



Lutte intégrée des végétaux dans les projets et programmes de la coopération internationale avec des pays partenaires

Guide

Publié par la

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

À son titre d'entreprise fédérale, la GIZ aide le gouvernement fédéral allemand à concrétiser ses objectifs en matière de coopération internationale pour le développement durable.

Publié par :
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges de la société
Bonn et Eschborn, Allemagne

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn, Allemagne
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Allemagne
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E naren@giz.de
I www.giz.de/sustainable-agriculture

Projet sectoriel « Agriculture durable »
Division G500 – Développement rural, économie agricole
Centre de compétence « Forêts, biodiversité et agriculture »
Division 4D00 – Changement climatique, développement rural, infrastructures

Auteurs :
Gero Vaagt, Bruno Schuler, Ute Rieckmann

Conception/Maquette :
Ira Olaleye, Eschborn

Renvois et liens :
La présente publication comporte des liens ou renvois vers des sites Internet externes. Les contenus des sites externes liés relèvent de la responsabilité des fournisseurs ou hébergeurs de ces sites. Lors du premier référencement, la GIZ a vérifié si le contenu de tiers n'était pas de nature à entraîner une responsabilité civile ou pénale. Cependant, il ne saurait être raisonnablement envisagé de procéder à un contrôle permanent du contenu des sites liés en l'absence d'indices concrets de violation du droit. Si la GIZ constate ou si on lui signale qu'une offre externe pour laquelle elle a mis un lien à disposition soulève une responsabilité civile ou pénale, le lien correspondant sera immédiatement supprimé. La GIZ se démarque expressément de tels contenus.

La GIZ est responsable du contenu de cette publication.

Imprimé sur du papier recyclé à 100 % certifié selon les standards FSC.

Bonn/Eschborn, 2018



Contenu

Avant-propos	6
1 Introduction	8
2 Concepts et caractéristiques de la Lutte intégrée des végétaux	11
2.1 Définitions et réglementations internationales	12
Définition de la FAO/de l'OMS (2014) : lutte intégrée contre les ennemis des cultures	12
2.2 La lutte intégrée des végétaux à l'échelle mondiale	13
2.3 Principes de la lutte intégrée des végétaux	14
2.4 La notion des seuils de nuisibilité	15
2.5 Techniques de prévision et services d'alerte	18
2.6 La lutte intégrée des végétaux en tant que composante de l'écosystème agricole	19
3 Instruments de la lutte intégrée des végétaux	20
3.1 Mesures culturales et mesures de sélection des végétaux	21
3.2 Mesures phytosanitaires physiques	28
3.3 Mesures phytosanitaires biologiques	29
3.3.1 Avantages et inconvénients	29
3.3.2 Utilisation et effets des organismes utiles	29
3.3.3 Formes d'utilisation des groupes d'organismes utiles	31
3.3.4 Produits phytopharmaceutiques biologiques	33
3.4 Procédés biotechniques	35
3.4.1 Stimuli physiques et chimiques et procédés autocides	35
3.4.2 Inhibiteurs de croissance	36
3.4.2 Amélioration de la résistance des plantes cultivées	36
3.4.4 Lutte génétique contre les ravageurs nuisibles et biotechnologie	37
3.5 Mesures phytosanitaires chimiques	38
3.5.1 Utilisation de produits phytopharmaceutiques	39
3.5.2 Réglementations internationales relatives à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques	40
3.5.3 Législation relative aux produits phytopharmaceutiques dans l'UE	40
3.5.4 Législation relative aux produits phytopharmaceutiques dans les pays partenaires	41
3.5.5 Formation à la manipulation des produits phytopharmaceutiques	44
3.5.6 Critères généraux de la GIZ pour le choix des produits phytopharmaceutiques	46
3.5.7 Qualité du matériel d'application	47
3.6 Particularités appliquées à la protection des denrées stockées	48
4 La protection des cultures dans les systèmes biologiques d'exploitation des terres	50
5 Mesures d'accompagnement pour l'introduction de la PIV	52
5.1 Systèmes de surveillance	53
5.2 Réglementations internationales et nationales	54
5.3 Exigences du marché formel	55
5.4 Changement climatique et protection des cultures	55



6	Objectifs de la GIZ en matière de lutte intégrée des végétaux	57
	La PIV vise à augmenter durablement les rendements et les revenus	58
	L'État doit améliorer les conditions d'ensemble dans les pays en développement	58
	La rentabilité comme argument	58
	Protection traditionnelle des cultures et lutte intégrée des végétaux	58
	Protection des végétaux dans les projets de la GIZ	59
7	Diffusion de l'approche PIV	60
	7.1 Les défis	62
	7.1.1 Complexité de la lutte intégrée des végétaux	63
	7.1.2 Réflexions commerciales sur la protection des végétaux	64
	7.1.3 L'influence de l'industrie phytosanitaire	65
	7.1.4 Développement du marché des produits phytopharmaceutiques	66
	7.1.5 Conseil spécialisé dans la protection des cultures pour les agriculteurs	67
	7.2 Approches	68
	7.2.1 Éléments du processus de vulgarisation et de conseil	69
	7.2.2 Simplifier les contenus du conseil et de la vulgarisation	71
	7.2.3 Utilisation de moyens de vulgarisation et de communication	72
	7.2.4 Priorités de la stratégie de diffusion	73
	7.2.5 Listes de vérification pour la mise en pratique de la lutte intégrée des végétaux	74
	7.3 Coopération des acteurs du conseil et de la vulgarisation agricole	75
	7.3.1 Synergies des acteurs	75
	7.3.2 Coopération avec l'industrie phytopharmaceutique	76
	7.3.3 Coopération avec les organisations non gouvernementales	78
8	Conclusion	80
9	Glossaire et abréviations	82
10	Bibliographie et sources de documents juridiques	88







Avant-propos



Dès l'apparition de l'agriculture, les nuisibles, les maladies des plantes et l'envahissement des cultures par les mauvaises herbes ont causé des pertes de récolte ou menacé l'existence des êtres humains. Partant d'approches traditionnelles, souvent globales comme en Inde, des concepts et techniques aussi nombreux que divers, procédant d'une compréhension naturaliste des organismes nuisibles et de la santé des plantes, ont été mis au point à différents niveaux de l'agriculture et ont conduit à appliquer une lutte intégrée des végétaux. Cette lutte intégrée est devenue pratique courante dans les pays en développement du monde entier où elle prend différentes formes et ne cesse d'évoluer.

Depuis les débuts de la coopération allemande au développement, la protection des végétaux et l'agriculture durable sont des piliers importants de la coopération technique. Pour assurer l'alimentation de l'ensemble de la population et garantir les moyens de subsistance de la population rurale, une condition essentielle est que l'agriculture parvienne à influencer favorablement l'interaction entre les facteurs biotiques et d'autres facteurs environnementaux en recourant à des concepts et techniques appropriés. En ce point, le conseil technique a apporté une contribution essentielle à l'introduction et au développement de la lutte intégrée des végétaux dans les pays en développement.

Le présent guide de lutte intégrée des végétaux (PIV) se veut tourner vers la pratique et s'adresse à toutes les personnes s'intéressant aux questions de lutte contre les ennemis des cultures dans la coopération internationale. Il poursuit par là l'objectif de promouvoir la lutte intégrée des végétaux dans le cadre du soutien aux bonnes pratiques agricoles apporté par la coopération au développement. Il s'inscrit ainsi dans la longue tradition de la coopération allemande au développement avec la lutte intégrée qui a débuté avec la première version du guide de 1993 (GTZ, 1993).

Ce guide doit contribuer à accroître la sensibilisation à une production végétale saine dans les projets réalisés avec des pays partenaires. Il s'agit en particulier de minimiser les risques que les produits phytopharmaceutiques¹ comportent pour la santé des êtres humains, des animaux et des écosystèmes et, donc, d'en réduire l'utilisation.

Ce guide s'adresse aux conseillers de projets de coopération, aux ministères et organisations partenaires ainsi qu'au public professionnel intéressé. Il est destiné à soutenir la formulation de politiques sectorielles et l'élaboration de stratégies de lutte intégrée et sert de guide pour la vulgarisation et la formation professionnelle.

Le principe de lutte intégrée des végétaux est d'application indispensable dans les activités de la GIZ au niveau mondial.

¹ Les produits phytopharmaceutiques (PPP) désignent dans ce guide les produits utilisés pour protéger les cultures et lutter contre les nuisibles (pesticides et biocides) au sens où l'entend la directive de la GIZ relative aux achats ; cf. également la définition donnée dans la directive européenne 2009/128/CE.





1

Introduction



Les mesures phytosanitaires ont fait de tout temps partie des pratiques de culture tant dans l'agriculture conventionnelle² que dans les systèmes de production qui respectent les critères de l'agriculture biologique. Les cultures agricoles, horticoles et forestières sont menacées par différents organismes nuisibles. Il peut s'agir d'espèces animales nuisibles (insectes, acariens, rongeurs, oiseaux, escargots, en particulier), de maladies (champignons, bactéries, virus) ou d'espèces végétales (plantes adventices ou parasites). Le développement et la croissance des plantes peuvent également être fortement entravés par des facteurs abiotiques tels que la sécheresse, l'eau stagnante, la salinisation, les carences en nutriments, des températures défavorables, qui conduisent à des pertes de récoltes. Ces facteurs peuvent, le cas échéant, être aggravés par des pratiques et techniques culturales non appropriées, par exemple l'utilisation de variétés sensibles aux maladies et aux nuisibles, une mauvaise gestion des sols ou la pratique des monocultures qui favorise la prolifération des ravageurs et des maladies. L'interaction de ces différents facteurs peut avoir pour effet de réduire les rendements potentiels et de faire subir des pertes économiques aux agriculteurs. Aussi, les personnes travaillant dans l'agriculture, dans la foresterie et dans l'horticulture s'efforcent toujours et partout de réduire au maximum leurs pertes de récolte dues aux nuisibles et aux maladies ainsi qu'à la concurrence avec d'autres plantes.

Toutes les méthodes de production, y compris les mesures phytosanitaires, doivent être adaptées à l'écosystème local, car c'est là le seul moyen de préserver durablement le site de production. La lutte intégrée des végétaux (PIV) est la meilleure approche à cette fin et doit être considérée comme faisant partie d'une stratégie agroécologique.

Après la récolte, il existe d'autres risques de pertes dues notamment à des insectes, des rongeurs et des oiseaux s'attaquant aux denrées non périssables entreposées telles que les céréales, les légumineuses à grains ou les plantes à racines et tubercules ainsi qu'à leurs produits de transformation. Il y a aussi les pertes dues à la détérioration des fruits et légumes frais, évitée par la transformation, la conservation ou la réfrigération, des méthodes qui ne sont pas traitées dans le présent guide. En revanche, la prévention des pertes post-récolte dues aux ravageurs et maladies attaquant les denrées entreposées applique dans une large mesure les principes de la PIV et sera étudiée ici. Par analogie avec la PIV, on parle dans ce cas de lutte intégrée des denrées stockées. Pour une meilleure lisibilité, l'abréviation « PIV » sera utilisée dans ce qui suit pour désigner la lutte intégrée des cultures et des denrées stockées.

La PIV est un système dynamique et souple qui doit toujours s'adapter aux conditions locales. Sur place, dans les projets, des décisions doivent être prises et le présent guide entend soutenir ce processus. Il donne des informations utiles sur les mesures phytosanitaires, l'application de produits phytopharmaceutiques et de lutte contre les ennemis des cultures (PPP), l'intégration et l'orientation des services publics partenaires, la collaboration avec l'industrie phytopharmaceutique et avec des organisations non gouvernementales, l'achat de PPP en Allemagne par la GIZ, et émet également des recommandations d'action concrètes.

Internet et d'autres sources livrent aussi des informations complètes qu'il est recommandé de consulter. Pour aider à y accéder, ce document renferme des liens renvoyant à de nombreux sites Internet.

La lutte intégrée des végétaux est la meilleure approche d'intégration à l'écosystème

La lutte intégrée des végétaux est complétée par la lutte intégrée des denrées stockées

² L'agriculture conventionnelle se décline en une vaste palette de méthodes et pratiques différentes.



Concernant la structure du document, le chapitre 2 qui suit présente la lutte intégrée des végétaux dans ses principes généraux et caractéristiques de base : il en donne une définition, cite les dispositions réglementaires internationales, expose les huit principes généraux en matière de lutte intégrée contre les ennemis des cultures dans l'UE, introduit au concept de seuils d'intervention, aux méthodes de prévision et services d'alerte et montre la lutte intégrée des végétaux comme une composante des bonnes pratiques professionnelles.

Le chapitre 3 présente les instruments de la lutte intégrée des végétaux, les mesures indirectes telles que les techniques culturales et procédés de sélection de même que les mesures directes d'ordre physique, chimique, biologique et biotechnique. Le chapitre suivant est consacré à la protection des végétaux dans les systèmes biologiques d'exploitation des terres.

Pour que les instruments de lutte intégrée des végétaux décrits puissent être utilisés avec efficacité, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures d'accompagnement telles que des systèmes de surveillance et de veille, des réglementations internationales et nationales, etc. Il importe en outre de respecter les conditions prescrites par le commerce et de tenir compte des développements induits par le changement climatique qui, à leur tour, exigent des mesures spéciales. Toutes ces diverses mesures sont explicitées au chapitre 5.

Le chapitre 6 présente brièvement la position de la GIZ en ce qui concerne l'introduction ou l'amélioration de la lutte intégrée des végétaux dans des pays partenaires. Les difficultés rencontrées dans la diffusion de la lutte intégrée des végétaux dans les pays partenaires, le rôle du conseil et de la vulgarisation agricole ainsi que les solutions envisageables sont traités au chapitre 7.

Ce guide s'achève sur un bref état des lieux et sur les perspectives d'évolution de la lutte intégrée des végétaux.



2

Concepts et caractéristiques de la lutte intégrée des végétaux



La lutte intégrée des végétaux (PIV) sert de concept directeur aux pratiques de protection des végétaux. Elle englobe les systèmes qui utilisent de manière aussi harmonisée que possible tous les procédés appropriés au plan économique, écologique et toxicologique à maintenir les organismes nuisibles en dessous du seuil de nuisibilité économique et ce, en mettant sciemment à profit les facteurs naturels limitant les organismes nuisibles.

