

# ENDURE – un réseau pour la protection durable des cultures en Europe

Franz Bigler<sup>1</sup>, Ursula Aubert<sup>1</sup>, Pierre-Henri Dubuis<sup>2</sup>, Frank Hayer<sup>1</sup>, José Hernandez-Rivera<sup>1</sup>, Gabriele Mack<sup>1</sup>, Michael Meissle<sup>1</sup>, Patrik Mouron<sup>1</sup>, Andreas Naef<sup>2</sup> et Jörn Strassemeier<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich

<sup>2</sup>Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon

<sup>3</sup>Julius-Kühn Institut; JKI, 14532 Kleinmachnow (Allemagne)

Renseignements: Franz Bigler, e-mail: franz.bigler@art.admin.ch, tél. +41 44 377 72 35



L'un des objectifs du projet ENDURE était de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture. (Photo : Mario Waldburger, ART)

d'échanges internationaux où ils ont élargi leurs connaissances et lié des contacts. Au terme de ce projet de quatre ans, la recherche sur la protection des cultures en Europe devrait être mieux coordonnée, plus efficace et en voie de détenir la structure d'un centre de compétences européen. Dix pays européens, comptant plus de 300 chercheurs et conseillers de diverses disciplines ont participé à ce projet.

Agroscope était responsable du projet partiel «Développement de méthodes et de procédés d'évaluation de la durabilité des stratégies de protection des plantes» (Musa *et al.* 2008). Douze collaborateurs d'ART et d'ACW, ainsi que des chercheurs de l'Institut Julius-Kühn JKI en Allemagne et de l'Institut National de Recherche Agronomique INRA en France, ont participé à cette étude. Par ailleurs, 15 autres collaborateurs d'Agroscope ont contribué aux études de cas sur la protection des cultures de maïs, de pommiers, de la vigne et des cultures maraîchères, ainsi qu'à des projets sur l'écologie du paysage, la modélisation des prévisions sur le développement des organismes nuisibles et l'alimentation de bases de données européennes. Cet article offre un aperçu de quelques thèmes de recherche étudiés par Agroscope dans le cadre du projet ENDURE.

## Introduction

### Que signifie ENDURE?

Le projet ENDURE (*European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategies*) s'est achevé avec succès à la fin de 2010. Ses objectifs étaient les suivants: réunir les connaissances sur la protection des plantes en Europe et les rendre accessibles aux chercheurs et aux conseillers, développer de nouvelles stratégies pour améliorer la protection des plantes, élaborer des propositions visant à réduire l'usage des pesticides et mettre sur pied un réseau durable à l'intention des scientifiques, conseillers et praticiens. ENDURE a aussi permis aux jeunes scientifiques de participer à des programmes

## Durabilité des stratégies de protection des cultures

La recherche sur la durabilité des stratégies de protection des cultures a été assumée par cinq groupes dirigés par Franz Bigler, d'Agroscope Reckenholz-Tänikon ART; elle couvre l'économie, l'écologie et la sociologie. Seuls les aspects économiques et écologiques sont abordés dans l'exposé suivant.

Quatre systèmes culturaux, adaptés aux conditions locales et pertinents pour l'évaluation de la durabilité, ont été définis pour la production de pommes dans cinq régions d'Europe. Le groupe de recherche «Etude de cas sur les vergers de pommiers» a fourni les bases du relevé

des données dans les cultures de pommes des régions suivantes: lac de Constance (en Suisse et en Allemagne), vallée de l'Ebre (Espagne), vallée du Rhône (France) et Hollande (tout le pays). Des experts des cinq régions ont caractérisé quatre systèmes de protection des vergers de pommiers, allant de la lutte chimique de synthèse à un système innovant excluant en grande partie les produits chimiques (tabl. 1).

### Evaluation économique

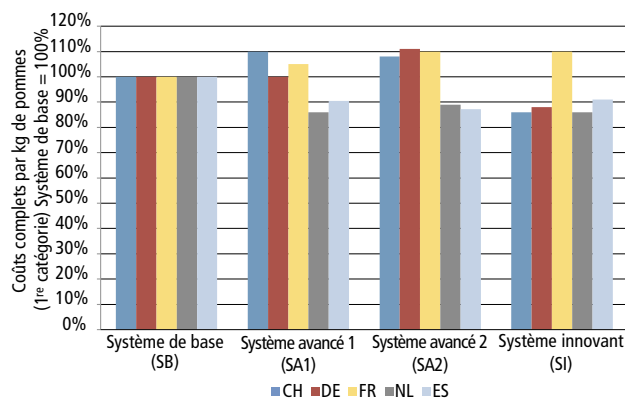
L'évaluation économique repose sur des critères d'efficacité (coûts de production, gain, coûts de capital, rétribution du capital investi). Par ailleurs, le risque d'une perte de revenus consécutive à une renonciation aux pesticides chimiques est considéré (variabilité du revenu, probabilité d'une perte de rendement). Les valeurs représentent une moyenne pluriannuelle. Les coefficients ont été calculés à l'aide du système Arbocost développé par Agroscope Changins-Wädenswil ACW. >

