaires placent la question de la modération de leur utilisation au cœur des préoccupations sociales et politiques. Depuis plusieurs années, la recherche menée à l'Inra vise à inscrire l'agriculture dans un développement durable. Elle s'est traduite par une priorité explicite sur la conception de systèmes agricoles innovants et durables, incluant une moindre dépendance vis-à-vis des pesticides, et a suscité des partenariats renforcés avec les acteurs du développement agricole. La mise en œuvre de systèmes agricoles durables, économes en pesticides suppose, outre les innovations techniques, des changements des pratiques des agriculteurs et un cadre d'action qui les favorise. Les pouvoirs publics ont ainsi demandé à l'Inra de conduire une étude permettant de mieux apprécier les effets et modalités de la mise en œuvre d'une réduction d'utilisation des pesticides s'inscrivant dans le plan Ecophyto 2018 issu du Grenelle de l'environ-

nement. Pour répondre aux questions posées, cette étude Ecophyto R&D a dû mobiliser les données existantes, complétées par des dires d'experts. Elle constitue une étape fondatrice dans un processus long de consolidation progressive des connaissances et innovations. Elle permettra de jeter les bases d'une nouvelle « relance agronomique », et, je l'espère, de susciter expérimentations et partages d'expérience pour construire ces agricultures du XXI^e siècle performantes économiquement, socialement et écologiquement.

Marion Guillou
Présidente de l'Inra

CHIFFRES-CLÉS

La France : 27,5 millions d'ha cultivés soit 16 % des terres agricoles de l'UE.

Estimation du nombre moyen de doses homologuées / ha (IFT) en 2006 :

Grandes cultures : 3,8 pour 45,7 % de la surface agricole utile (SAU)

Vigne : 12,5 pour 3,3 % de la SAU

Fruits, Horticulture et autres : 17,3 pour 1,6 % de la SAU

Fourrages : 0,4 pour 39 % de la SAU.

En 2008, la France est le 1^{er} utilisateur européen de pesticides (3^e utilisateur européen par hectare cultivé) avec un volume de **2 milliards** d'euros et un tonnage de **78 600 t** (dont 59 700 en produits de synthèse).

Sources : Eurostat, Ecophyto R&D, UIPP

UNE IMPLICATION FORTE AVEC LES PARTENAIRES

DE L'EXPÉRIENCE À L'APPRENTISSAGE

La réussite de la transition vers des systèmes de cultures plus économes en pesticides dépend de la confiance placée par les agriculteurs et leurs conseillers dans ces innovations parfois en forte rupture avec leurs pratiques actuelles. Des réseaux d'acquisition de références ont déjà permis de mettre au point des itinéraires techniques économes pour le blé en donnant aux agriculteurs les repères nécessaires sur leurs performances économiques et agronomiques ainsi que sur leur pilotage. Ils apparaissent donc comme un outil efficace pour faire évoluer les pratiques. Néanmoins, comme le suggère l'étude Ecophyto R&D, passer à l'échelle plus complexe du système de culture implique non seulement une coordination au niveau national, mais aussi des dispositifs d'essais plurianuels et multilocaux. En effet, alors que les pesticides permettaient d'artificialiser les milieux de cultures et donc de transposer des résultats sur de larges zones pédoclimatiques, ces systèmes innovants tirent parti de l'écosystème local pour maîtriser les risques environnementaux. Ce changement de logique impose donc une forme de réseau distribué à même de créer des références en lien étroit avec le territoire. De nombreux acteurs du développement agricole sont mobilisés : organismes de recherche, chambres d'agriculture, instituts techniques, groupements de producteurs, enseignement agricole. Le dispositif proposé par l'étude Ecophyto R&D comprend un premier réseau de stations expérimentales et de sites ateliers focalisés sur les systèmes les plus en rupture. Un deuxième réseau de « fermes pilotes » a pour but de tester les systèmes dans les conditions réelles des marchés, d'en analyser la faisabilité et les performances économiques. Le rôle de ces fermes apparaît comme crucial dans l'apprentissage des conseillers et des agriculteurs, comme dans la démonstration de ces innovations. Enfin, l'étude préconise le développement en parallèle d'outils d'aide à la décision et la mise au point de techniques alternatives capables d'améliorer les performances des systèmes et d'en fiabiliser la gestion. Les recherches doivent aussi porter sur des indicateurs environnementaux et sanitaires destinés à en mesurer les impacts. La coordination de ces réseaux et la valorisation des références nécessitent une organisation adaptée. Par exemple, le regroupement des résultats dans une base de données et le développement de ressources pour le conseil et l'apprentissage supposent l'interopérabilité des bases de données existantes et une gestion efficace de la propriété intellectuelle. Autant de défis à relever qui réclament une gouvernance et des modes de travail collaboratifs aussi innovants que les systèmes recherchés.