À son titre d'approche holistique de lutte contre les ennemis des cultures, la PIV applique un ensemble de mesures adaptées dans un système global. Toute intervention appropriée dans le système de production suppose de connaître précisément les cycles de vie des organismes nuisibles ainsi que les liens existant entre ces organismes et la croissance des plantes hôtes et les conditions environnementales.

Il existe diverses définitions de la lutte intégrée des végétaux émanant d'organisations internationales et européennes. Certaines d'entre elles sont présentées dans ce qui suit.

2.1 Définitions et réglementations internationales

Dans le « Code de conduite international sur la gestion des pesticides », l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont défini comme suit la lutte intégrée des végétaux pour tous les pays³:

Définition de la FAO/de l'OMS (2014) : lutte intégrée contre les ennemis des cultures

La lutte intégrée est l'examen attentif de toutes les techniques⁴ disponibles pour lutter contre les ravageurs nuisibles et l'intégration ultérieure de mesures appropriées pour prévenir l'apparition de populations nuisibles et maintenir l'utilisation des pesticides et d'autres types d'intervention à des niveaux économiquement justifiés, tout en réduisant le plus possible les risques pour la santé humaine et l'environnement. La lutte intégrée met l'accent sur la croissance d'une culture saine, avec un impact négatif minimal sur les agroécosystèmes, et privilégie les mécanismes naturels de lutte contre les nuisibles.

Selon l'Organisation internationale de lutte biologique (OILB) et par analogie avec l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP), la lutte intégrée des végétaux est définie comme étant : « la conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et des mesures préventives et en respectant les seuils de tolérance ».

Il s'agit en principe d'apporter les corrections nécessaires dans le système de production agricole en maintenant, réactivant ou modifiant les processus naturels moyennant une intervention minimale et, si possible, d'appliquer une combinaison de mesures compatibles et synergiques au lieu d'une seule méthode radicale.

³ www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/fr

⁴ Le chapitre 3 décrit de façon plus détaillée la vaste gamme d'instruments et de techniques de protection des végétaux. Dans le présent guide, l'expression « produits phytopharmaceutiques » désigne les produits de protection des plantes et les moyens de lutte contre les ravageurs nuisibles (pesticides et biocides).



Dans le souci de promouvoir la lutte intégrée contre les ennemis des cultures tout en favorisant une compréhension commune, huit principes généraux ont été énumérés à l'annexe III de la directive européenne 2009/128/CE (chapitre 2.3). Depuis le début de l'année 2014, leur application est obligatoire pour tous les utilisateurs de produits phytosanitaires. Il en ressort clairement que la priorité doit être donnée aux mesures permettant de prévenir une infestation par des nuisibles.

Le choix de PIV pratiquée repose sur une évaluation des différents aspects et méthodes qui tient compte des coûts et des avantages, des limitations écologiques et sociologiques ainsi que de la préservation durable de l'écosystème et des services qu'il fournit.

Il est nécessaire à cet effet d'effectuer un contrôle systématique (suivi) de l'infestation, le cas échéant avec l'aide de supports de décisions, de services de vulgarisation spécialisés et moyennant l'application de valeurs seuils.

La mise en œuvre de la PIV suppose une connaissance précise des organismes nuisibles, de leur biologie et de leurs liens avec la croissance des plantes cultivées. La pratique de la PIV n'est donc pas chose simple. Il est à noter que :

- ▶ Les méthodes de lutte chimique (produits phytopharmaceutiques) et biologiques sont considérées sur un pied d'égalité.
- ▶ Outre les avantages monétaires et les aspects écologiques liés au respect de l'environnement, les aspects sociaux sont également importants en particulier dans le contexte de la coopération au développement.

Il apparaît dans de nombreuses définitions que le concept de seuil de tolérance ou seuil de nuisibilité est un élément de base essentiel de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures. Les seuils de nuisibilité ont initialement été développés afin de pouvoir utiliser les produits chimiques de façon ciblée. Traditionnellement, le concept de seuil de nuisibilité est donc étroitement lié à la protection curative et, avant tout, à la protection chimique des végétaux.

2.2 La lutte intégrée des végétaux à l'échelle mondiale

Comment la lutte intégrée des cultures a-t-elle vu le jour et s'est-elle développée dans le monde ? Les premiers concepts de protection ou de lutte intégrée ont vu le jour dans les années 1960, d'abord pour certaines cultures et pour certaines méthodes de culture. Ils étaient la réponse apportée au développement de résistances aux produits phytopharmaceutiques chimiques dans les populations d'organismes nuisibles. La lutte intégrée des végétaux a gagné en importance quand d'autres effets négatifs de la lutte chimique se sont fait sentir chez les êtres humains, les animaux et sur l'environnement. Dans le Plan d'action (« Agenda 21 ») adopté par la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro en 1992, la lutte intégrée est présentée comme une solution optimale pour l'avenir et est imposée à tous les pays comme principe directeur de la protection des cultures dans une agriculture durable.

La PIV est une approche de solution systémique, axée sur les processus et fondée sur des connaissances scientifiques, qui donne la priorité au développement de plantes saines et résistantes au sein d'un système agroécologique. La forme qu'elle prend dépend ainsi fortement

Dans le monde entier, la lutte intégrée est la pratique de référence pour la protection des cultures



du type de culture, du système de production, des conditions de culture, de l'environnement naturel, du cadre politique et économique, des structures de conseil et de vulgarisation ainsi que des capacités et de l'investissement des agriculteurs.

Depuis plus de 50 ans, la PIV est considérée comme étant la méthode à adopter dans la protection des cultures et est propagée par les pouvoirs publics, l'industrie phytopharmaceutique et les organisations non gouvernementales. En Allemagne, la protection des végétaux est encadrée dans une loi qui dispose que les actions phytosanitaires doivent impérativement être menées en respectant les bonnes pratiques professionnelles. Or, ces bonnes pratiques impliquent de prendre en compte les principes généraux de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures⁵ et la protection des eaux souterraines. La PIV fait ainsi partie des bonnes pratiques agricoles et va même au-delà de ces dernières.

Les « plans d'action nationaux » sont un exemple de mise en œuvre de la PIV

2.3 Principes de la lutte intégrée des végétaux

L'Union européenne a défini huit principes généraux de lutte intégrée qui doivent guider l'élaboration de lignes directrices spécifiques aux différentes cultures et aux secteurs concernés. Ces huit principes sont les suivants⁶:

1. La prévention et/ou l'éradication des organismes nuisibles s'aidera, entre autres possibilités, en particulier des moyens suivants :
 - la rotation de cultures,
 - l'utilisation de techniques de culture appropriées (par exemple : la technique ancienne du lit de semis),
 - l'utilisation, lorsque c'est approprié, de cultivars résistants/tolérants et de semences et plants normalisés/certifiés,
 - l'utilisation équilibrée de pratiques de fertilisation, d'irrigation et de drainage,
 - la prévention de la propagation des organismes nuisibles par des mesures d'hygiène (par exemple le nettoyage des machines et de l'équipement),
 - la protection et le renforcement des organismes utiles importants, par exemple par des mesures phytopharmaceutiques préservant les organismes utiles ou l'utilisation d'infrastructures écologiques à l'intérieur et à l'extérieur des sites de production.
2. Les organismes nuisibles doivent être surveillés par des méthodes et instruments appropriés, lorsqu'ils sont disponibles. Il importe également dans ce contexte d'effectuer des relevés des conditions météorologiques. Les méthodes appropriées devraient notamment inclure des observations sur le terrain ainsi que, lorsque c'est possible, des systèmes donnant des alertes, des prévisions et des diagnostics précoces étayés scientifiquement.
3. En s'appuyant sur les résultats de la surveillance, l'utilisateur professionnel doit décider s'il doit ou non appliquer des mesures phytopharmaceutiques et à quel moment. Des seuils scientifiquement étayés et robustes sont des éléments essentiels à la prise de décision. Décider de traiter contre des organismes nuisibles se fera, si possible, en fonction des seuils fixés pour la situation donnée.

⁵ www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Pflanzenschutz/Texte/GrundsaeetzeDurchfuehrung

⁶ Annexe III Principes généraux en matière de lutte intégrée contre les ennemis des cultures Directive 2009/128/CEE et www.nap-pflanzenschutz.de/praxis/integrierter-pflanzenschutz/grundsaeetze-ips (BMEL)



4. Les méthodes biologiques, physiques et autres méthodes non chimiques durables doivent être préférées aux méthodes chimiques si elles permettent un contrôle satisfaisant des ennemis des cultures.
5. Les pesticides appliqués sont aussi spécifiques que possible à la cible et ont le minimum d'effets secondaires sur la santé humaine, les organismes non cibles et l'environnement.
6. L'utilisateur professionnel devrait maintenir l'utilisation de pesticides et d'autres formes d'intervention aux niveaux nécessaires, en considérant que le niveau de risque pour la végétation doit être acceptable et que ces interventions ne doivent pas augmenter le risque de développement de résistances dans les populations d'organismes nuisibles.
7. Lorsque le risque de résistance à une mesure phytopharmaceutique est connu et lorsque le niveau d'organismes nuisibles exige l'application répétée de pesticides sur les cultures, les stratégies antirésistance disponibles devraient être appliquées.
8. Sur la base des relevés concernant l'utilisation des pesticides et de la surveillance des organismes nuisibles, l'utilisateur professionnel devrait vérifier le taux de réussite des mesures phytopharmaceutiques appliquées.

Les États membres de l'UE doivent mettre ces huit principes en application dans leur cadre d'action national, en créant, entre autres conditions préalables, des instruments de surveillance des organismes nuisibles (suivi), des éléments de prise de décisions (par exemple des seuils de nuisibilité) ainsi que des services de conseil et de vulgarisation. La notion des seuils de nuisibilité ou de tolérance, qui est essentielle pour la lutte intégrée des végétaux, est présentée à la section suivante.

2.4 La notion des seuils de nuisibilité

Avant que les cultures ne subissent des dégâts économiquement inacceptables, il est nécessaire d'éliminer les populations d'organismes nuisibles à un moment optimal donné. Pour y parvenir, la recherche a commencé il y a une vingtaine d'années à déterminer des valeurs-seuils.

Il existe différentes possibilités de définir l'ampleur du dégât qui donnent lieu à la distinction suivante :

- ▶ le seuil de nuisibilité ou seuil de tolérance économique et
- ▶ le seuil d'intervention.

Le seuil de nuisibilité économique est atteint quand la densité d'une population de ravageurs ou le niveau d'infestation par des agents pathogènes ou par des mauvaises herbes laisse escompter un dégât dont le coût est égal à celui des moyens à mettre en œuvre pour lutter contre l'ennemi de la culture.

Cependant force a été de constater qu'au contraire des mauvaises herbes, les pathogènes et les ravageurs nuisibles se multipliaient en très peu de temps de façon épidémique et qu'il n'était alors plus possible de contenir la population de ces organismes nuisibles dès lors qu'elle avait atteint le niveau de nuisibilité économique. C'est pour cette raison que l'on a défini un seuil d'intervention inférieur qui tient compte du déroulement de l'infestation et permet ainsi de stopper à temps le développement de la population.



Seuil économique de nuisibilité par opposition à seuil d'intervention

Le seuil économique d'intervention correspond au niveau de densité de population d'un organisme nuisible auquel un traitement phytosanitaire ciblé permet de stopper le développement du nuisible pour que le seuil économique de nuisibilité ne soit plus atteint.

Le présent guide utilise de façon systématique les termes de seuil « d'intervention » ou de « seuil » qui impliquent que la décision de lutter contre les nuisibles repose sur des critères économiques. En d'autres termes : si le niveau d'infestation dépasse le seuil d'intervention sans que des mesures de lutte soient prises à l'encontre de l'organisme nuisible, il faut s'attendre à des pertes économiques. Le seuil d'intervention est ainsi le seuil de bénéfice d'une mesure de lutte.

Détermination du rapport infestation-perte

La détermination exacte du seuil d'intervention exige de connaître les paramètres suivants :

- ▶ rapport entre la population d'organismes nuisibles et la perte de rendement, c'est-à-dire le rapport infestation-perte ;
- ▶ rendement sans l'influence de la population d'organismes nuisibles, c'est-à-dire le rendement potentiel ;
- ▶ prix du produit récolté, exprimé sous de forme de prix de vente à la ferme ;
- ▶ coût d'une mesure de lutte ;
- ▶ efficacité de la mesure de lutte.

Il ressort de ce qui précède que le seuil d'intervention est une variable qui dépend des paramètres cités et qui, dans la pratique, doit être considérée comme une valeur indicative. De la même façon, une nouvelle variété, plus résistante, modifie le rapport infestation-perte et relève ainsi le seuil. Le rapport infestation-perte est le paramètre qui est soumis aux plus fortes fluctuations.

Détermination d'un seuil d'intervention sous forme de fourchette

Pour parvenir à combattre efficacement un bioagresseur, il faut engager les mesures de lutte correspondantes à un stade aussi précoce que possible. Lors de la détermination du rapport infestation-perte, il faut veiller de ce fait à ce que ce rapport soit établi par référence au stade de croissance ou de développement de la population de nuisibles auquel l'action de lutte peut être menée avec efficacité. Il s'ensuit que stricto sensu les seuils d'intervention ne s'appliquent qu'aux conditions dans lesquelles ils ont été déterminés.

Image 1

Infestation par la chenille de l'automne dans le maïs au Ghana *Photo : © CABI*



La détermination exacte du seuil d'intervention est difficile dans la pratique. D'une part, les seuils d'intervention sont des valeurs stochastiques, c'est-à-dire des valeurs dépendant de la probabilité d'occurrence d'événements incertains. D'autre part, le calcul isolé du seuil d'intervention pour un bioagresseur individuel représente une simplification grossière. Il est particulièrement difficile de tenir compte des aspects dynamiques, c'est-à-dire par exemple les effets d'une mesure de lutte dans une culture irriguée de riz qui, en Asie, est cultivé sur la totalité de la surface et souvent aussi en continu (exemple : lutte contre les insectes).