**Résumé**

Le projet de l'Union Européenne ENDURE (*European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategies*) s'est achevé à la fin de 2010. Au cours de ces quatre ans d'étude, un centre de compétences a été créé, dans l'objectif d'en faire à long terme une plateforme et un service d'information pour les questions touchant à la protection durable des cultures en Europe. Agroscope était responsable du projet partiel d'évaluation de la durabilité des systèmes de protection des plantes. A côté de cette tâche essentielle, des collaborateurs d'Agroscope ont aussi participé à des études de cas sur la protection des cultures de maïs, de pommiers, des cultures viticoles et maraîchères. Ils se sont également investis dans des projets sur l'écologie du paysage, la modélisation des prévisions sur le développement des organismes nuisibles et l'alimentation de bases de données européennes. Outre le développement de nouvelles méthodes, la durabilité de quatre systèmes de protection des cultures dans des vergers de pommiers a été examinée dans cinq régions d'Europe. Pour chaque région, un système de base reflétant les pratiques courantes actuelles a été défini. Puis, deux systèmes avancés et un système innovant ont été établis pour chaque région dans lesquelles les produits chimiques de synthèse ont été remplacés par des méthodes alternatives. Les résultats montrent comment les méthodes non chimiques peuvent contribuer à ménager l'environnement et quelle est leur acceptabilité économique. Les études de cas sur le maïs et la viticulture examinent la lutte non chimique contre les ravageurs et présentent l'importance des méthodes perfectionnées de prévisions en prenant l'exemple du mildiou de la vigne.

**Tableau 1 | Examen de la durabilité de quatre systèmes de protection des cultures dans la production de pommes**

<b>Système de base (SB)</b>	Des variétés sensibles à la tavelure sont produites. Des pesticides chimiques de synthèse sont utilisés dans le cadre de la «bonne pratique agricole». Les recommandations pour la gestion de la résistance et les mesures de protection des organismes utiles sont appliquées.
<b>Système avancé 1 (SA1)</b>	Des variétés résistant à la tavelure sont produites. La lutte non chimique est favorisée. Les méthodes alternatives utilisées sont développées (état en 2009) et pourraient être appliquées dans les 5 prochaines années. Seuls les pesticides de faible écotoxicité sont utilisés. Des filets anti-grêle sont installés sur plus de la moitié de la surface. Des mesures de réduction des dérives sont engagées sur 45 % des surfaces.
<b>Système avancé 2 (SA2)</b>	Des variétés résistant à la tavelure sont produites. La lutte non chimique est favorisée. Les méthodes utilisées seront disponibles sur le marché d'ici peu (état en 2009) et appliquées par des arboriculteurs pionniers. Seuls les pesticides de faible écotoxicité sont utilisés. Les filets anti-grêle sont installés sur toute la surface. Des mesures de réduction des dérives sont engagées sur 80 % des surfaces.
<b>Système innovant (SI)</b>	Des variétés résistant à la tavelure et à d'autres maladies sont produites. L'écotoxicité est réduite à un minimum. Les techniques de protection des cultures ne sont pas encore sur le marché (état en 2009) mais en cours de recherche. Les filets anti-grêle sont installés sur la totalité des surfaces. De nouveaux pesticides sans effets secondaires sur des organismes non ciblés sont appliqués. Des mesures de réduction des dérives sont engagées sur 100 % des surfaces.



**Figure 1** | Coûts complets par kilo de pommes pour quatre systèmes de protection des cultures dans cinq régions européennes.

Les calculs montrent que les mesures de protection non chimiques entraînent notamment une augmentation des coûts de production et des besoins en capitaux, si ces mesures s'accompagnent d'une installation de filets anti-grêle. Si ces augmentations ne peuvent être compensées par une hausse des rendements ou des prix, la compétitivité s'amointrit. Il en serait ainsi pour les SA1 et SA2 en Allemagne, en Suisse et en France (fig. 1). Les experts espagnols et néerlandais estiment par contre qu'il est possible d'améliorer la compétitivité de ces deux systèmes en diminuant les coûts d'irrigation ou en cultivant une plus grande proportion de pommes de première qualité. Pour le SI, la majorité des experts pré-suppose que des rendements élevés et stables pourront être obtenus à l'avenir, même sans utiliser de produits chimiques. Si le rapport prix/coûts actuel ne change pas, la compétitivité pourrait alors nettement s'améliorer dans la plupart des pays. Les résultats indiquent aussi clairement, pour toutes les régions, une tendance à l'augmentation du risque de fluctuation des revenus imputable aux variations du rendement si l'on renonce aux pesticides chimiques. Seule la mise en œuvre de systèmes innovants permettrait d'abaisser, voire de réduire considérablement le risque de variations du rendement et de l'amener au niveau que l'on peut atteindre en utilisant des produits chimiques.