Des programmes fédérateurs réunissent de nombreux partenaires pour une agriculture performante et durable

La conception de systèmes agricoles innovants était une des priorités de l'Inra, dans le cadre des orientations 2006-2009. En complément de la mobilisation de ses équipes de recherche, l'Inra a structuré plusieurs grands programmes de R&D en partenariat avec les acteurs concernés. Ces programmes développent une approche intégrée des systèmes de culture, de la parcelle au paysage, de l'agronomie à l'économie et de la recherche à l'application. Cette approche a été initiée en production fruitière dans le cadre du programme Production fruitière intégrée (2000-2005), en collaboration avec le Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. En 2008, l'Inra a lancé un programme analogue pour les productions légumières de plein champ et sous abri froid : « PIClég », qui associe des centres techniques, mais aussi des fédérations de producteurs, des coopératives, l'assemblée permanente



Inra / Claire Doré

des chambres d'agriculture. Enfin, un programme consacré aux systèmes de grande culture à hautes performances économiques et environnementales a été lancé en février 2009. Premier programme de cette envergure en grande culture, il élargit encore le partenariat, puisqu'il inclut aussi l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques. Ces programmes rassemblent les partenaires et définissent des thèmes de recherche, ils suscitent des projets en partenariat R&D, appuient et coordonnent leur construction et s'attachent à la diffusion des outils opérationnels.

ENDURE, UN RÉSEAU SUR LA PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES À L'ÉCHELLE EUROPÉENNE

Endure (2007-2010) regroupe plus de 300 scientifiques issus d'instituts de recherche, d'organismes de développement et d'industriels de dix pays européens. Son objectif est d'appuyer scientifiquement la politique européenne sur les pesticides en partageant les solutions de court terme mobilisées dans différents pays. Il développe une démarche de recherche pour élaborer des solutions de protection intégrée innovantes (systèmes de culture à base de blé, de maïs, de vergers fruitiers pris comme cas d'étude). Il constitue un réseau durable qui met en commun des outils pour la recherche et un centre d'information au bénéfice du conseil agricole et de la formation des agriculteurs. Le partage d'expérience entre les pays euro-

péens met en évidence une grande diversité de pratiques liées aux différences pédoclimatiques, mais aussi aux choix de politique publique : certains pays (comme le Danemark) appliquent une politique volontariste pour réduire les pesticides, d'autres suivent plutôt une démarche de volontariat (Angleterre). Pour Pierre Ricci* qui coordonne Endure, « ce réseau est appelé à devenir le premier point de référence en Europe en matière de protection des cultures, non seulement pour les acteurs des filières mais aussi pour les décideurs publics ». L'Inra mobilise dans ce réseau trente équipes de recherche dans onze de ses centres.

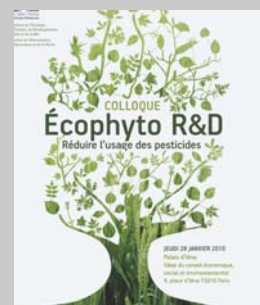
*Directeur de recherche au département Santé des plantes et environnement.

ÉCOPHYTO R&D : UNE ÉTUDE INNOVANTE

Une méthode inédite

Demandée par les ministres en charge de l'Agriculture et de l'Environnement, l'étude Ecophyto R&D éclaire les objectifs du plan Ecophyto 2018 sur les possibilités de limitations de l'usage des produits phytosanitaires, et leurs impacts pour l'agriculture française. Pour répondre à la question posée, l'Inra a dû sortir du cadre de l'expertise classique, basée sur des données publiées et validées par des pairs scientifiques, en mobilisant des savoirs et des compétences divers, des données d'origines variées et parfois des dires d'experts. Ce travail

d'ingénierie a été organisé par groupes d'experts et accompagné d'un dialogue avec les acteurs dans le cadre d'un comité d'orientation. L'étude a permis de caractériser un état initial de l'utilisation des pesticides dans l'agriculture et d'identifier des marges de progrès pour concevoir et diffuser de nouveaux systèmes de culture à la fois compétitifs et économes en intrants.