La conséquence de ces difficultés est que les conseillers indiquent toujours les seuils d'intervention sous forme de fourchettes.

Dans les modèles informatiques appliqués à la lutte intégrée des végétaux, les seuils d'intervention doivent soit être dérivés mathématiquement du matériel de données disponible, soit être déterminés provisoirement en consultant des experts. La méthode retenue dépend en premier lieu de l'étendue et de la précision des données disponibles. On trouve aujourd'hui sur Internet de nombreux exemples de seuils de nuisibilité et/ou d'intervention pour les organismes nuisibles les plus divers. Il faut, dans tous les cas, que les conditions (climatiques) ayant servi de base à la détermination du seuil soient connues.

Quand ils sont déterminés provisoirement, les seuils d'intervention doivent être testés en milieu réel dans les champs des agriculteurs afin de les adapter aux conditions réelles et à la situation locale. Il est enfin important pour l'agriculteur, l'horticulteur ou le forestier individuel d'effectuer aussi le suivi nécessaire à l'application de ces seuils. La tâche d'un service de conseil et de vulgarisation agricoles ne consiste donc pas seulement à déterminer les valeurs-seuils actuelles. Pour que le succès de la lutte intégrée des végétaux soit durable, il est en effet indispensable de familiariser les utilisateurs et les utilisatrices avec les principes de base du suivi et des seuils d'intervention ainsi que de mettre à leur disposition les moyens auxiliaires correspondants. C'est seulement ainsi que les utilisateurs seront en mesure de déterminer le seuil d'intervention optimal dans les conditions de leur milieu.

Les seuils tout comme les méthodes de prévision et les services d'avertissement et d'alerte sont des aspects essentiels de la lutte intégrée des végétaux.

Formation des
agriculteurs à
l'utilisation des seuils
d'intervention



Image 2

Infestation d'une légumineuse par des Meloidae. Photo : © Stephan Krall



Techniques de prévision en particulier dans le cas d'attaques fongiques

2.5 Techniques de prévision et services d'alerte

De grands progrès ont été faits ces dernières années en matière de possibilités de prévision et de modèles utilisés pour la protection ciblée des cultures, améliorant par là la lutte intégrée et conduisant à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires⁷. Prognoseverfahren sind integraler Bestandteil des IPS und Imageen die Grundlage für Warndienste. In Europa sind sie mittlerweile wichtige Werkzeuge von Beratungsdiensten. Die vermehrte und verbesserte Verfügbarkeit und Nutzung von Wetterdaten haben zu dieser Entwicklung beigetragen. Auch das Internet bietet dazu eine Reihe von Les méthodes et techniques de prévision font partie intégrante de la PIV et servent de base au travail des services d'alerte. En Europe, elles sont entretemps devenues des outils importants des services de conseil et de vulgarisation agricoles. La disponibilité et l'utilisation accrues et améliorées des données météorologiques ont contribué à cette évolution. L'Internet fournit également de nombreuses informations à ce sujet⁸.

Divers modèles ont été mis au point, en particulier pour les maladies fongiques, qui peuvent également être appliqués dans des régions à climat tropical. Un exemple classique est le dépistage du mildiou (*Phytophthora infestans*) dans les cultures de pommes de terre ; dans les plantations de caféiers, de premiers modèles ont été mis au point pour lutter contre le champignon phytopathogène responsable de la rouille orangée du caféier (*Hemileia vastatrix*). Les méthodes de prévision sont des outils de décision supplémentaires qui peuvent servir à déterminer les dates de traitement au moyen de PPP. Il faut cependant garder à l'esprit que toute relation entre l'hôte et le parasite est un processus biologique dont le déroulement peut, dans des conditions extrêmes, dévier de la norme.

⁷ Pour assurer la coordination des nombreux modèles de prévision en Allemagne, on a créé la Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP - Centrale fédérale pour la protection des plantes et des cultures assistées par ordinateur). Il existe d'intéressantes possibilités d'application pour l'horticulture et l'agriculture.

⁸ warndienst.lko.at (Lkwarndienst)

Comme l'indiquent les huit principes de la PIV, il revient un rôle important à la surveillance des cultures et à la constatation de l'apparition de maladies et de leur évolution par les producteurs et/ou les utilisateurs, le cas échéant avec l'aide de conseillers. Ces informations doivent être mises à la disposition des services de vulgarisation agricole, des services de protection des cultures et/ou des organisations agricoles et forestières afin de permettre l'élaboration de pronostics s'appuyant sur une large base de données et de pouvoir avertir les agriculteurs en conséquence.

2.6 La lutte intégrée des végétaux en tant que composante de l'écosystème agricole

Les principes sous-tendant les bonnes pratiques professionnelles dans la protection des végétaux s'appliquent à tous les modes de production (p. ex. agriculture conventionnelle, intégrée ou biologique). Ils forment le cadre des possibilités d'action dont dispose le praticien⁹ qui planifie et met en œuvre des mesures de protection des cultures. La loi allemande sur la protection des végétaux exige de réduire l'utilisation de PPP chimiques et de privilégier les mesures de protection biologiques, biotechniques et culturales ainsi que la sélection végétale.

Alors que les bonnes pratiques professionnelles sont actuellement considérées comme étant la condition de base d'une conduite appropriée dans la protection des cultures, la lutte intégrée vise à utiliser toutes les combinaisons de mesures appropriées dans une optique de durabilité.

Ce qui importe, c'est l'intégration de toutes les mesures dans l'écosystème local et la gestion des facteurs les plus divers dans l'écosystème agricole de façon à obtenir des conditions optimales de croissance et de développement d'un peuplement végétal sain, résistant et productif. En d'autres termes, cela signifie qu'il faut éviter d'atteindre le seuil de nuisibilité.

Tableau 1 Comparaison entre les « bonnes pratiques professionnelles » et la « lutte intégrée des végétaux »

Critères	Bonne pratique professionnelle	Lutte intégrée des végétaux
Objectif	Prévenir les dégâts en fonction de l'infestation	Maintien de la santé du peuplement végétal par un système de mesures écologiques et économiques
Caractéristique	Utilisation de PPP en tenant compte du niveau d'infestation estimé	Gestion de la population d'organismes nuisibles sur la base de seuils de nuisibilité et en tenant compte des mécanismes d'autorégulation biologiques
Avantages	Diminution des quantités de substances actives appliquées	Diminution de l'impact écologique, plus forte réduction de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques

(selon BVL 2006, In : ALBRECHT, H. et al. 2009. Page 409).

Cette démarche exige également que les espèces et variétés cultivées soient adaptées aux conditions du milieu et que les conditions naturelles soient ainsi prises en considération.

Les instruments de la lutte intégrée des végétaux sont présentés dans le chapitre 3 suivant.

⁹ Dans ce qui suit, le praticien désigne l'utilisateur compétent de mesures phytosanitaires dans l'agriculture, l'horticulture et la foresterie.

La lutte intégrée des végétaux est l'objectif à long terme, les bonnes pratiques professionnelles, l'objectif à court terme



3

Instruments de la protection intégrée des végétaux



Les principaux instruments de lutte intégrée des végétaux peuvent se répartir en quatre groupes :

- ▶ les mesures culturales et les mesures de sélection des végétaux ;
- ▶ les mesures de lutte physique ;
- ▶ les mesures de protection biologique et biotechnique des végétaux ;
- ▶ les mesures d'ordre chimique.

Le présent document présente tout d'abord les mesures indirectes (section 3.1), puis les mesures directes de lutte s'inscrivant dans le cadre de la lutte intégrée des végétaux (sections 3.2 à 3.6).

3.1 Mesures culturales et mesures de sélection des végétaux

On entend par mesures culturales au sens de la lutte intégrée des végétaux toutes les mesures qui, outre leur fonction agronomique, affectent les conditions de vie des organismes nuisibles. Dans le meilleur des cas, une mesure aura un impact négatif sur la densité de population d'un organisme nuisible et un impact positif sur une population d'organismes utiles, mais aucune répercussion négative sur le rendement des cultures.

Ces méthodes préventives, qui constituent à long terme la manière la plus efficace d'éviter les dégâts, comprennent notamment :

- ▶ le choix du site, du système de culture et de la rotation des cultures ;
- ▶ le travail du sol ;
- ▶ le choix des variétés ;
- ▶ la technique de semis et de plantation ;
- ▶ la fertilisation ;
- ▶ le mode et le moment de la récolte ;
- ▶ la culture de plantes-pièges et de plantes de bordure ;
- ▶ l'irrigation et
- ▶ la propreté des parcelles.

Ces différentes mesures de prévention seront précisées ci-après.

Le choix d'un **site approprié** permet de cultiver dans un biotope favorable, qui stimule le développement des cultures et améliore leur résistance aux organismes nuisibles. Les conditions favorables peuvent être d'ordre géographique, topographique, édaphique ou climatique. Une culture peut aussi être entièrement à l'abri de certains organismes nuisibles sur les sites qui en sont exempts. Tel est le cas par exemple des cultures de pommes de terre de semence dans les régions épargnées par les pucerons.

Certains **systèmes de culture** diminuent le risque d'invasion d'organismes nuisibles, comme la culture associée du maïs et des haricots. En l'occurrence, la plus grande diversité de l'écosystème favorise le développement des organismes utiles tandis que l'association de cultures fait obstacle aux bioagresseurs, les empêchant ainsi de coloniser les plantes hôtes.

Priorité à la protection non chimique

Les méthodes préventives de protection des végétaux sont extrêmement efficaces

Le choix du site approprié favorise la croissance saine des plantes

Un système de culture adapté diminue les invasions d'organismes nuisibles



Image 3

Semis en ligne avec des aubergines comme culture principale les tournesols, la coriandre et à l'arrière-plan anis et melon comme plantes supplémentaires pour attirer et maintenir les insectes utiles.

Photo : © Stefanie Christmann



Une rotation des cultures adéquate limite le développement des organismes nuisibles

On distingue les systèmes de culture suivants : la monoculture, le semis sous couvert, la culture en bandes alternées, les cultures associées et les systèmes agroforestiers. La culture en bandes alternées consiste à cultiver simultanément sur le même champ différentes cultures disposées en larges bandes les unes à côté des autres, tandis qu'on parle de cultures associées lorsque les espèces végétales alternent après une seule ou quelques rangées. Les systèmes agroforestiers associent quant à eux les arbres et arbustes aux cultures.

De façon générale, l'accroissement de la diversité améliore la stabilité de l'écosystème agricole, ce qui empêche la propagation rapide des ravageurs, des maladies et des mauvaises herbes.

Image 4

Bandes de plantes commercialisables (tournesol et coriandre) qui attirent plus de pollinisateurs et de ravageurs dans le champ de concombres.

Photo : © Stefanie Christmann



Depuis des siècles, le respect de certaines pratiques de **rotation des cultures** joue un rôle important pour préserver la fertilité des sols et lutter contre les organismes nuisibles. Ces derniers peuvent en effet survivre sur les résidus des récoltes, sur d'autres plantes jouant le rôle d'hôtes intermédiaires ou dans le sol et coloniser ainsi la culture suivante. Leur cycle de vie peut toutefois être interrompu par l'alternance de cultures ne leur convenant pas.



Image 5

Les bandes de bordure de canola, de lupin et de luzerne aident à améliorer la pollinisation des haricots épais, la diversification mène à des rendements plus élevés.

Photo : © Ahlam Sentil

Une rotation des cultures spécifique est le seul moyen de lutter à moindre coût contre de nombreux organismes nuisibles, tels que certains nématodes ou agents pathogènes du sol. Le principe consiste à retarder la remise en culture des plantes hôtes jusqu'à ce que les conditions de vie des organismes nuisibles se soient détériorées au point qu'ils ne puissent plus survivre. Les rotations des cultures adaptées privent de leur nourriture les organismes nuisibles peu mobiles ou dont le régime alimentaire est spécialisé sur certaines plantes ou aliments (sténophages) et qui dépendent par conséquent d'une seule et unique culture. La pratique de certaines rotations des cultures est donc moins efficace contre les organismes nuisibles polyphages ou mobiles.

Un grand nombre d'organismes nuisibles sont monophages, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent d'espèces végétales étroitement apparentées, voire même d'une seule espèce. En cultivant en continu un seul type de plantation, on améliore les conditions environnementales pour les organismes nuisibles qui se sont adaptés à cette monoculture. La rotation choisie des cultures a donc un impact déterminant sur l'infestation par les organismes nuisibles et constitue l'une des principales mesures préventives de lutte intégrée des végétaux.

Le **travail du sol** traditionnel (labour, binage et hersage) peut constituer une mesure préventive efficace contre les insectes nuisibles et les pathogènes du sol. L'utilité du travail du sol en cas de mauvaises herbes dépend toutefois de l'espèce dominante. Si le travail du sol est efficace contre les espèces à feuilles larges, il favorise en revanche certaines graminées qui se reproduisent de manière végétative, car les matériels agricoles utilisés découpent les organes souterrains des plantes et les dispersent.

Le travail du sol est une mesure préventive efficace

Le choix de variétés adaptées prévient l'infestation par les organismes nuisibles

Les variétés résistantes ne sont pas aussi facilement attaquées par les organismes nuisibles

Les variétés tolérantes permettent d'éviter les dommages économiques

Les variétés précoces ou tardives limitent les pertes

L'agriculture de conservation (*conservation agriculture, CA*)¹⁰ est une culture sans labour caractérisée par une couverture permanente du sol et la rotation des cultures. Elle réduit au minimum les perturbations du sol, augmente sa teneur en matières organiques et favorise les activités biologiques en son sein pour améliorer la fertilité, induisant par là un équilibre de la végétation et de la faune du sol. La couverture permanente du sol au moyen de matières organiques vivantes et mortes permet ainsi d'éliminer les mauvaises herbes, d'apporter des matières organiques et d'éviter l'érosion. En cas de risque érosif, on préservera les sols par un travail superficiel ou en bandes de la couche supérieure. Cette pratique étant associée au semis direct sans travail du sol, elle entraîne généralement un recours accru aux herbicides.