### Risques environnementaux dus aux pesticides

Pour examiner l'impact environnemental de nouvelles stratégies de protection des cultures et estimer la disposition du monde agricole à accepter de nouvelles méthodes, les risques environnementaux doivent être évalués en considérant le contexte paysager de chaque région. A cet effet, le modèle d'évaluation du risque SYNOPSIS a été utilisé, basé sur le SIG (modèle d'évalua-

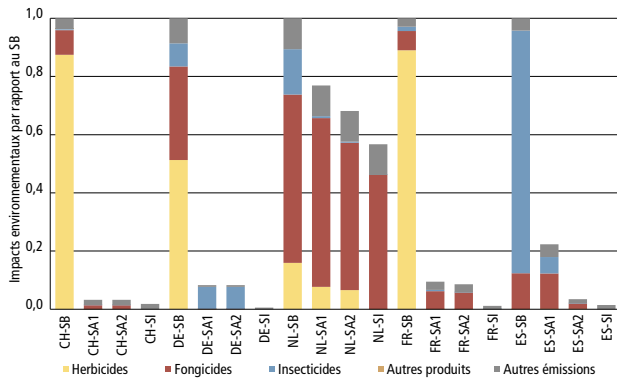
tion synoptique du potentiel de risques dus aux pesticides chimiques <http://www.oecd.org/dataoecd/32/16/GGTSPU-styx2.bba.de-20164-2259190-DAT/44806454.pdf>). Trois des cinq régions européennes susmentionnées ont été examinées: la région du lac de Constance en Allemagne et en Suisse et la vallée du Rhône en France. Par ailleurs, l'Emilie-Romagne en Italie a été incluse dans l'étude, car elle dispose de données appropriées.

La première étape consistait à intégrer les données des régions sur l'utilisation du sol, les caractéristiques du sol, la déclivité et le climat. Ces informations ont été enregistrées dans une base de données et mises en réseau avec les données spécifiques sur les stratégies phytosanitaires des régions et sur l'écotoxicologie des pesticides utilisés. Le calcul des risques environnementaux a d'abord été établi en admettant qu'aucune mesure de réduction des dérives n'avait été engagée. Il a ensuite été répété en admettant que des filets anti-grêle, des haies et d'autres mesures de réduction des dérives pouvaient aussi entrer en ligne de compte. Les résultats montrent qu'en Suisse, en Allemagne et en France, la réduction des dérives permet d'abaisser jusqu'à 83 % les risques environnementaux pour les écosystèmes aquatiques. On peut ainsi réduire jusqu'à 23 % la part de surfaces à haut potentiel de risques.

Ce constat montre combien il est important de maintenir et d'imposer une réduction des dérives dans les cultures fruitières. Une application générale de cette mesure diminuerait considérablement l'impact des pesticides sur les écosystèmes aquatiques. Dans les vergers de pommiers, l'application de systèmes avancés et innovants permettant de réduire l'usage de pesticides et de rendre ces produits plus écologiques peut abaisser considérablement les risques environnementaux.

### Analyse de cycle de vie

Les bilans écologiques permettent de calculer et d'examiner les systèmes phytosanitaires selon leurs impacts globaux sur l'environnement. Les analyses ont été réalisées à l'aide de la méthode SALCA (*Swiss Agricultural Life Cycle Assessment*; <http://www.agroscope.admin.ch/oekobilanzen/index.html?lang=de>) développée par Agroscope ART. Les émissions directes en plein champ (gaz hilarant, nitrates, etc.) ont été déterminées avec les modèles développés par ART. L'évaluation des impacts est fondée sur les méthodes courantes d'établissement des analyses de cycle de vie, soit: l'utilisation d'énergies non renouvelables (Hischer *et al.* 2009), l'effet de serre sur 100 ans (IPCC 2006), l'eutrophisation (Hauschild et Wenzel 1998), l'écotoxicité (Huijbregts 1999) et la toxicité humaine (Huijbregts 1999).