ELABORER DES SYSTÈMES AGRICOLES INNOVANTS POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE



Thierry Doré,
Professeur à AgroParisTech,
Adjoint au chef de département
Environnement et Agronomie de l'Inra

Dans le but de diminuer les nuisances environnementales, l'Inra expérimente depuis les années 90, des systèmes innovants alternatifs à la logique intensive, fondée sur l'utilisation massive d'intrants de synthèse. Il ne s'agit pas de modifier des techniques culturales séparément, mais de construire des systèmes cohérents, combinant par exemple des successions de culture plus diversifiées, des variétés résistantes aux pathogènes et des pratiques telles que les semis moins denses, le désherbage mécanique ou l'introduction dans les rotations de cultures intermédiaires aux propriétés assainissantes (moutarde) ou fertilisantes (légumineuses). Le développement de la modélisation permet d'évaluer par simulation un grand nombre de systèmes pour l'ensemble de leurs performances socio-économiques et environnementales. Cela permet de choisir les systèmes *a priori* les plus performants avant de lancer les expérimentations. Afin d'explorer largement le champ des possibilités, les modèles sont utilisés pour tester des combinaisons de techniques dont certaines ne sont pas encore disponibles (par exemple vigne résistante à l'oïdium). Les recherches actuelles mettent l'accent sur deux composantes qui sont, d'une part le fonctionnement de l'écosystème cultivé à l'échelle parcellaire (relations plantes/sol/atmosphère/communautés de pathogènes, auxiliaires et autres organismes), et d'autre part l'intégration de la dimension paysagère, car les pressions des agresseurs, entre autres, se raisonnent au-delà de la parcelle. La prise en compte de ces composantes implique plus de connaissances, plus de science, plus de technicité, pour espérer diminuer sensiblement l'usage des pesticides en conservant un niveau de production satisfaisant.

ANALYSER LES PROCESSUS BIOLOGIQUES : EXEMPLE DE LA GESTION DES RÉSISTANCES



Carole Caranta
Chef de département adjoint
Génétique et amélioration
des plantes

De nombreuses recherches visant à comprendre à une échelle fine les processus biologiques contribuent à la réduction de l'utilisation de pesticides. Parmi elles, la compréhension de la résistance des variétés aux maladies apparaît comme une piste clé. La capacité des bioagresseurs à s'adapter constitue un frein à l'utilisation des variétés résistantes. Ainsi, l'objectif des recherches n'est plus seulement d'identifier des gènes de résistance mais également d'élaborer des modes de gestion visant à préserver leur durabilité. Le nombre de gènes de résistance n'est pas infini ; ils constituent donc un patrimoine précieux qu'il convient de gérer de façon durable en intégrant des connaissances acquises à différentes échelles -gène, génotype, peuplement, agrosystème- et une approche pluridisciplinaire. L'Inra a réalisé des avancées notables sur ce thème, notamment dans le cadre de collaborations entre des équipes de généticiens et de pathologistes qui concentrent leur efforts sur des couples hôtes/pathogènes communs. Récemment, pour les couples *colza/Leptosphaeria maculans* et piment/potyvirus, les chercheurs ont démontré que la durabilité d'une résistance qualitative (contrôlée par un gène majeur) était augmentée de façon significative lorsqu'elle était associée à une résistance quantitative (contrôlée par plusieurs locus expliquant chacun une part de la résistance observée). L'association de plusieurs facteurs de résistance constitue donc un critère pertinent pour la durabilité des résistances. Autre piste prometteuse : l'inactivation par mutagenèse d'un gène codant pour une protéine de la plante nécessaire à l'infection par un agent pathogène. De nouveaux allèles de résistance ont été obtenus par cette approche et leur durabilité est en cours d'étude.