Le **choix des variétés** est un procédé phytosanitaire efficace à double titre : cela permet, d'une part, de cultiver des variétés de plantes résistantes ou tolérantes aux principaux organismes nuisibles et, d'autre part, d'utiliser des variétés précoces pour diminuer le risque d'infestation. Le choix de variétés résistantes ou tolérantes constitue une mesure préventive suffisante pour maintenir les ravageurs nuisibles en deçà du seuil d'intervention en cas d'envahissement moyen. Des mesures phytosanitaires complémentaires peuvent être requises les années de très forte infestation.

Les **variétés résistantes** peuvent résister à certaines maladies et à certains ravageurs. Du point de vue de la lutte intégrée des végétaux, la résistance horizontale revêt une importance particulière et devrait donc rester une préoccupation prioritaire de la sélection de plantes résistantes. Cette résistance certes non exhaustive n'est pas non plus spécifique à une espèce, ce qui lui confère plus de stabilité. Elle ne cède pas aussi rapidement que la résistance verticale, spécifique à une espèce, qui ne permet pas de lutter contre les nouvelles souches pathogènes.

Les propriétés de résistance se présentent sous trois formes différentes :

- ▶ les stimulants chimiques : la plante développe des substances attractives ou répulsives pour les organismes nuisibles ;
- ▶ les caractéristiques morphologiques : la plante développe des formes qui favorisent ou empêchent la croissance d'un organisme nuisible. Ces caractéristiques comprennent la taille, la forme et la couleur des feuilles, la présence ou l'absence de glandes sécrétrices et surtout la dureté du tissu et la pilosité de la feuille, qui entravent à leur tour la mobilité des insectes.
- ▶ l'apport de substances nutritives : la variation du type de nutriments dans un génotype végétal est négligeable. En revanche, les proportions des nutriments entre eux sont sujettes à des variations importantes en fonction du type de sols et de l'apport de substances nutritives. De ce fait, une plante sera plus ou moins adaptée à l'alimentation ou à la ponte d'un organisme nuisible donné.

Bien que les variétés tolérantes n'influencent pas directement sur l'infestation par les organismes nuisibles, elles peuvent prévenir les dommages économiques du fait de la croissance compensatoire, de leur aptitude à limiter les lésions ainsi que de la résistance mécanique accrue du tissu.

L'utilisation de variétés précoces ou tardives est une méthode reconnue pour limiter les pertes causées par des organismes nuisibles sans pour autant avoir recours à des produits phytosanitaires. Les variétés précoces de riz, de maïs, d'arachide et de coton se sont avérées particulièrement efficaces pour raccourcir les phases de croissance sensibles et limiter ainsi au

¹⁰ www.ecaf.org und www.fao.org/ag/ca

maximum le temps laissé aux insectes nuisibles pour se développer. Ces derniers n'ont donc plus la possibilité d'accroître leur population sur plusieurs générations jusqu'à présenter un niveau préjudiciable pour les cultures.

Dans le cas de la culture du coton, une variété précoce peut, par exemple, prévenir en grande partie les pertes causées par le scarabée du coton (*Amorphaidea lata*). L'insecte nuisible n'a pas assez de temps pour se multiplier sur plusieurs générations en nombre suffisant pour dépasser le seuil d'intervention.

Il existe également d'autres exemples dans lesquels le choix de variétés à maturité tardive permet d'éviter que des phases de croissance délicates des plantes cultivées ne tombent au moment de la prolifération massive des organismes nuisibles.

Le choix de la **période du semis ou de la plantation** est l'une des méthodes de protection des cultures les plus anciennes : parce que le semis ou la plantation se déroule avant ou après un certain moment, les plantes cultivées seront moins exposées aux organismes nuisibles au cours des phases sensibles de leur croissance.

La densité de culture (distance entre les semis ou les plantes) peut être utilisée pour influencer sur la couverture végétale et, partant, sur le microclimat. Un peuplement plus dense avec une couverture végétale complète empêche l'apparition des mauvaises herbes mais peut créer dans le même temps un microclimat favorable au développement de pathologies végétales. Il convient alors de choisir la densité de culture de manière à empêcher le développement de l'agent pathogène ayant le plus grand poids économique. Dans la culture du café par exemple, la régulation de l'ombre et la densité de plantation (aération accrue) sont utilisées dans le cadre des mesures de lutte intégrée contre la rouille du caféier.

La **fertilisation** est une autre méthode de lutte intégrée des végétaux. C'est ainsi par exemple que l'apport variable d'éléments nutritifs a, dans la plupart des cas, un impact indirect sur le développement des agents pathogènes, car l'état nutritionnel d'une plante en détermine la résistance.

Les maladies non parasitaires sont causées par des carences ou un excès de certains éléments nutritifs. Ces maladies sont difficiles à diagnostiquer, les mêmes symptômes pouvant avoir différentes causes. Une fois diagnostiquées, elles peuvent être éradiquées avec des apports correcteurs d'engrais.

Les maladies parasitaires causées par des organismes pathogènes tels que les champignons, les virus et les bactéries sont bien plus fréquentes. Plus le parasite a des besoins spécifiques en substances nutritives, plus son développement est susceptible d'être affecté par une modification de la combinaison d'éléments nutritifs dans la plante hôte.

On sait, par exemple, que l'utilisation excessive d'azote favorise les maladies, que le phosphore est neutre par rapport à ces dernières tandis que le potassium améliore la résistance. Les organismes pathogènes qui attaquent les feuilles peuvent pénétrer plus facilement dans les tissus végétaux riches en azote et se développer plus rapidement. En revanche, les plantes disposant des bons nutriments peuvent croître plus rapidement, ce qui permet de réduire la phase de croissance au cours de laquelle elles sont vulnérables aux ravageurs.

Les techniques de semis et de plantation ont un impact sur le microclimat

La fertilisation favorise la résistance des plantes



Une modification du profil nutritionnel du sol, et donc de la plante, permet également d'influer sur le développement des organismes nuisibles. Toutefois, une amélioration de la base nutritionnelle de la plante peut également conduire à une augmentation du nombre de ravageurs.

Une modification du pH du sol ou l'apport de certains nutriments permettent de modifier le rapport entre les mauvaises herbes et les plantes cultivées en faveur de ces dernières. C'est ainsi, par exemple, que le maïs est peu compétitif au stade juvénile, ce qui signifie qu'une fertilisation azotée précoce profite essentiellement aux mauvaises herbes alors que les céréales en peuplement dense s'imposent dans la concurrence. Des apports d'azote supplémentaires sur les surfaces plantées favorisent la dominance des graminées sur les mauvaises herbes à feuilles larges.

Le **moment de la récolte**, s'il est influencé par les variétés choisies (cf. ci-dessus), a lui aussi une incidence sur le développement des organismes nuisibles en fonction du degré de maturité des plantes et du temps passé par les récoltes à maturité dans le champ. Le mode de récolte joue également un rôle important.

Il convient de déterminer, par exemple, si la récolte doit se dérouler en une étape de travail ou étape par étape en fonction des besoins et de la phase de maturité du produit, si les résidus de la récolte restent dans le champ et en quelle quantité, et si le produit de la récolte doit être entreposé dans le champ à des fins de séchage par suite des méthodes de travail ou pour des raisons techniques. Les mesures de ce type ont un impact important sur la survie des organismes nuisibles dans le champ ainsi que sur l'infestation et les pertes qui en résultent au stockage.

Les insectes, même s'ils sont polyphages (c'est-à-dire pouvant vivre sur de nombreuses plantes hôtes différentes), manifestent des préférences pour ce qui est du choix de l'hôte. Ils privilégient une culture par rapport à une autre, en raison d'une phase de croissance plus favorable, de meilleures conditions nutritionnelles ou de possibilités de protection plus adaptées. Cette connaissance permet de lutter contre les insectes nuisibles et aussi de favoriser le développement des organismes bénéfiques.

Les **plantes-pièges**, sélectionnées de manière ciblée et plantées par exemple en bandes entre les rangées de la culture principale, attirent les organismes nuisibles. Ces derniers peuvent ensuite être recueillis manuellement ou éliminés par pulvérisation des plantes-pièges. C'est ainsi par exemple que la plantation d'une rangée de tabac ou de maïs après 15 rangées de coton contribue à piéger et à contrôler les chenilles de la capsule du coton (*Heliothis armigera*) en les attirant sur le maïs ou le tabac.

Les **plantes de bordure** servent à retenir en bordure du champ où elles sont plantées les organismes nuisibles apportés par le vent comme les pucerons. Il s'agit de cultures de grande taille telles que le maïs. Moyennant quoi, la culture principale située au milieu du champ (par exemple des haricots) est moins exposée.

La culture des plantes-pièges et des plantes de bordure requiert de bonnes connaissances des interrelations d'ordre écologique et un calendrier précis. Il ne s'agit là que d'une composante d'un ensemble de mesures appelées à être complétées par d'autres pour obtenir suffisamment de succès. En outre, les plantes-pièges présentent parfois un intérêt économique ou une marge brute inférieure à ceux de la culture principale, de sorte qu'il est toujours nécessaire d'examiner la viabilité économique de telles mesures.

Le moment et le mode de récolte ont un impact sur le développement des agents pathogènes

Les plantes-pièges et les plantes de bordure attirent les organismes nuisibles



Les différents modes d'irrigation peuvent avoir une incidence sur l'apparition des pathologies végétales. L'eau est un milieu favorable à la germination des spores, au transport des spores mobiles et au transport passif des organismes pathogènes par égouttage.

On distingue entre les organismes pathogènes qui croissent mieux dans un microclimat humide et ceux qui préfèrent un microclimat sec. La gestion de l'eau constitue donc un facteur déterminant pour influencer sur le microclimat du système. Les moyens mis en œuvre pour éviter les maladies seront d'autant plus efficaces que l'approvisionnement en eau sera maîtrisé.

Dans les zones tropicales arides et semi-arides, les plantes peuvent être cultivées hors saison par irrigation sans l'apparition des pathologies végétales courantes comme le mildiou (*Phytophthora infestans*) dans les cultures de pommes de terre. D'un autre côté, la prévalence de certaines maladies foliaires a augmenté avec l'introduction des asperseurs. Pour la lutte intégrée des végétaux et contrairement aux recommandations données en matière de gestion de l'eau, il est donc opportun de n'arroser les crucifères à l'aide d'asperseurs qu'au cours de la matinée pour que la surface foliaire puisse sécher plus rapidement, ce qui permet d'éviter la maladie des taches des feuilles (*Alternaria* sp.). En pareil cas, on donnera la priorité à la protection des végétaux ou à la gestion de l'eau en fonction du rapport coût/rendement.

L'inondation des champs avant l'ensemencement est un procédé de régulation des organismes nuisibles et des mauvaises herbes qui a prouvé son efficacité. Toutefois, la culture du riz aquatique est la seule qui se prête à l'utilisation de cette méthode, car l'eau stagnante peut causer des dégâts importants à d'autres cultures en deux ou trois jours seulement.

Mesures visant à assurer la propreté des parcelles : les résidus des récoltes contribuent à la survie des agents pathogènes malgré des conditions climatiques défavorables. Les exemples les plus connus en sont la noctuelle « américaine » du cotonnier (*Helicoverpa armigera*, syn. *Heliothis armigera*), la mouche de Hesse dans la culture du blé (*Mayetiola destructor*) et les insectes foreurs de tige dans les cultures de maïs et de riz (*Chilo suppressalis*). L'élimination ou l'enfouissement des résidus des récoltes permettent de réduire sensiblement le nombre d'organismes nuisibles.

D'autres nuisibles peuvent survivre sur des plantes hôtes secondaires ou intermédiaires. C'est ainsi, par exemple, que la cécidomyie du sorgho (*Contarinia sorghicola*) hiverne dans la graine du sorgho d'Alep. Si cette graminée est coupée dans les parcelles adjacentes, la population de ce moucheron sera décimée car il ne vole que sur de courtes distances. Dans la culture du tabac, les jeunes pousses qui repoussent après la récolte doivent être détruites afin de limiter l'infestation par le sphinx du tabac (*Manduca sexta*) l'année suivante.

3.2 Mesures phytosanitaires physiques

Les mesures mécaniques et thermiques sont généralement très efficaces, mais requièrent beaucoup de travail et par conséquent beaucoup de temps. Elles restent aujourd'hui une méthode phytosanitaire largement répandue dans les cultures traditionnelles des pays en développement.

L'irrigation a un impact sur les pathologies végétales et sur les mauvaises herbes

La propreté des parcelles empêche le développement des agents pathogènes

Les mesures phytosanitaires physiques sont efficaces, mais laborieuses



Ces mesures comprennent :

- ▶ la collecte manuelle et l'élimination des insectes nuisibles ou des parties de plantes infestées ;
- ▶ l'exclusion mécanique des organismes nuisibles au moyen de filets, de fossés, de clôtures, etc. ;
- ▶ toutes les sortes de pièges ;
- ▶ la lutte contre les mauvaises herbes au moyen du binage, de l'étrillage, du sarclage et des coupes ;
- ▶ le traitement thermique des substrats végétaux (stérilisation du sol à la vapeur, solarisation du sol) et des parties de plantes ainsi que l'entreposage à froid des récoltes sensibles.

Les mesures mécaniques telles que le sarclage des mauvaises herbes sont souvent confiées aux femmes ou aux enfants, ce qui n'est pas dans leur intérêt, car les femmes pourraient bien souvent exercer des activités plus lucratives et les enfants consacrer ce temps à leur formation. En pareil cas, il convient toujours de chercher des possibilités de mécanisation ou de privilégier d'autres procédés en fonction du contexte.

Les mesures phytosanitaires physiques comprennent également l'utilisation de la lumière, de la chaleur, du son, des ondes électromagnétiques et des rayons radioactifs. Le brûlage et le désherbage par le feu sont également utilisés, surtout pour éliminer les mauvaises herbes. Il s'agit en l'occurrence de mesures spécifiques qui ne seront donc pas détaillées dans le présent guide.