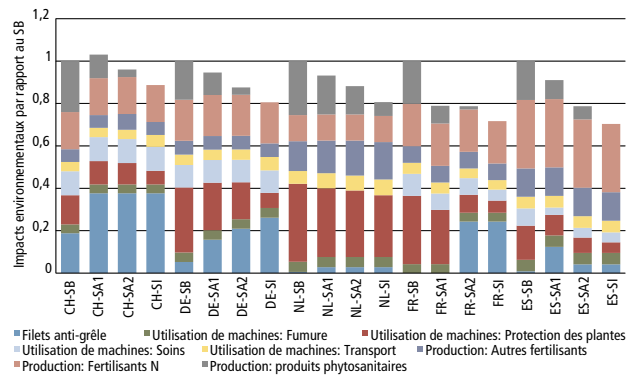


**Figure 2 |** Ecotoxicologie aquatique calculée selon la méthode «Uses-LCA». L’impact environnemental est présenté par rapport au système de base pour chaque région. SB, SA1, SA2, SI: voir tableau 1. CH: Suisse, DE: Allemagne, NL: Hollande, FR: France, ES: Espagne.

Les résultats de l’étude sur l’évaluation de la durabilité de la production de pommes sont présentés à titre d’exemple dans les figures 2 et 3. L’écotoxicité, notamment la toxicité aquatique (fig. 2), est très largement déterminée par chaque groupe de substances actives (p. ex. les herbicides en Suisse, en Allemagne et en France, les fongicides en Hollande et principalement les insecticides en Espagne). Les systèmes SA1, SA2 et SI présentent une toxicité beaucoup plus faible que le SB.

Comme la renonciation aux herbicides implique l’adoption d’une lutte mécanique contre les adventices, on pouvait s’attendre à ce que les SA et le SI requièrent une plus grande utilisation d’énergie. Or, les résultats montrent que le système SB exerce le plus fort impact environnemental dans toutes les régions (fig. 3), à une exception près (lac de Constance en Suisse). L’investissement supplémentaire requis pour une lutte mécanique contre les adventices et pour augmenter la part de filets anti-grêle dans les SA et le SI est largement compensé par l’allègement des travaux de protection phytosanitaire (moins de passages sur le terrain et moins de substances actives), et ceci partout sans exception. Les impacts environnementaux du système innovant sont plutôt sous-estimés à cause du manque d’inventaires environnementaux adéquats (par exemple à propos de la lutte par confusion sexuelle ou du piégeage de masse). Néanmoins, l’emballage complet des vergers contre les insectes – alternative de loin la plus consommatrice d’énergie – a été prise en considération dans cette étude.

Les analyses de cycle de vie montrent qu’un potentiel d’amélioration existe dans toutes les régions. Les systèmes innovants peuvent contribuer non seulement à réduire l’écotoxicité et la toxicité humaine, mais aussi à progresser dans d’autres catégories de problèmes environnementaux.



**Figure 3 |** Consommation d’énergies non renouvelables calculée selon la méthode «Uses-LCA». L’impact environnemental est présenté par rapport au système de base. SB, SA1, SA2, SI: voir tableau 1. CH: Suisse, DE: Allemagne, NL: Hollande, FR: France, ES: Espagne

**«SustainOS», nouvelle méthode pour évaluer la durabilité**

Les résultats de l’analyse économique, de l’analyse des risques environnementaux et des analyses de cycle de vie décrits ci-dessus ont été réunis pour procéder à une évaluation de la durabilité. Pour cela, il a fallu d’abord développer un cadre méthodologique qui associe l’évaluation de la durabilité avec les méthodes d’analyse. Il a été nécessaire aussi d’établir une description homogène des systèmes phytosanitaires à étudier afin qu’ils reflètent les conditions générales des différentes régions. Cette nouvelle méthode s’appelle «SustainOS» – «sustain» pour «durabilité» et «OS» pour *Orchard System* (cultures pérennes, comme celle des pommes). Pour décrire le système, trois types de paramètres ont été distingués: i) le contexte, qui décrit le site, l’état d’un verger et l’infrastructure utilisée, comme le type de pulvérisateur, la protection contre la grêle ou les systèmes d’irrigation; ii) l’objectif, qui décrit les quantités récoltées, la qualité et les prix sur dix ans et définit le degré de ménagement des organismes utiles et la gestion de la résistance; iii) la protection phytosanitaire, qui fixe la quantité et la dose de toute matière active et décrit les alternatives utilisées, comme les phéromones ou l’emballage complet d’un verger. Les experts des cinq pays étudiés ont ainsi défini le système de base (SB), les deux systèmes avancés (SA1, SA2) et le système innovant (SI) de leur propre région. Pour évaluer la durabilité, «SustainOS» offre un arbre hiérarchique de critères. La partie supérieure de cet arbre, qui comprend 33 critères, est présentée à la figure 4. Les systèmes de protection y sont évalués sur une échelle à cinq degrés pour chaque critère du système de base (SB) du pays concerné. Le point de départ de l’évaluation se trouve toujours au bas de chaque ramification.