ECLAIRER LES POLITIQUES PUBLIQUES ET COMPRENDRE L'ORGANISATION DES ACTEURS



Hervé Guyomard
directeur scientifique Agriculture

Complémentaires des approches biotechniques (agronomie, génétique, environnement, climat), les recherches socio-économiques de l'Inra sont essentielles pour éclairer une politique de réduction de l'usage des pesticides. Leurs résultats permettent en effet d'évaluer l'impact potentiel des politiques publiques pour ensuite déterminer lesquelles seront les plus efficaces. Ces recherches envisagent différents leviers d'action qui interviennent dans la réduction des pesticides. Tout d'abord, il s'agit d'analyser le comportement de certains agriculteurs qui sur-utilisent les produits phytosanitaires pour garantir leurs rendements. En quantifiant cette aversion au risque, il devient possible de mettre en place des mesures pour la limiter. Les économistes utilisent aussi ces modèles comportementaux couplés à des modèles biotechniques afin d'analyser les conséquences d'un niveau de réduction en terme de production ou de gain pour l'environnement. Des travaux visent un autre degré de complexité en intégrant l'impact d'un changement de système de culture dans ces résultats pour en déduire l'évolution future des prix. Dans ce cadre, on peut évaluer les effets bénéfiques ou contre-productifs d'une taxe sur l'utilisation des pesticides mais aussi ses conséquences sur les équilibres de marchés internationaux. D'autres études sont consacrées aux stratégies des acteurs. Celles-ci permettent, par exemple, de simuler la réponse mutuelle d'agriculteurs voisins face à une nouvelle mesure. Toujours au niveau individuel, des recherches socio-économiques développent des modèles d'adoption de l'innovation par les agriculteurs. Enfin, des sociologues mènent des enquêtes de terrains afin de valider des hypothèses sur les freins ou les moteurs du changement qui ne reposent pas sur des choix d'ordre économique.



Yves Le Bars
président du GRET,
administrateur
de l'IHESST

Une gouvernance originale

Pour remplir les objectifs d'Ecophyto R&D, une organisation originale a été mise en place afin de garantir l'équilibre du processus. Elle est bâtie autour de trois instances en interaction. Le comité de pilotage constitué des deux ministères commanditaires de l'étude, associés à ceux de la Santé et de la Consommation, qui a veillé à ce qu'elle s'intègre bien dans le processus

plus général de la fabrication des stratégies et des décisions sur les pesticides. Le groupe d'experts, coordonné par l'Inra, a produit les connaissances sur lesquelles les différents partenaires pourront construire leur action : état des lieux de l'utilisation des pesticides, scénarios décrivant l'impact de chaque degré de réduction, définition des réseaux de production et transfert des connaissances et analyse des jeux d'acteurs. Fort de quatre-vingt-dix scientifiques et agents du développement agricole, ce groupe a su définir les méthodes et outils de travail en commun nécessaires à une expertise aussi interdisciplinaire (agronomie, économie, sociologie, ingé-

nieries diverses...). Enfin, l'avancée et les limites de leurs résultats ont été suivies et commentées par le troisième comité. Il s'agit du comité d'orientation représentatif de la société civile : profession agricole dans toutes ses composantes, instituts techniques, industries, élus et associations. Deux scientifiques indépendants ont également participé aux réunions de ce comité. En apportant un point de vue externe sur chaque dossier, ils ont pu cadrer et relancer les discussions. Le président du comité d'orientation a été le garant du bon déroulement de ce processus en s'assurant que la parole de chacun au sein des trois comités soit entendue et respectée.

À L'INRA, DES EXPÉRIMENTATIONS À L'ŒUVRE

GOTHERON : EVALUATION DES PRATIQUES DE PROTECTION



© Inra / Christophe Maître

Depuis 2005, l'Unité Expérimentale de Recherche Intégrée de Gotheron procède à une évaluation de trois systèmes de production/protection en verger de pommiers. Alors qu'un premier système est protégé de manière conventionnelle, le deuxième est conçu pour n'utiliser les pesticides qu'en dernier recours. Enfin, le troisième répond au cahier des charges de l'agriculture biologique. Chaque système, planté avec trois variétés plus ou moins sensibles à la tavelure, intègre des exigences graduées en termes de qualité commerciale et de gestion du risque. Les performances agronomiques et environnementales de ces expérimentations sont évaluées tout comme certains paramètres économiques de viabilité. Pour les années 2006 à 2008, les chercheurs sont parvenus à passer d'un indice de fréquence de traitement (IFT) moyen de 34,8 pour le couple protection conventionnelle-variété sensible à un IFT moyen de 15,4 pour la combinaison protection économe en intrant et variété peu sensible soit 56 % de réduction. Pour obtenir ces résultats, ils ont associé des stratégies et des méthodes de prophylaxie innovantes, incluant l'utilisation de seuils d'intervention adaptés. Issus d'une observation fine du verger et de son environnement (ravageurs, maladies, climat...) ces derniers permettent d'effectuer un traitement en fonction du risque effectif pour la production. Malgré le temps et la technicité que ces systèmes économes en intrants réclament, des exemples à l'étranger montrent que la mutualisation des moyens à l'échelle d'une coopérative agricole peut améliorer leur viabilité économique. A terme, l'unité prévoit d'aller plus loin en optimisant la diversité végétale des vergers avec des bandes fleuries. Il s'agit de favoriser l'habitat des insectes auxiliaires des cultures en vue de limiter le développement des ravageurs du verger.