3.3 Mesures phytosanitaires biologiques

On entend par lutte biologique l'utilisation d'organismes vivants pour lutter contre certains organismes nuisibles et mauvaises herbes. On utilise à cette fin des organismes qui en sont des antagonistes naturels, ou on modifie les individus d'une espèce de telle manière qu'ils nuisent à leurs congénères.

3.3.1 Avantages et inconvénients

Une lutte biologique efficace présente des avantages considérables par rapport aux procédés chimiques. Elle est en effet :

- ▶ spécifique : la mesure vise généralement un type d'agent pathogène. Elle n'a aucun impact négatif direct sur les populations d'organismes utiles, sur l'environnement et sur l'utilisateur et les utilisatrices ;
- ▶ compatible avec d'autres mesures, même celles qui font appel à des procédés chimiques, pour autant que ces mesures agissent de manière sélective ou qu'elles soient utilisées de manière ciblée ;
- ▶ durable en cas d'acclimatation des organismes utiles. Elle a pour objectif la stabilisation à long terme de l'écosystème agricole en faveur d'une ou de plusieurs plantes cultivées ;
- ▶ garante de l'absence de résidus dans/sur les aliments et libre de délais d'attente ou de retour dans les parcelles.

Avantages
considérables de la
protection biologique
des végétaux



Les inconvénients de la lutte biologique sont tout aussi patents :

- ▶ l'application est complexe et nécessite des connaissances approfondies ; l'introduction d'organismes utiles est soumise à des dispositions relatives à l'introduction et à la quarantaine ;
- ▶ la naturalisation des organismes utiles est souvent difficile, car elle requiert des connaissances précises sur les conditions écologiques ;
- ▶ l'effet phytosanitaire n'est pas immédiatement perceptible : il faut être patient, car l'effet prend assez longtemps à se manifester pleinement ;
- ▶ elle revient sensiblement plus cher au début et nécessite parfois la coopération/coordination de tous les exploitants d'une zone de production agricole.

Le succès de ces mesures se manifeste uniquement par une diminution des populations d'organismes nuisibles.

3.3.2 Utilisation et effets des organismes utiles

Les organismes utiles employés dans la lutte biologique se divisent en quatre groupes :

- ▶ les pathogènes (agents infectieux),
- ▶ les parasitoïdes (parasites),
- ▶ les prédateurs et
- ▶ les phytophages (organismes utiles herbivores).

Parmi les agents infectieux (pathogènes) des arthropodes (tels que les insectes, araignées et acariens), on compte des bactéries (par ex. du genre *Bacillus*), des champignons entomopathogènes (par ex. des genres *Beauveria* ou *Metarhizium*), les virus (par ex. les *Baculoviridae*), des nématodes entomopathogènes (par ex. des genres *Steinernema* et *Heterorhabditis*) et des protozoaires (par ex. les microsporidies et les grégarines). Les pathogènes sont toujours présents à l'état latent dans l'écosystème. Si les conditions le permettent, l'épizootie et l'effondrement des populations d'organismes nuisibles se font de manière spontanée. Or, les épizooties ne surviennent généralement que si la densité des ravageurs atteint un seuil critique, lorsque la culture a déjà subi des dégâts. L'administration d'agents pathogènes à des fins d'immunisation permet souvent d'avancer la survenue d'une telle épidémie. En cas d'utilisation à ces fins, on administre de faibles quantités d'antagonistes (« populations de départ ») en choisissant un moment tel que ces populations auront atteint le stade de développement leur permettant d'être efficaces quand les organismes nuisibles reconstitueront leur population. Le succès de cette méthode est subordonné à une bonne coordination du cycle de vie et de la biologie des antagonistes avec l'organisme cible, ainsi qu'au bon choix du moment de l'intervention, souvent même à titre prophylactique.

Les parasitoïdes sont des insectes dont le développement se fait dans ou sur le corps d'un insecte-hôte, ce qui finit par tuer ce dernier. En général, ils sont bien spécifiques à une espèce et la densité de leur population dépend directement de celle de l'hôte. Leur développement se fait toutefois avec un décalage dans le temps, de sorte qu'une forte densité de population rapidement croissante d'agents pathogènes cause déjà des dégâts avant même que les parasitoïdes ne puissent les éliminer.

Quand on emploie des parasitoïdes à des fins de lutte biologique, soit on introduit des parasitoïdes provenant d'autres régions et on les lâche après adaptation et élevage en masse, soit

La lutte biologique présente aussi des inconvénients

Agents pathogènes

Parasitoïdes



on augmente de façon anticipée les densités de population des parasitoïdes existants. Les deux méthodes exigent de disposer de capacités considérables pour les élevages de conservation et de masse indispensables.

La plupart des parasitoïdes appartiennent à l'ordre des hyménoptères, et plus précisément aux familles des *Braconidae* (braconides), des *Ichneumonidae* (ichneumons), des *Trichogrammatidae* (parasites des œufs), des *Chalcididae*, des *Encyrtidae*, des *Eulophidae* et des *Pteromalidae* (chalcidiens), des *Aphidiidae* (ichneumons parasitant les pucerons) et des *Aphelinidae*. Dans l'ordre des *diptères* (insectes à deux ailes), la famille des *Tachinidae* (mouches tachinaires) comporte des parasitoïdes.

Prédateurs

Les prédateurs détruisent les organismes nuisibles en les chassant et en s'en nourrissant. Ils ne sont guère spécialisés sur un type de proie et leur mobilité les rend également efficaces contre les petites populations de ravageurs. Certains prédateurs se nourrissent temporairement de plantes et peuvent ce faisant succomber aux insecticides systémiques en plus des substances toxiques agissant par contact et ingestion. Leurs principaux représentants appartiennent au groupe des *mammifères* (par ex. les hérissons), des *oiseaux* (par ex. les mésanges), des *reptiles* (par ex. les serpents), des *amphibiens* (par ex. les grenouilles), des poissons, des escargots, des arachnides (par ex. les mesostigmates), des insectes et des nématodes. Parmi les principaux prédateurs appartenant à la classe des insectes, citons les *Hemiptera* avec les familles des *Anthocoridae* (anthocoridés), des *Miridae* (miridés), des *Nabidae* et des *Pentatomidae* (punaises), les *Coleoptera* avec les familles des *Carabidae* (coléoptères carabidés), des *Staphylinidae* (staphylinidés) et des *Coccinellidae* (coccinelles), les *Neuroptera* (névroptères) avec la famille des *Chrysopidae* (chrysopes), les *Diptera* avec les *Cecidomyiidae* (cécidomyies) et les *Syrphidae* (syrphides) et les *Hymenoptera* avec les familles des *Formicidae* (fourmis) et des *Vespidae* (guêpes).

Phytophages

Les phytophages sont des organismes qui se nourrissent de parties de plantes et nuisent considérablement à leur développement. De nos jours, pour lutter contre les mauvaises herbes, ce sont surtout les insectes et, en milieu aqueux, les poissons qui sont utilisés. C'est ainsi par exemple qu'en Australie, le fléau des *Opuntia* a été combattu avec la chenille du papillon *Castoblastis cactorum*. Dans le riz, le Puntius et différentes espèces de Tilapia sont utilisés pour lutter contre les algues et les mauvaises herbes¹¹.

3.3.3 Formes d'utilisation des groupes d'organismes utiles

Il existe trois types habituels de recours aux groupes d'organismes utiles : préservation et aide au développement, acclimatation, lâcher périodique. En conséquence, la protection biologique des végétaux se subdivise comme suit :

- ▶ préservation et aide au développement des organismes utiles naturellement présents (antagonistes, gestion des écosystèmes agricoles, lutte biologique par conservation) ;
- ▶ naturalisation de nouvelles espèces d'organismes utiles (protection biologique des végétaux classique), naturalisation d'espèces virulentes (protection biologique des végétaux néoclassique) ;
- ▶ lâcher périodique d'antagonistes (traitement curatif et prophylactique).

Conditions d'utilisation des groupes d'organismes utiles

¹¹ FAO. Fish culture in rice fields. Chapter 5: Fish in rice fields as biological control of weeds, snails and mosquitos (« La pisciculture dans les rizières. Chapitre 5 : Le poisson dans les rizières comme instrument de lutte biologique contre les mauvaises herbes, les escargots et les moustiques »). www.fao.org/docrep/field/003/AC180E/AC180E05.htm



Gestion des écosystèmes agricoles :

La structure de l'écosystème agricole, la diversité et la répartition des espèces ainsi que les interactions entre celles-ci forment une biodiversité fonctionnelle qui exerce une influence considérable sur la stabilité de la production agricole. La lutte biologique par conservation entre dans cette biodiversité fonctionnelle. Une agriculture durable s'attachera à promouvoir de manière ciblée les infrastructures écologiques afin de seconder le potentiel des organismes utiles. Les avantages de la protection biologique des végétaux sont souvent sous-estimés, comme le montre clairement l'exemple suivant : sur plus d'un million d'espèces d'insectes, un pour cent environ sont des organismes potentiellement nuisibles pour nos plantes utiles. Sur ce seul un pour cent, un vingtième seulement doivent être combattus, tous les autres restant en dessous du seuil économique de nuisibilité en raison des processus naturels de régulation. Le potentiel antagoniste présent sur les surfaces agricoles constitue donc un facteur de production important. Il convient de le préserver, de l'encourager et de l'utiliser de manière optimale. Une utilisation inappropriée des techniques de production peut gravement perturber l'équilibre entre organismes nuisibles et utiles, obligeant ainsi à recourir à des mesures coûteuses. Pour favoriser le potentiel présenté par les antagonistes, il faut donc commencer par optimiser l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. Cette utilisation doit être conforme aux règles de bonnes pratiques et tenir compte des prescriptions indiquées dans le mode d'emploi.

Protection biologique classique :

Des antagonistes sont introduits et naturalisés à des fins de régulation des populations d'organismes nuisibles non indigènes (invasifs). Les organismes nuisibles peuvent se propager sans entrave en l'absence d'antagonistes efficaces, causant ainsi de graves dommages économiques. Les moyens phytosanitaires classiques tentent d'introduire des ennemis provenant généralement des pays d'origine des espèces envahissantes, car le ravageur et l'antagoniste ont souvent connu une longue évolution conjointe, et de les lâcher après un élevage en masse. Un exemple de protection classique des végétaux est le pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) dans l'arboriculture, amené des États-Unis en Allemagne, qui a pu être combattu de manière durable grâce au parasitage par *Encarsia perniciosi*, une guêpe qui provient également des États-Unis.

Les mesures importantes liées aux programmes d'acclimatation sont les suivantes :

1. recherche/acquisition des organismes utiles ;
2. développement/adaptation de techniques d'élevage ;
3. examen des spécificités de l'hôte ;
4. contrôle de l'absence d'hyperparasites et d'agents pathogènes ;
5. mesure de l'effet obtenu après le lâcher.

Protection biologique néoclassique :

Souvent, on trouvera particulièrement bénéfique de faire appel à des relations prédateurs-proie qui ne se sont pas développées sur une longue période d'évolution conjointe. Ce sont ces relations considérées comme « nouvelles » qui sont à la base des mesures de protection biologique néoclassique des végétaux. De nouvelles relations peuvent se développer avec ou sans l'intervention humaine. Ce dernier cas s'est présenté en 1953 en Australie, où un mille-pattes (*Ommatolus moreletii*) amené du Portugal s'est d'abord propagé en masse et

Acclimatation
d'ennemis naturels de
l'organisme nuisible



sans entraves. Quelques années plus tard, cette population s'est effondrée en raison d'une infestation par le nématode *Rhabditis necromena*. Chez un mille-pattes indigène, le nématode vit sans endommager cet hôte et après la mort de ce dernier, il se multiplie massivement sur son cadavre. Chez le ravageur importé, le nématode développe une plus grande virulence et tue le mille-pattes incapable de s'y adapter. De nouvelles relations ne s'instaurent avec succès que si les cycles de développement sont identiques dans le temps.

Image 6

Les coccinelles et leurs larves sont utilisées pour lutter contre les pucerons
Copyright selon Creative Commons CC0



Traitement curatif et prophylactique :

Le traitement prophylactique peut se faire en lâchant périodiquement des antagonistes en petites populations. Par l'épandage ciblé de faibles quantités (« populations de départ ») d'antagonistes – appelée lâcher inoculatif –, on maîtrise le développement de la population d'antagonistes dans le temps de telle sorte que les organismes utiles deviennent efficaces dès la phase de reconstitution de la population des nuisibles. C'est ainsi qu'on peut lâcher des pucerons spécifiques des céréales sur des céréales distribuées par petits effectifs dans la serre. Il n'y a pas de risque d'infestation pour les cultures principales de la serre. On peut inoculer à titre préventif des prédateurs ou des parasitoïdes de pucerons polyphages sur les pucerons des céréales. Dès que les pucerons infestent les plantes cultivées dans la serre, les organismes utiles sont déjà présents pour les décimer.

En curatif, on peut recourir au lâcher inoculatif consistant en une application massive d'arthropodes utiles pour lutter contre les organismes nuisibles. Cette technique améliore artificiellement et très rapidement au profit des organismes utiles la proportion des antagonistes par rapport aux organismes nuisibles. En Europe, les progrès techniques intervenus dans la production, le transport et l'utilisation des arthropodes utiles permettent de supprimer en grande partie les insecticides dans la plupart des grandes cultures sous serre. L'utilisation d'*Encarsia formosa* pour lutter contre les aleurodes des serres (*Trialeurodes vaporariorum*), communément appelés mouches blanches, en est un exemple. En culture de plein champ

aussi, les arthropodes tels que le parasitoïde des œufs *Trichogramma evanescens* sont utilisés massivement pour lutter contre les ravageurs nuisibles comme la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*). Les *Trichogramma* spp. sont également employés de par le monde dans d'autres cultures sur plus d'un million d'hectares, principalement contre les lépidoptères (papillons).