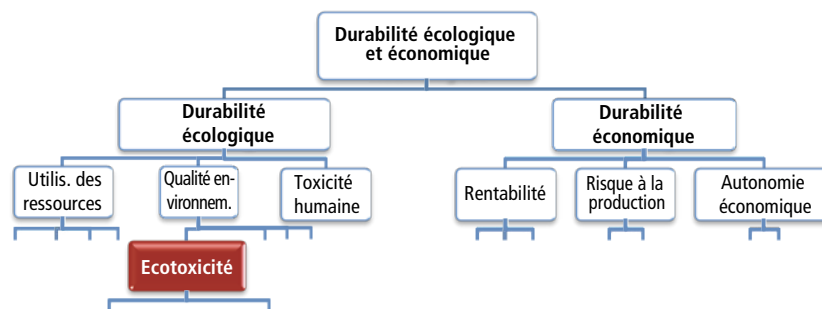


Figure 4 | Echelons supérieurs de l'arbre hiérarchique de critères pour l'évaluation globale de la durabilité des systèmes de protection des cultures dans les vergers.

La méthode «SustainOS» est innovante, car elle permet d'évaluer chacune des mesures constituant un système de protection des cultures. L'information qui en résulte vaut bien plus qu'une addition de toutes les valeurs de toxicité. L'impact des modifications ponctuelles sur les divers critères de durabilité y est mis en lumière dans sa globalité sur un horizon de plusieurs années. Le système est ainsi plus facile à comprendre, ce qui est à la base d'une évolution constante de la production intégrée.

L'application de «SustainOS» dans les cinq pays étudiés montre que les deux systèmes avancés (SA1, SA2) peuvent partout améliorer considérablement la durabilité écologique. Soulignons que des mesures différenciées selon les spécificités régionales apportent des améliorations. Les différences régionales se remarquent aussi dans la durabilité économique. Alors que dans trois pays, l'avantage écologique évoqué amoindrit la durabilité économique, ces deux critères s'en sortent gagnants dans deux pays. Le système innovant (SI) promet une nette amélioration de la durabilité environnementale et économique dans tous les pays, à condition que l'espoir d'obtenir des variétés multirésistantes se réalise.

La méthode «SustainOS» et les résultats de l'étude sur les vergers de pommiers seront présentés en détail dans un prochain article de cette revue.

## Etude de cas sur le maïs

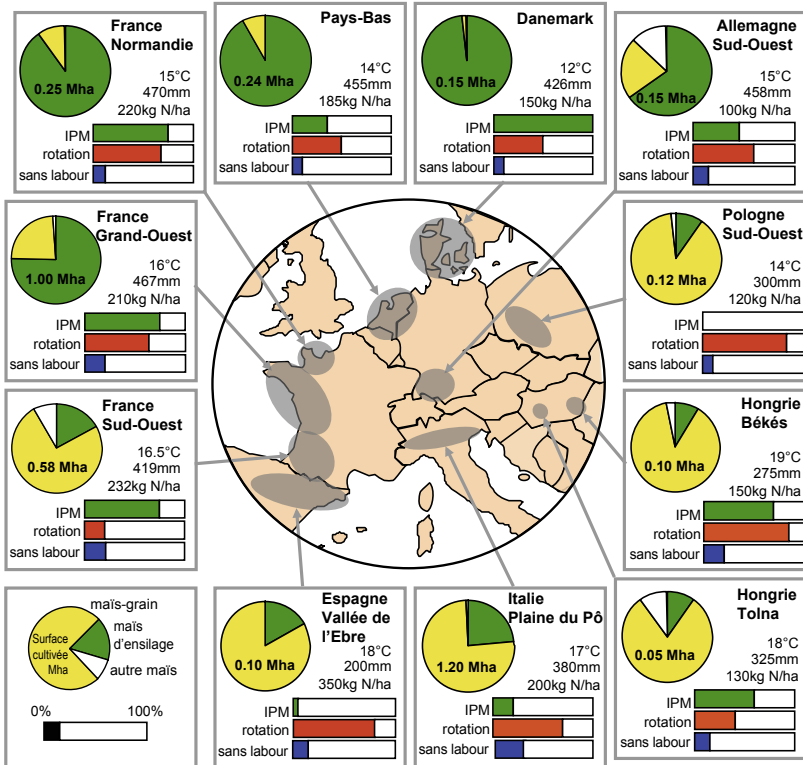
Le maïs étant l'une des principales cultures en Europe, une étude de cas a identifié les adventices, ravageurs et maladies fongiques ayant un fort impact économique sur cette culture, et déterminé l'usage des pesticides. En outre, des alternatives aux pesticides chimiques et les principaux problèmes que pose leur application ont été discutés. Les résultats détaillés sont présentés dans Meissle *et al.* (2010).