PROTECTION RAISONNÉE EN VITICULTURE À COUHINS

Château Couhins, cru classé de Graves acquis en 1968 par l'Inra, apparaît comme une vitrine des recherches en matière de viticulture à haute valeur environnementale. Au niveau de la protection phytosanitaire, deux axes majeurs de recherches sont suivis par les chercheurs de l'UMR Santé végétale qui travaillent au domaine. D'une part, il s'agit d'évaluer l'efficacité de la protection offerte par de nouvelles molécules fongicides ou des méthodes alternatives (des agents de lutte biologique ou de stimulation des défenses des plantes). D'autre part, les équipes travaillent sur la conception d'outils d'aide à la décision pour limiter autant que possible le nombre de traitements. Il s'agit d'utiliser au mieux les intrants chimiques. En connaissant le plus tôt possible les périodes de risque et l'importance de la menace pesant sur la plante, il est possible d'adapter la réponse phytosanitaire. Pour cela, les chercheurs identifient des indicateurs agronomiques comme l'état de réceptivité de la plante (vigueur, sensibilité de la baie,...) ou l'évolution des populations de bioagresseurs et définissent des règles de déci-



© Inra / Christophe Maître

sion de traitement qui sont ensuite testées sur un réseau de parcelles avec les partenaires agricoles. La viticulture de précision, développée et appliquée sur le vignoble de Couhins en relation avec les agronomes de l'Institut des sciences de la vigne et du vin constitue un apport important tant pour la gestion de la qualité des raisins que pour la limitation des intrants. Enfin, l'incidence environnementale réelle de ces pratiques viticoles est évaluée à l'aide d'indicateurs agri-environnementaux issus notamment de l'analyse de cycle de vie.

LE RÉSEAU BLÉ RUSTIQUE



© Inra / Jean Weber

L'Inra participe depuis une dizaine d'années à un réseau d'expérimentations multilocales et pluri-annuelles destinées à évaluer les performances des variétés de blé rustiques couplées à des itinéraires techniques adaptés. Ces variétés, multirésistantes aux maladies et à la verse, ne présentent un intérêt économique et environnemental que dans le cadre de conduites économes en intrants. Le projet, initié en collaboration avec des sélectionneurs privés et Arvalis-Institut du végétal, a connu des débuts prometteurs qui ont conduit ses participants à constituer, en 2003, un deuxième réseau. Plus étendu, notamment vers plusieurs chambres d'agriculture, il inclut une plus grande part de diffusion des innovations vers les agriculteurs. Ces essais ont démontré que certains couples variétés rustiques/itinéraires techniques permettaient d'augmenter les

marges brutes de façon stable dans un contexte de prix du blé modéré ou d'énergie chère. En effet, des rendements un peu plus faibles compensés par des charges réduites en intrants et en énergie stabilisent les marges en les rendant moins sensibles à la volatilité des prix du blé ou du pétrole. Avec maintenant une centaine de sites d'essais sur plusieurs années, ces réseaux ont fourni de solides références sur ces itinéraires techniques en termes de choix de variété, de mise en œuvre et de performances économiques. Si bien qu'ils suscitent maintenant un réel intérêt de la part des agriculteurs. Transposé à l'échelle du système de culture, cet exemple pourrait bien illustrer le canevas des futurs réseaux d'acquisitions de références dessiné par le rapport Ecophyto R&D dans le but de favoriser la conception et la diffusion des systèmes innovants.

En savoir +

Films et documents Ecophyto R&D

www.inra.fr/ecophytoRD

Programmes fédérateurs agriculture durable

www.inra.fr/les_partenariats/programmes_federateurs_agriculture_durable

Esco Pesticides : www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_environnement

Endure : www.endure-network.eu