En cas **d'introduction d'un programme de lutte biologique**, les étapes suivantes doivent être suivies dans l'ordre indiqué. Il faut :

1. évaluer l'importance économique de l'organisme nuisible ;
2. vérifier la taxonomie de l'organisme nuisible et déterminer s'il s'agit d'un organisme nuisible importé ou indigène ;
3. collecter des informations sur l'organisme nuisible à combattre ;
4. définir ses ennemis naturels présents et leur efficacité ;
5. analyser les conditions d'acclimatation d'un organisme utile ;
6. déterminer les facteurs influant sur la densité de population ;
7. calculer le rapport coût/avantages de la mesure de lutte biologique prévue.

3.3.4 Produits phytopharmaceutiques biologiques

De nombreuses sociétés produisent des biopesticides (PPP biologiques) à partir de sources naturelles (animaux, plantes, microorganismes), parfois à l'échelle industrielle. Les préparations bactériennes sont souvent utilisées pour lutter contre les organismes nuisibles. Leur principal représentant est la bactérie sporulée *Bacillus thuringiensis* (B.t.), dont de nombreuses sous-espèces sont utilisées contre les larves de lépidoptères (papillons), de diptères (insectes à deux ailes) et de coléoptères (scarabées). L'effet de la bactérie repose sur les cristaux de toxines qui se forment pendant la sporulation et sont libérés avec la spore.

Avec les bactéries *Bacillus thuringiensis* produites à des fins commerciales, les spores du bacille sont vaporisées sur les feuilles de la plante hôte, où les larves les absorbent par voie orale en s'alimentant.

Les cristaux absorbés se dissolvent dans l'estomac des ravageurs, ce qui libère la toxine, une substance spécifiquement destinée à détruire l'épithélium intestinal. Les bactéries peuvent ensuite se développer, entraînant ainsi (au bout de cinq jours environ) la mort de l'insecte. En pratique, les produits à base de bactéries *Bacillus thuringiensis* sont utilisés en grandes quantités. Ces derniers temps, une moindre efficacité de ces produits contre la teigne des choux (*Plutella xylostella*), un ravageur qui pose des problèmes, a été signalée dans certains pays. L'expérience montre que chez les insectes, le développement de résistances aux bactéries *Bacillus thuringiensis* est certes beaucoup plus difficile qu'aux produits chimiques, mais ne peut être totalement exclu. Il convient d'en tenir compte en cas d'application dans des techniques de lutte intégrée des végétaux.

D'autres préparations commerciales sont à base des deux types de virus les plus courants, les virus à polyèdres nucléaires et les virus de la granulose, nommés d'après la forme de leur corps d'inclusion.

Ces préparations bien spécifiques à une espèce sont surtout utilisées pour lutter contre le ver de la capsule du coton (*Heliothis* spp.) et différentes espèces de hiboux (papillons). Malheureusement, ces produits ne pouvant pas encore rivaliser financièrement avec les insecti-

Préparations
bactériennes

Préparations virales



cides à large spectre moins onéreux, ils ne sont utilisés sur de grandes superficies que pour les cultures sylvicoles et les cultures spéciales. Un granulovirus existe sous forme de produit biologique extrêmement efficace contre le principal ravageur des arbres fruitiers à pépins : le carpocapse des pommes et des poires. Très sélectif, il agit exclusivement contre les larves de ce dernier, lesquelles sont tuées environ une semaine après leur ingestion par voie orale. Le virus n'est pas présent chez les mammifères, les oiseaux, les poissons et les plantes. Les organismes utiles sont préservés.

Dans le domaine de la protection des stocks, l'utilisation d'agents pathogènes n'est toutefois pas possible pour des raisons d'hygiène alimentaire.

Les substances végétales d'origine naturelle peuvent être utilisées dans le domaine de la lutte intégrée des végétaux contre les organismes nuisibles et les maladies. La lutte traditionnelle (par ex. en Afrique) emploie un grand nombre d'herbes, d'arbustes et d'arbres de manière ciblée contre une infestation bien précise. Ces substances ne sont pas considérées comme des produits phytosanitaires, mais elles augmentent la capacité de résistance des plantes et sont appelées de ce fait « stimulateurs des défenses naturelles des plantes ». C'est surtout dans les domaines de la protection biologique des végétaux et de l'agriculture biologique que ces substances jouent un rôle important, mais elles sont également utilisées dans certains cas par les exploitants et les jardiniers en culture conventionnelle. Les produits à base de matières premières organiques et les huiles essentielles sont considérés comme des stimulateurs des défenses naturelles des plantes. Les ingrédients d'origine naturelle peuvent être produits directement chez l'exploitant, par exemple à partir de purins, d'extraits ou de mélanges de plantes, ou achetés auprès de distributeurs.

L'utilisation du margousier (*Azadirachta indica*), une espèce courante sous les tropiques, donne un exemple du travail réalisé par la GIZ. Le recours à l'azadirachtine, un composé d'origine naturelle présent dans les feuilles et l'huile des graines du margousier, a été encouragé dans différents pays afin de sensibiliser les agriculteurs à l'utilisation de cette substance active que l'on trouve dans la nature. Aujourd'hui, son application est relativement répandue, y compris dans le domaine de la protection des stocks (cf. section 3.6). L'azadirachtine agit comme inhibiteur de la mue sur les larves et exerce un effet repoussant sur différents insectes (répulsif).

3.4 Procédés biotechniques

La protection biotechnique des végétaux utilise les réactions naturelles d'organismes nuisibles à des stimuli physiques et chimiques. Les procédés autocides et l'utilisation de régulateurs de croissance comptent également parmi les procédés biotechniques. Les stimulateurs des défenses naturelles des plantes, les mesures de sélection et les manipulations génétiques contribuent à augmenter la résistance des végétaux. Les trois sections suivantes approfondissent ces aspects.

3.4.1 Stimuli physiques et chimiques et procédés autocides

Les stimuli physiques peuvent être des signaux acoustiques, optiques ou thermiques. Des pièges à colle ou des coupelles de couleur jaune, bleue ou blanche remplies d'eau peuvent servir, par exemple, à surveiller des populations d'organismes nuisibles (thrips, mouche des



terreaux, mouche du chou, mouche de l'oignon, mouche blanche, mouche mineuse, mouche du colza et mouche à scie), tout comme les pièges lumineux pour les populations de papillons.

Les stimuli chimiques sont notamment les substances volatiles comme les phéromones qui influent sur le comportement d'une espèce ou les agents allélochimiques qui régissent les comportements entre différentes espèces. Pour être efficace, le système doit être binaire, avec un émetteur et un récepteur de l'agent chémiochimique.

Les phéromones permettent de contrôler les organismes nuisibles. On distingue les phéromones sexuelles, d'agrégation et de dispersion. Les pièges à phéromones sexuelles peuvent permettre de pratiquer un suivi. Les phéromones sexuelles sont également utilisées dans le cadre de la méthode de la confusion pour empêcher les insectes mâles de trouver leurs partenaires femelles. Cette méthode est notamment appliquée contre les tordeuses de la vigne et du pommier. Les phéromones sont alors libérées par des diffuseurs placés dans les cultures. Les hormones d'agrégation attirent les bostryches sur des arbres-pièges imprégnés d'insecticides ou dans des pièges spécifiques à cette espèce, ce qui permet de maintenir la population sous le seuil de nuisibilité. Les hormones de dispersion sont des substances qui servent à alerter ou à marquer un territoire. La mouche de la cerise pond toujours un œuf par cerise et empêche ses congénères de pondre dans la même cerise en la marquant d'une phéromone.

Les agents allélochimiques se divisent en kairomones, allomones et synomones. Le premier groupe est bénéfique pour le récepteur, le deuxième pour l'émetteur et le troisième pour les deux. Les kairomones comportent notamment des attractants qui émettent des signaux alimentaires et sont utilisés sous forme de pièges ou d'appâts toxiques pour lutter contre la chrysomèle occidentale des racines du maïs, les nématodes à kystes de la betterave ou les mouches des fruits. L'hydrolysate de protéines sert d'appât pour piéger ces espèces. Il est mélangé à un insecticide qui tue la femelle avant la ponte. Cela permet d'éviter l'application directe de produits phytopharmaceutiques sur les cultures. Les répulsifs jouent un rôle essentiel dans la dénaturation, notamment des semences. Les allomones servent soit à éloigner (répulsifs), soit à inhiber la prise de nourriture (anti-appétent). De nombreuses substances d'origine végétale ont un effet répulsif, comme les huiles essentielles, les terpénoïdes ou les phénols, qui peuvent être utilisés comme répulsifs. Il s'agit par exemple de produits contre l'abrutissement, d'un traitement des semences par des agents dénaturants pour repousser les oiseaux ravageurs ou les campagnols. Ainsi, l'azadirachtine extraite du margousier (*Azadirachta indica*) est un phagorépulsif. Les synomones peuvent être bénéfiques pour les récepteurs et les émetteurs du signal en fonction de l'adaptation co-évolutive des deux. Chez de nombreuses crucifères, l'essence de moutarde exerce un effet répulsif sur les espèces de papillons qui les attaquent. Des espèces adaptées comme la piéride du chou peuvent décontaminer ces substances toxiques, qu'elles utilisent comme signal pour détecter les plantes hôtes.

Les attractants (en particulier les phéromones) sont couramment utilisés pour la protection des denrées entreposées afin de contrôler coléoptères et mites. Dans ce domaine, les approches fondées sur les attractants se sont généralement avérées peu concluantes en pratique.

Procédés autocides : des mâles stériles ou incompatibles sont lâchés afin que les femelles des populations sauvages pondent des œufs non fécondés. Utilisé pour lutter contre la tordeuse du pommier et la mouche méditerranéenne des fruits, ce procédé est particulièrement adapté aux zones de culture closes et isolées.

Les phéromones servent à la surveillance ou à la lutte directe

Privilégier les pulvérisations d'appât à l'application à grande échelle de produits phytopharmaceutiques chimiques



Les inhibiteurs de croissance perturbent la mue ou la nymphose

3.4.2 Inhibiteurs de croissance

Les inhibiteurs de croissance et de développement, plus rarement appelés régulateurs de croissance, forment un groupe de substances relativement réduit. Ils doivent être absorbés avec l'alimentation et perturbent le processus de mue ou le développement jusqu'au stade adulte. Ils présentent des avantages significatifs sur le plan écologique car leur action est ciblée et ils sont peu toxiques pour les animaux à sang chaud. Leur utilisation se limite toutefois aux cultures intensives en raison de leur coût élevé. Le margousier agit lui aussi comme inhibiteur de mue.

Il existe également des produits pour influencer sur la croissance des végétaux. Il peut s'agir aussi bien de phytohormones naturelles que de leurs équivalents synthétiques. Elles servent par exemple à augmenter la stabilité des céréales en raccourcissant la longueur de la tige (agents raccourcisseurs de tige ou mieux, d'entre-nœud), à favoriser le développement racinaire des boutures, à réduire la hauteur des végétaux par la compression en horticulture ou à inhiber la germination des pommes de terre. Il s'agit de phytohormones ou de leurs équivalents synthétiques.

3.4.2 Amélioration de la résistance des plantes cultivées

Cette section traite de la sélection de plantes résistantes et de la résistance induite.

Sélection de plantes résistantes

La culture de plantes agricoles ayant développé des résistances par sélection est une mesure préventive importante, en particulier là où les produits phytosanitaires chimiques ne sont pas autorisés ou ne peuvent pas être utilisés, par exemple en cas de maladies virales ou bactériennes ou dans l'agriculture biologique. La sélection de plantes résistantes est très efficace, y compris pour les plantes agricoles tropicales.

Les objectifs de la sélection diffèrent en fonction de la culture et de la région. Aujourd'hui, on trouve dans toutes sortes de cultures des exemples de résistances multiples contre les maladies et les ravageurs nuisibles, qui s'accompagnent d'une amélioration des rendements et de la qualité. Entre-temps, des méthodes de biochimie et de génétique moléculaire ont été établies pour compléter le croisement et la sélection conventionnels et accélérer le processus de sélection. L'accès à des variétés résistantes dans les pays partenaires varie fortement et doit être pris en compte lors du choix des cultures. L'utilisation de variétés résistantes peut permettre de réduire considérablement les coûts de protection des cultures ainsi que la nocivité pour l'environnement, l'utilisateur et le consommateur.

Résistance induite

La résistance des plantes cultivées aux agents pathogènes et aux ravageurs peut aussi être favorisée sans modification génétique, par des facteurs biotiques et abiotiques : on parle alors de résistance induite. Les inducteurs de résistance biotiques peuvent être des virus, des champignons et des bactéries. Par exemple, une pré-immunisation a pu être obtenue grâce à l'inoculation artificielle de virus chez des végétaux. Les plantes sont ainsi devenues résistantes à une seconde infection par des virus phytopathogènes. Des infections primaires par champignons, bactéries, extraits de végétaux, de champignons et de bactéries ont aussi permis de déclencher des résistances induites.



De nombreux produits phytosanitaires servent à augmenter la résistance des plantes cultivées aux maladies fongiques essentiellement. Ces produits sont présentés dans le *Manual of Biocontrol Agents* (Guide des agents de biocontrôle)¹².

3.4.4 Lutte génétique contre les ravageurs nuisibles et biotechnologie

Au cours des vingt dernières années, l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dans l'agriculture s'est étendue aux États-Unis et au Canada, et aussi dans les pays en développement. Les OGM représentent désormais 185 millions d'hectares de cultures dans le monde¹³. La situation est toutefois très variable d'un pays à un autre. Dans de nombreux pays en développement, comme en Europe, les OGM suscitent la controverse.

Les OGM cultivés sur de vastes surfaces se trouvent principalement en Argentine, au Brésil, en Chine et en Inde. Il s'agit essentiellement de coton résistant aux nuisibles (Amérique du Nord, Asie et Afrique) et de soja résistant aux herbicides (Amérique latine).

Le développement des OGM visait notamment à sélectionner des variétés de coton, de maïs et de colza résistantes aux organismes nuisibles (en particulier par l'introduction de gènes de la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) en vue de l'utilisation de son endotoxine). Les recherches menées depuis sur la biofortification, par exemple en vue de l'enrichissement du riz en vitamine A (production de caroténoïde) ou de la sélection de bananes hébergeant un vaccin contre l'hépatite, n'ont jusqu'à présent abouti à aucune application significative.