L'étude englobait 11 régions européennes pour lesquelles les bases de données, les publications et les indications ont été évaluées par des experts locaux (fig. 5).

Cette étude montre que les adventices, les ravageurs et les maladies fongiques entraînent des pertes considérables dans les cultures de maïs de la plupart des régions. Plus de 50 espèces d'adventices ont été classées parmi les mauvaises herbes entraînant des conséquences économiques. Les principaux ravageurs sont notamment la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) et la chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera virgifera*). Parmi les champignons, ce sont surtout les espèces de *Fusarium* qui posent des problèmes.

Dans toutes les régions étudiées, la lutte contre les adventices est menée à l'aide d'herbicides sur plus de 95 % des champs de maïs, les traitements étant souvent répétés avant et après la levée du maïs. Les traitements de semences ou les insecticides pour sol sont utilisés dans de nombreuses régions, notamment contre le ver fil de fer et les larves de la chrysomèle des racines du maïs. Les traitements contre la pyrale du maïs et/ou la chrysomèle adulte des racines du maïs sont pratiqués principalement en Hongrie, en Espagne, en Pologne, et au sud-ouest de l'Allemagne. Dans toutes les régions, les semences sont traitées à l'aide de fongicides contre les fusarioses et d'autres maladies fongiques. Des détails sur la présence d'organismes nuisibles et la lutte à leur encontre figurent dans Meissle *et al.* (2010) pour les 11 régions.

Un grand nombre d'adventices et de ravageurs causent des problèmes à répétition ces dernières années. Il sera dès lors difficile de réduire les pesticides en Europe. Pour y parvenir, on pourrait choisir des variétés adéquates, cultiver dans certains cas des variétés génétiquement modifiées, adopter des pratiques culturales comme les rotations pluriannuelles, opter pour la lutte biologique contre les ravageurs à l'aide de trichogrammes par exemple et optimiser les techniques de traitement. Les rotations se pratiquent à des degrés différents d'une région à l'autre. Ainsi, la culture du maïs est en partie bien planifiée, avec des rotations sur plus de 80 % des cultures dans la région de Békés (Hongrie),



**Figure 5 | Cultures de maïs dans 11 régions européennes:** Diagramme circulaire: Type de production de maïs. Chiffres dans les diagrammes: Surface totale de la culture de maïs dans la région (en millions d'hectares). Chiffres à côté des diagrammes: Température et pluviométrie moyennes entre avril et octobre, ainsi que fumure (engrais synthétiques et engrais de ferme) par an. Diagrammes en barres: Pourcentage de surface de maïs soumise aux directives régionales de la protection intégrée des cultures (IPM), qui peuvent être très différentes d'un pays à l'autre, rotation (pas de maïs succédant au maïs) et travail du sol sans labour (aucun ou réduit). Adapté par Meissle et al. (2010), *J. Appl. Entomol.* 134, 357-375 (Blackwell Verlag GmbH).

au sud-ouest de la Pologne et dans la plaine de l'Ebre (Espagne), tandis qu'au sud-ouest de la France et dans la plaine du Pô (Italie), la culture pérenne du maïs sur plusieurs années est économiquement la meilleure (fig. 5). Le manque d'alternatives pour protéger les cultures, la structure et l'organisation des exploitations ainsi que la formation des agriculteurs sont les principales raisons pour lesquelles la lutte chimique ne peut pas encore être remplacée à grande échelle par des méthodes de protection écologiques sans entraîner de pertes financières.

D'autres résultats de cette étude figurent dans trois brochures sur la protection phytosanitaire du maïs, accessibles sous ([http://www.endure-network.eu/endure\\_publications/endure\\_publications2](http://www.endure-network.eu/endure_publications/endure_publications2)).

### Etude de cas sur la viticulture

L'utilisation des pesticides en viticulture a été étudiée dans cinq pays européens. Les pratiques courantes et la disponibilité des données sur l'utilisation actuelle des produits phytosanitaires ont été répertoriées. Ces indications ont servi de base à l'évaluation du potentiel de stratégies innovantes permettant de réduire l'utilisation de pesticides. Cette étude de cas a analysé les problèmes posés par l'introduction de méthodes alternatives de protection des cultures et cherché des solutions visant à