La diffusion commerciale est limitée notamment par le coût élevé des semences et d'autres intrants, qui rend ce type de cultures peu attrayant dans l'agriculture paysanne des pays en développement. Lorsque l'on compare les bénéfices et les risques à court terme, les plantes agricoles génétiquement modifiées jouent un rôle secondaire dans la réduction de la pauvreté. À court terme, des méthodes alternatives, comme la sélection végétale traditionnelle et la lutte intégrée des végétaux, semblent plus prometteuses pour augmenter la productivité des petites exploitations agricoles, ce qui est indispensable et urgent. La culture de coton génétiquement modifié pourrait faire figure d'exception : en Inde, par exemple, diverses études ont montré qu'elle a permis d'augmenter les revenus de petits agriculteurs sous contrat et de réduire par ailleurs l'utilisation de pesticides, donc les risques pour l'Homme et l'environnement¹⁴.

L'évaluation des chances et des risques, qui plaident pour ou contre l'introduction d'organismes génétiquement modifiés, reste très hétérogène, même après plus de quinze ans d'utilisation dans l'agriculture. Le recours au génie génétique dans le secteur agricole suscite un vif intérêt dans l'opinion publique et a engendré une forte polarisation. Toutefois, le génie génétique se développe rapidement ces dernières années et le très efficace outil CRISPR-CAS permet désormais de produire des variétés résistantes à la sécheresse ou à la salinité, ce qui peut être très intéressant pour les petits exploitants et pour l'agriculture biologique à l'ère du changement climatique.

¹² www.bcp.org/product/manual-of-biocontrol-agents-online (version : 02/08/2017) ou BCPC 2014. Manual of Biocontrol Agents. 5e édition. British Crop Production Council. Hamshire, Royaume-Uni

¹³ Transparenz Gentechnik www.transgen.de d'après les données de ISAAA.org (version : 10/08/2017).

¹⁴ GIZ 2015. Themeninfo : Gentechnisch veränderte Organismen in der Landwirtschaft (« Dossier thématique : les organismes génétiquement modifiés dans l'agriculture »).

Le ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ) a pris clairement position contre l'utilisation d'OGM. Le « Cadre de référence » publié en avril 2016 précise que l'utilisation de semences génétiquement modifiées n'est pas promue activement par les projets de la coopération technique allemande, par exemple dans le cadre de démonstrations sur site¹⁵.

Les chapitres suivants postulent une utilisation des produits phytopharmaceutiques limitée au strict nécessaire et à un niveau – tel que défini par la FAO et l'OMS pour la lutte intégrée – justifié du point de vue économique et réduisant ou minimisant le risque pour la santé humaine et/ou pour l'environnement. C'est aussi ce que prévoit l'article 2 de la loi allemande sur la protection des végétaux en matière d'utilisation de produits phytopharmaceutiques chimiques dans le cadre de la PIV.

3.5 Mesures phytosanitaires chimiques

Ce chapitre traite dans un premier temps de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans les pays partenaires. La section 3.5.2 présente ensuite les réglementations internationales relatives à l'utilisation de produits phytosanitaires et les dispositions légales relatives à la manipulation des produits phytopharmaceutiques dans l'Union européenne et dans les pays partenaires (sections 3.5.3 et 3.5.4). Le chapitre se termine par la formation à la manipulation des produits phytosanitaires, les critères de la GIZ pour la sélection des produits phytosanitaires (sections 3.5.5 et 3.5.6) ainsi que la qualité du matériel d'application (section 3.5.7).

3.5.1 Utilisation de produits phytopharmaceutiques

Les PPP chimiques sont souvent qualifiés de pesticides dans le langage courant. Ce terme générique désigne l'ensemble des produits chimiques de synthèse destinés à protéger les végétaux ou les produits d'origine végétale contre des animaux, des plantes, des microorganismes ou des maladies. Les produits qui éradiquent les végétaux (herbicides), qui régulent la croissance ou qui inhibent la germination, ainsi que les biocides, sont également désignés par le terme de pesticides¹⁶.

Les biocides sont des produits utilisés contre les organismes nuisibles dans le secteur non agricole. Ils agissent par voie chimique pour détruire les nuisibles, les repousser, les rendre inoffensifs ou empêcher les dégâts. En outre, les biocides sont importants pour endiguer les maladies, comme le paludisme.

Les PPP chimiques agissent comme un poison sur les organismes cibles, mais pas nécessairement sur d'autres organismes. Leur manipulation incorrecte dans l'agriculture (par ex. mesures de protection insuffisantes, dosage trop élevé, élimination non conforme) peut néanmoins avoir des effets nocifs directs et indirects sur l'environnement et la santé humaine.

L'utilisation impropre de PPP chimiques dans l'agriculture peut engendrer la présence de résidus dans l'alimentation et nuire durablement à l'écosystème. Certains pesticides peuvent causer de graves problèmes de santé chez l'utilisateur, mais aussi chez le consommateur.

¹⁵ BMZ : Referenzrahmen für Entwicklungspartnerschaften im Agrar- und Ernährungssektor (Cadre de référence pour les partenaires de développement dans le secteur agroalimentaire) (version : avril 2016)

¹⁶ Définition d'après la directive européenne 2009/128/EG

La réduction des risques est prioritaire lors de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques chimiques



D'après les données de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'utilisation, le stockage et l'application incorrects de produits phytosanitaires entraînent chaque année de nombreuses intoxications dans le monde, dont les principales victimes sont les petits exploitants agricoles et les enfants des pays en développement.

L'accès à une gamme limitée de PPP chimiques, la vente non contrôlée des PPP et le manque de connaissances spécialisées et de conseils dans les pays en développement conduisent souvent à une utilisation impropre (par ex. utilisation de substances non adaptées, mauvais dosage, copies de mauvaise qualité). En outre, les mesures de protection prescrites pour la manipulation de produits phytosanitaires dangereux sont souvent enfreintes, en partie à cause du manque d'informations sur leur dangerosité, ou parce que l'équipement de protection est trop coûteux ou impossible à acheter sur place. Les produits sont souvent appliqués par des ouvriers (par ex. dans la culture de plantes ornementales). Or, les exploitations prennent généralement peu, voire pas de mesures pour protéger leurs travailleurs ou l'environnement.

Les enfants sont particulièrement exposés aux produits phytosanitaires, durant tout le cycle de vie des produits (achat, transport, stockage, utilisation, élimination des résidus et des emballages). Les enfants ne devraient jamais être employés à appliquer des produits phytosanitaires, comme c'est parfois le cas. Dans ses fiches de conseil et de formation, la GIZ insiste sur le risque particulier que représentent les produits phytosanitaires pour les enfants et recommande des mesures de protection adaptées.

Dans certains pays en développement, l'enregistrement, le stockage et le transport des produits phytosanitaires posent également problème. Il n'y a pas de systèmes de collecte et d'élimination sécurisée des emballages vides de produits phytopharmaceutiques. Par ailleurs, de nombreux pays en développement sont confrontés au problème de l'élimination sécurisée des produits phytopharmaceutiques périmés. Dans de nombreux pays, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la GIZ et d'autres organisations ont contribué à la destruction de produits phytopharmaceutiques périmés devenus inutilisables, appelés stocks de pesticides obsolètes (*obsolete pesticide stocks*), en assurant une élimination et un recyclage conformes aux bonnes pratiques.

3.5.2 Réglementations internationales relatives à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques

Outre le cadre législatif national (voir section 3.5.3), il existe une série d'accords internationaux (conventions). Pour lutter contre les effets négatifs des PPP synthétiques et d'autres substances dangereuses, les Nations unies ont élaboré différents outils de portée mondiale qui régissent l'utilisation de ces produits et ont été acceptés par tous les pays, par le secteur phytopharmaceutique et par les organisations non gouvernementales.

Il s'agit du Code de conduite international sur la gestion des pesticides (*The International Code of Conduct on Pesticide Management*) de la FAO et de l'OMS, de la Convention de Rotterdam (ou Convention PIC), de la Convention de Stockholm (ou Convention sur les polluants organiques persistants - POP) et du Protocole de Montréal. Le Code de conduite international régit la distribution et l'utilisation des pesticides (il définit notamment la responsabilité des autorités publiques et de l'industrie des produits phytopharmaceutiques), la Convention de Rotterdam, le commerce de produits chimiques et pesticides dangereux, la Convention de Stockholm, la manipulation des composés organochlorés persistants et le Protocole de Montréal, l'utilisation des produits chimiques qui appauvrissent la couche d'ozone, comme le bro-

Des réglementations internationales de portée mondiale



mure de méthyle. Tous les pays industrialisés et de nombreux pays en développement ont transposé ces trois accords dans leur droit national. Signalons la Convention de Bâle,¹⁷ qui régit les mouvements transfrontières et le transfert de marchandises dangereuses et qui joue de ce fait un rôle important dans l'élimination des PPP et des résidus de PPP.

La Convention internationale pour la protection des végétaux (*International Plant Protection Convention*)¹⁸ réglemente la quarantaine destinée à protéger les ressources phylogénétiques contre les organismes nuisibles et à empêcher la dissémination d'organismes nuisibles par les échanges internationaux.

3.5.3 Législation relative aux produits phytopharmaceutiques dans l'UE

De façon générale, les produits phytopharmaceutiques sont soumis à autorisation dans tous les pays de l'Union européenne. En Allemagne, c'est l'Office fédéral pour la protection des consommateurs et la sécurité alimentaire (*Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, BVL) qui en est chargé. Il coopère avec trois organismes d'évaluation : l'Office fédéral pour l'évaluation des risques (*Bundesamt für Risikobewertung*, BfR), l'Institut Julius Kühn (JKI) et l'Office fédéral de l'environnement (*Umweltbundesamt*, UBA).

L'autorisation des produits phytopharmaceutiques dans l'Union européenne est régie par la directive 1107/2009. Ce processus comporte deux étapes. Tandis qu'une autorisation des substances actives est accordée au niveau européen, les États membres décident eux-mêmes de l'autorisation de produits phytopharmaceutiques (formules établies à partir d'une ou de plusieurs substances actives complétées de co-formulants). L'autorisation communautaire de la substance active est donc la condition préalable à l'autorisation des PPP dans une zone donnée¹⁹.

Étant donné que l'autorisation repose sur le principe de la demande, que les critères du dossier sont très stricts et que, par conséquent, les demandes sont très coûteuses pour les entreprises, les demandes sont déposées en fonction du marché potentiel de l'Union européenne. C'est la raison pour laquelle la gamme des produits autorisés correspond aux cultures qui ont un grand poids économique dans l'Union européenne.

Les autorisations de produits phytopharmaceutiques dans l'Union européenne pour des cultures pratiquées dans les régions tropicales sont plutôt rares. Le fait qu'une autorisation ne soit pas accordée dans l'Union européenne ne signifie pas nécessairement que les produits concernés sont dangereux et qu'ils ne se prêtent pas à une utilisation dans les pays partenaires. À l'inverse, une autorisation accordée dans l'Union européenne ne signifie pas automatiquement que le produit phytopharmaceutique en question peut être utilisé sans risque dans les pays en développement.

C'est la raison pour laquelle la directive de la GIZ relative à l'achat de produits phytopharmaceutiques, de biocides et d'autres produits agrochimiques prend appui sur les classements effectués par des organismes techniques nationaux, régionaux et internationaux et sur les bases juridiques correspondantes. À cet égard, le Code de conduite international sur la gestion des

¹⁷ www.basel.int

¹⁸ www.ippc.int (FAO)

¹⁹ Évaluation de PPP par un État membre représentant d'une zone (sud, centre, nord), suivie par une procédure abrégée dans la zone, avec reconnaissance mutuelle et transzonale (par ex. pour l'utilisation dans des serres ou pour traiter des semences).



pesticides²⁰ est particulièrement important (commerce et manipulation des PPP), de même que son application.

Ce processus d'autorisation en deux étapes dans l'Union européenne s'applique également aux produits phytopharmaceutiques biologiques (biopesticides). Pour ces produits, certains critères et exigences diffèrent²¹. L'analyse et l'évaluation des risques de ces produits phytopharmaceutiques biologiques, ainsi que leur enregistrement et éventuelle autorisation de mise sur le marché peuvent s'avérer particulièrement difficiles et fastidieux en raison du manque d'expérience des autorités compétentes en la matière. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) accompagne les gouvernements de ses États membres dans ce processus²².

3.5.4 Législation relative aux produits phytopharmaceutiques dans les pays partenaires

En cas d'utilisation incorrecte, les produits phytopharmaceutiques (PPP) peuvent poser des risques substantiels pour la santé humaine et l'environnement en raison de leurs propriétés dangereuses. C'est la raison pour laquelle leur utilisation, leur stockage et leur élimination sont réglementés par des autorisations nationales et régionales ainsi que par des conventions, accords et instruments internationaux. Les gouvernements nationaux sont responsables du respect de ces règles ; naturellement, les fabricants, les distributeurs et les utilisateurs de PPP en portent également la responsabilité.

L'enregistrement de PPP dans les pays en développement est une étape essentielle vers une gestion réglementée des PPP. Il est capital que ce processus soit transparent et que les normes de sécurité pour la protection de la santé humaine et de l'environnement soient respectées, y compris pour les PPP déjà autorisés.

Dans certains pays en développement, les procédures d'autorisation sont plutôt sommaires ou n'appliquent pas les conventions internationales, car l'autorisation est un processus complexe, long et coûteux. Étant donné que la mise en œuvre des dispositions réglementaires est lacunaire dans de nombreux pays, la GIZ a une responsabilité particulière quand des PPP et d'autres produits agrochimiques critiques sont achetés et utilisés dans le cadre de ses projets.

La législation nationale sur la protection des végétaux constitue la base de toutes les mesures prises par les autorités d'un pays, notamment : mesures de quarantaine, autorisation de produits et de dispositifs phytopharmaceutiques, contrôle de la qualité (contrôle des formules) des produits phytopharmaceutiques, tests de résidus dans les denrées alimentaires et l'environnement, attribution de licences et contrôle des échanges commerciaux, formation à la manipulation de produits phytopharmaceutiques (certificat de compétence), élimination de restes de produits phytopharmaceutiques et d'emballages vides, enregistrement de cas d'intoxication.