encourager les praticiens à adopter des stratégies innovantes. Cinq thèmes prioritaires ont été sélectionnés et étudiés dans les pays participants. Ces thèmes sont l'enherbement du sol, la technique de la confusion, les méthodes biologiques utilisant des organismes, les modèles de prévision pour améliorer la lutte contre les maladies fongiques ainsi que la culture de variétés résistantes. Les résultats montrent qu'il existe déjà, dans tous les domaines, des méthodes et des instruments innovants qui sont utilisés ponctuellement dans quelques pays. La difficulté à introduire ces innovations est principalement due à la circonspection des viticulteurs face à de nouveaux procédés, au manque d'initiation à la pratique de nouvelles méthodes, au refus général de toute innovation technique, aux difficultés d'adapter ces méthodes aux pratiques culturelles locales, aux obstacles juridiques et structurels ainsi qu'aux coûts souvent élevés des nouvelles méthodes. Il est cependant réjouissant de constater, par exemple, que la modélisation des maladies est de plus en plus répandue et optimisée dans tous les pays où elle sert d'aide à la décision pour établir des stratégies d'utilisation de fongicides. Le modèle VitiMeteo Plasmopara, développé en commun par l'Institut de viticulture de Fribourg-en-Brigau et par Agroscope Changins-Wädenswil ACW, est actuellement utilisé en Suisse et en Allemagne pour optimiser l'utilisation de

fongicides contre le mildiou. Les viticulteurs peuvent obtenir gratuitement les résultats disponibles sur Internet ([www.agrometo.ch](http://www.agrometo.ch)). Pour qu'un tel modèle soit utilisé avec succès, il doit être non seulement précis, mais aussi adapté en permanence, présenté sous une forme simple, gratuitement accessible et accompagné d'une initiation à son fonctionnement.

Dans tous les autres domaines étudiés, il existe des méthodes innovantes qui permettent, aujourd'hui déjà ou dans un proche avenir, de réduire considérablement les pesticides. L'échange d'expériences et la coopération entre les pays européens permettront d'accélérer la mise en œuvre de ces innovations.

## Considérations finales

Durant ces quatre dernières années, plus de 300 scientifiques et conseillers d'Europe ont collaboré en tentant d'assembler les connaissances et méthodes de protection des cultures pour développer des stratégies porteuses d'avenir en s'inspirant de nouvelles idées. Une entreprise aussi ambitieuse ne peut évidemment pas atteindre tous les objectifs fixés. Mais il est certain que d'importants objectifs partiels ont été réalisés et que ce projet a sérieusement relancé l'idée d'une protection intégrée des cultures en Europe. Il est évident que les innovations ne seront adoptées par la vulgarisation et la pratique qu'en passant par la protection intégrée. L'un des principaux objectifs d'ENDURE – émettre des propositions pour réduire la dépendance aux pesticides dans les cultures – n'a été atteint que sous forme d'approches. Quelques projets partiels ont certes tenté d'intégrer des méthodes de lutte alternatives dans des stratégies innovantes, mais la réussite de leur mise en œuvre est très incertaine.

Les responsables tentent actuellement de concrétiser l'idée de l'UE et de faire d'ENDURE un centre d'excellence pour la protection des cultures en Europe. L'organisation succédant à ENDURE, le ENDURE-ERG (*European*

*Research Group*), vient d'être créée. Ce groupe a pour but de maintenir le réseau et de constituer à long terme un service d'information sur la protection des cultures à l'intention de l'UE et d'autres milieux intéressés. Un grand nombre d'institutions actives dans la recherche et la vulgarisation sur la protection des plantes en Europe ont déjà promis leur adhésion. Pour la Suisse, Agroscope Changins-Wädenswil ACW s'est engagée en tant que partenaire responsable de la coopération. L'avenir nous dira avec quelle rapidité et sous quelle forme l'organisation succédant à ENDURE se développera ces prochaines années. Espérons qu'elle puisse former un centre de compétence durable et récolter ainsi, ultérieurement encore, les fruits semés par ENDURE dans la protection intégrée des cultures!

L'apport d'ENDURE a été important pour la Suisse et spécialement pour Agroscope. Outre le financement de projets de recherche réalisés en étroite coopération avec des institutions étrangères, le réseau permis de faire connaître en Europe des solutions innovantes, élaborées en Suisse, et de tracer la voie de leur mise en œuvre. En contrepartie, les chercheurs suisses ont pu approfondir leur vision de la protection des cultures à l'étranger et s'enrichir de nouvelles idées. Cet échange a été favorisé par des programmes spéciaux et a permis aux jeunes scientifiques notamment d'élargir leur horizon de connaissances et d'expérience. Les fonds de recherche ont aussi permis de développer ou d'améliorer des méthodes et des stratégies également utiles à la protection des cultures en Suisse. Enfin, les 25 scientifiques suisses, principalement d'Agroscope, ont pu élargir ou approfondir leurs relations avec des partenaires étrangers afin de renforcer l'intégration de la Suisse dans un réseau européen.

Informations supplémentaires sur ENDURE:

<http://www.endure-network.eu> ■

## Riassunto

### ENDURE – una rete per l'impiego sostenibile delle strategie fitosanitarie in Europa

A fine 2010 si è concluso il progetto europeo ENDURE (European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategies). Nell'ambito di questo progetto quadriennale è stato creato un centro di competenza con l'obiettivo di renderlo a lungo termine un punto di riferimento e una piattaforma per le questioni inerenti all'impiego sostenibile delle strategie fitosanitarie nell'UE. Agroscope era responsabile del sottoprogetto sulla valutazione della sostenibilità dei sistemi fitosanitari. I collaboratori di Agroscope hanno preso parte anche ad altri sottoprogetti, ad esempio a studi di casi incentrati sulla protezione delle colture di mais, di mele, di vite, di ortaggi in pieno campo nonché a progetti in ambito di ecologia del paesaggio, modellizzazione per la diagnosi di organismi nocivi e a contributi alle banche dati europee. Oltre allo sviluppo di nuovi metodi, sono stati presi da esempio quattro sistemi fitosanitari per le colture di mele in cinque regioni d'Europa, analizzandone la sostenibilità. Per ogni regione è stato definito un sistema di base che rispecchia la prassi attuale. Per tracciarne l'evoluzione, sono stati poi definiti due sistemi avanzati e uno innovativo, nei quali i prodotti fitosanitari chimici di sintesi sono stati sostituiti in parte da metodi alternativi. I risultati mostrano come e in quale misura i metodi non chimici possono contribuire a rispettare l'ambiente e se sono anche economicamente sostenibili. Negli studi di casi sul mais e sulla vite sono stati esaminati i processi non chimici per la lotta agli organismi nocivi, illustrando la valenza di una migliore procedura diagnostica nel caso, ad esempio, della peronospora.

### Bibliographie

- Hauschild M. Z. & Wenzel H., 1998. Environmental assessment of products. Vol. 2 | Scientific background. Chapman & Hall, London, 565 p.
- Hirschler R., Weidema B., Althaus H.-J., Bauer C., Doka G., Dones R., Frischknecht R., Hellweg S., Humbert S., Jungbluth N., Köllner T., Loeferich Y., Margni M. M. & Nemecek T., 2009. Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods, Ecoinvent Data v2.1, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Ecoinvent Report. 153 p.
- Huijbregts M. A. J., Thissen U., Guinée J. B., Jager T., Kalf D., van de Meent D., Ragas A. M. J., Wegener Sleeswijk A., Reijnders L., 2000. Priority assessment of toxic substances in life cycle assessment. Part I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with nested multi-media fate. Exposure and effects model USES-LCA. *Chemosphere* 41, 541–573.

## Summary

### ENDURE – a European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategies

The EU ENDURE Project (European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategies) was concluded at the end of 2010. The four-year project saw the development of a centre of excellence with the long-term objective to serve as a point of reference and platform for sustainable plant protection in the EU. Agroscope was responsible for the subproject to assess the sustainability of plant protection systems. In addition to this main focus, Agroscope staff participated in other sub-projects such as the case studies for maize, apple orchard, vineyard and field vegetables as well as in projects on landscape ecology, modelling of pests and diseases, and contributions to European databases. Besides the development of new control methods, the sustainability of four plant protection systems in five European apple growing regions was investigated as a case study. A basic system reflecting today's current practice was defined for each region. Further, two advanced and one innovative system were defined for each region, replacing pesticides to some degree with alternative methods. The results show how and to what extent non-chemical methods can contribute to the protection of the environment and whether they are economically feasible. Non-chemical methods of pest, disease and weed control are discussed in the maize and vineyard case studies, and the significance of improved forecasting methods using the example of downy mildew is presented.

**Key words:** European Union Project, network of excellence, durability, orchard systems, apple pests, maize pests.

- IPCC, 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: Agriculture, forestry and other land use. Kanagawa, Simon Eggleston, H.S., Buenida L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published by IGES, Japan. 556 S.
- Meissle M., Mouron P., Musa T., Bigler F., Pons X., Vasileiadis V. P., Otto S., Antichi D., Kiss J., Pálincas Z., Dorner Z., van der Weide R., Groten J., Czembor E., Adamczyk J., Thibord J.-B., Melander B., Cordtsen Nielsen G., Poulsen R. T., Zimmermann O., Verschwele A. & Oldenburg E., 2010. Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *J. Appl. Entomol.* 134, 357–375.
- Musa T., Gaillard G., Hayer F., Kägi T., Klaus I., Mack G., Hernandez-Rivera J., Patocchi A., Koller T., Samietz J. & Bigler F., 2008. ENDURE – ein Europäisches Netzwerk für den Pflanzenschutz. *Agrarforschung* 15 (6), 294–296.