Les mesures de quarantaine ont pour objectif d'empêcher ou d'endiguer la dissémination d'organismes nuisibles dans un pays mais aussi hors des frontières nationales. Le but est d'em-

Les critères d'autorisation de PPP mettent en avant la protection des utilisateurs et des consommateurs

Législation sur la protection des végétaux – la base d'une bonne protection des végétaux

²⁰ Code de conduite international sur la distribution et l'utilisation des pesticides (dernière révision en 2013), FAO (cf. aussi section 3.5.2)

²¹ Les extraits végétaux et les phéromones sont soumis aux mêmes critères que les PPP chimiques. Les micro-organismes sont soumis à des critères spéciaux (souvent sensiblement réduits). Les organismes utiles ne sont pas régis par la directive européenne 91/414, mais, dans certains États membres, par la législation nationale.

²² www.oecd.org/chemicalsafety/pesticides-biocides/biological-pesticides.htm

pêcher l'introduction de nouveaux organismes nuisibles sur un territoire afin d'y protéger les cultures en réglementant de façon stricte l'importation et le transport de végétaux et de parties végétales potentiellement infestés d'organismes nuisibles.

Une législation nationale sur la protection des végétaux doit tenir compte des aspects économiques, écologiques et sociaux lors de l'application des mesures associées.

L'autorisation d'un produit phytopharmaceutique est accordée uniquement quand il est vérifié et prouvé que le produit en question :

- ▶ agit efficacement sur l'organisme ciblé et protège les végétaux ou les produits d'origine végétale ;
- ▶ ne contrevient pas aux exigences de protection de la santé humaine et animale et de l'environnement lors de son transport et son commerce ;
- ▶ n'a pas d'effets nocifs sur la santé humaine et animale et sur l'environnement ni d'autres retombées négatives s'il est utilisé conformément à sa destination et dans les règles de l'art.

Les produits phytopharmaceutiques sont autorisés pour une durée limitée par une autorité publique indépendante, après vérification par des organismes nationaux et/ou internationaux.

L'autorisation doit s'accompagner d'obligations pour le fabricant/le distributeur qui concernent la distribution, l'utilisation et l'élimination du produit concerné.

Dans un certain nombre de pays fortement réglementés, par exemple dans l'Union européenne, le principe de précaution est recommandé : une autorisation est compromise s'il existe par exemple une incertitude scientifique quant à l'innocuité des produits phytopharmaceutiques faisant l'objet de la demande d'autorisation sur la santé humaine et animale ou sur l'environnement.

L'autorisation peut être limitée à l'utilisation pour certaines cultures (indication), à certaines périodes de l'année et à certains utilisateurs, par exemple les services publics de protection des végétaux. La tolérance des abeilles est un critère essentiel à prendre en compte lors de la sélection d'insecticides.

La qualité souvent insuffisante des produits phytopharmaceutiques est un problème qui se pose surtout dans les pays en développement. Les effets secondaires des produits phytopharmaceutiques y sont souvent plus dangereux, car ces derniers sont contaminés ou la concentration de leurs substances actives n'est pas respectée précisément. Les organes publics doivent donc procéder au contrôle continu de la qualité des produits phytopharmaceutiques.

Les fabricants/revendeurs sont tenus de suspendre la vente de leur produit et/ou de le retirer du marché en cas de problème.

Si les denrées alimentaires contiennent des résidus de produits phytopharmaceutiques à une teneur excessive, alors il y a un risque pour le consommateur ; ce dépassement des limites maximales de résidus peut être dû notamment au non-respect des temps d'attente et/ou à l'utilisation de trop grandes quantités de produit. Les contrôles permanents de résidus dans les produits alimentaires, surtout dans les fruits et légumes frais, locaux comme importés, permettent de déceler à temps ce type de risque. Les résultats des contrôles de résidus doivent être publiés.

Les contrôles des formules garantissent la qualité d'un produit phytopharmaceutique

Les contrôles de résidus protègent le consommateur



La sécurité alimentaire ne peut s'améliorer que si les connaissances et les constats faits sur les résidus sont intégrés au processus de production, par exemple sous forme de conseils qui sont ensuite transmis aux exploitants agricoles ou par le développement d'autres procédés de stockage ou de transformation. Concernant le conseil et la vulgarisation agricoles dans les pays en développement, l'analphabétisme des utilisateurs et l'absence de traduction de la documentation et des consignes d'utilisation des PPP dans les langues locales posent souvent problème. Quand des personnes sont identifiées comme étant à l'origine des résidus, des sanctions conséquentes doivent être prononcées.

Pour limiter les risques lors de la distribution et de la conservation des produits phytopharmaceutiques, seuls des revendeurs certifiés doivent pouvoir stocker et vendre lesdits produits. L'attribution de licences est assortie de certaines obligations relatives aux qualifications du revendeur, comme un certificat de compétence, et à l'équipement de l'espace de stockage et de vente. Par exemple, les produits phytopharmaceutiques ne doivent pas être entreposés au même endroit que des denrées alimentaires et doivent être impérativement stockés dans des locaux ou des armoires verrouillés et vendus uniquement à des adultes. Les PPP toxiques doivent être stockés séparément dans des armoires à poison. L'emballage et l'étiquetage doivent être également conformes aux normes. Seuls les produits phytopharmaceutiques autorisés peuvent être vendus. Les infractions graves donnent généralement lieu au retrait de la licence.

L'étiquetage obligatoire vaut pour tous les PPP en vue de la classification des risques associés. En fonction du degré de dangerosité des produits, ces risques doivent être indiqués sur l'étiquette à l'aide de symboles de danger, conformément au Code de conduite de la FAO/l'OMS et des critères du Système général harmonisé (SGH),²³ en employant en particulier les pictogrammes (symboles graphiques) prescrits par le SGH.

L'élimination des restes de produits phytopharmaceutiques et/ou de leur emballage est de plus en plus source de problèmes dans certains pays. Il existe parfois depuis plusieurs années des programmes volontaires pour éliminer les restes de PPP et leurs emballages (voir également les Directives de la FAO/l'OMS sur les options de gestion des emballages de pesticides vides, *FAO/WHO Guidelines on Management Options for Empty Pesticide Containers*²⁴).

Aujourd'hui, il existe une procédure d'homologation pour les PPP prise en charge par une autorité spécifique dans de nombreux pays en développement. Cette dernière dépend généralement du ministère de l'Agriculture, parfois aussi du ministère de la Santé ou de l'Environnement. Ces autorités publiques, chargées de l'évaluation des dossiers d'enregistrement, des contrôles et de la surveillance ou encore de la mise en œuvre des conventions internationales, sont souvent débordées, notamment par manque de ressources. Les responsables des projets ont donc une responsabilité de taille dans l'achat, la manipulation et l'utilisation de PPP.

3.5.5 Formation à la manipulation des produits phytopharmaceutiques

La formation des personnes amenées à manipuler des PPP nécessite dans de nombreux pays industrialisés une certification officielle réglementaire. Dans l'Union européenne, les réglementations sur la certification sont harmonisées. La directive 2009/128/CE oblige les États membres à veiller à ce que tous les utilisateurs professionnels, les distributeurs et les

Étiquetage obligatoire pour les produits dangereux

Savoir manipuler les PPP nécessite une certification et une formation continue

²³ www.ghs-label.com

²⁴ www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Containers08.pdf

conseillers aient accès à une formation initiale et continue appropriée, dispensée par des organismes désignés par les autorités compétentes²⁵. Il peut s'agir aussi bien d'une formation initiale que d'une formation continue destinée à acquérir ou à mettre à jour les connaissances nécessaires. La formation continue doit permettre aux utilisateurs, distributeurs et conseillers d'acquérir les connaissances requises sur les thèmes énumérés à l'annexe I de cette directive, en tenant compte de leurs différents rôles et responsabilités.

Les thèmes de la formation continue prévus par l'annexe I de l'article 5 sont les suivants :

1. Intégralité de la législation applicable en ce qui concerne les pesticides et leur utilisation.
2. Existence de produits phytopharmaceutiques illégaux (contrefaçons), risques qu'ils présentent, et méthodes d'identification de ces produits.
3. Dangers et risques associés aux pesticides, et moyens disponibles pour les détecter et les maîtriser, en particulier :
 - risques pour les êtres humains (utilisateurs, riverains, etc.) et facteurs aggravants tels que le tabagisme ;
 - symptômes d'un empoisonnement par les pesticides et mesures de première urgence ;
 - risques pour les plantes non cibles, les insectes utiles, la faune sauvage, la biodiversité et l'environnement en général.
4. Stratégies et techniques de lutte intégrée des végétaux, stratégies et techniques d'agriculture intégrée, principes de l'agriculture biologique, méthodes de lutte biologique contre les organismes nuisibles, informations sur les principes généraux et les lignes directrices spécifiques aux différentes cultures ou secteurs qui s'appliquent en matière de lutte intégrée contre les ennemis des cultures.
5. Initiation à l'évaluation comparative au niveau de l'utilisation, afin d'aider les utilisateurs professionnels à faire le choix le plus approprié de pesticides ayant le moins d'effets secondaires possibles sur la santé humaine, les organismes non cibles et l'environnement, dans une situation donnée, parmi tous les produits autorisés pour remédier à un problème donné d'ennemi des cultures.
6. Mesures visant à réduire au minimum les risques pour les êtres humains, les organismes non visés et l'environnement : méthodes de travail sûres pour le stockage, la manipulation et le mélange des pesticides, ainsi que pour l'élimination des emballages vides, des matériaux contaminés et des pesticides excédentaires ; méthodes préconisées pour limiter l'exposition de l'opérateur (équipements de protection individuelle).
7. Approches basées sur le risque, tenant compte des variantes locales du bassin d'alimentation comme le climat, le type de sol et de culture, et le dénivelé.
8. Procédures pour préparer le matériel d'application des pesticides avant l'utilisation, notamment pour l'étalonnage, et pour faire en sorte que son fonctionnement présente le moins de risques possibles pour l'utilisateur, pour les autres personnes et les espèces animales et végétales non visées, pour la biodiversité et l'environnement, y compris les ressources en eau.
9. Utilisation et entretien du matériel d'application des pesticides, techniques spécifiques de pulvérisation (par exemple, pulvérisation à (ultra) faible volume et buses antidérive) ; objectifs du contrôle technique des pulvérisateurs de pesticides en service, et méthodes pour améliorer la qualité de la pulvérisation. Risques particuliers liés à l'utilisation d'équipement manuel d'épandage de pesticides ou de pulvérisateur à dos et mesures adéquates de gestion des risques.

²⁵ 2009/128/EG du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable, article 5



10. Mesures d'urgence pour protéger la santé humaine et l'environnement, y compris les ressources en eau, en cas de déversement accidentel, de contamination ou d'événements climatiques exceptionnels pouvant donner lieu au lessivage de pesticides.
11. Mesures particulières dans les zones protégées.
12. Structures de surveillance sanitaire et d'accès aux soins pour signaler tout incident ou incident supposé.
13. Consignation de toute utilisation de pesticides, conformément à la législation applicable.

En Allemagne, par exemple, cette directive est transposée dans la loi sur la protection des végétaux (Pflanzenschutzgesetz, PflSchG) du 06/02/2012, conjointement avec l'ordonnance sur la certification relative à la protection des végétaux (Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung) du 27/06/2013.

L'article 9 de la loi allemande sur la protection des végétaux définit les critères personnels pour les utilisateurs et les distributeurs de produits phytopharmaceutiques ainsi que pour les conseillers en matière de protection des végétaux. D'après ce paragraphe, seules ces personnes ont le droit :

- ▶ d'utiliser des produits phytopharmaceutiques (PPP) ;
- ▶ de donner des conseils sur la protection des végétaux et l'utilisation de PPP dans le cadre de leur activité professionnelle ou comme service commercial ;
- ▶ de guider ou superviser des personnes qui utilisent des PPP dans le cadre d'un apprentissage ou d'une activité auxiliaire ;
- ▶ de commercialiser des produits phytopharmaceutiques ;
- ▶ de commercialiser des produits phytopharmaceutiques par Internet, y compris dans le cadre d'activités non commerciales s'ils disposent d'un certificat de compétence délivré par l'autorité compétente.

En outre, à compter de l'octroi du premier certificat de compétence, les personnes qualifiées disposent de trois ans pour suivre obligatoirement l'une des formations initiales et continues reconnues par l'autorité compétente. Une fois adaptées, ces formations²⁶ et réglementations peuvent également servir d'orientation dans les pays en développement.

3.5.6 Critères généraux de la GIZ pour le choix des produits phytopharmaceutiques

La GIZ applique les principes suivants de lutte intégrée des végétaux :

- ▶ l'utilisation des PPP doit être réduite au minimum ;
- ▶ en cas d'utilisation de PPP, les produits utilisés doivent être spécifiques à l'organisme nuisible, adaptés au contexte et appliqués en s'accompagnant du minimum de risques possible ;
- ▶ une classification des substances actives en fonction de leur dangerosité et une évaluation des risques dans les conditions des pays partenaires doivent être établies ;
- ▶ les produits sélectionnés doivent être utilisés conformément à leur destination et dans les règles de l'art ;
- ▶ les restes et les emballages de produits phytopharmaceutiques doivent être utilisés et éliminés dans les règles.

Dispositions
obligatoires de la GIZ
pour l'achat de PPP

²⁶ En Allemagne, les procédures et contenus sont normalisés et soumis à un contrôle de qualité.

Procédure de sélection des PPP

Il en résulte une procédure en trois étapes, assortie de questions et recommandations visant à respecter les critères de la lutte intégrée des végétaux et à minimiser les risques liés à la manipulation de PPP dans les pays partenaires :

1. L'utilisation de PPP dans le cadre de la lutte intégrée des végétaux est-elle indispensable ou existe-t-il d'autres possibilités, notamment des procédés non chimiques ?
2. Quel PPP, utilisé de manière appropriée et conforme, présente le danger/risque le plus faible par rapport aux aspects suivants :
 - absence de risques sanitaires inacceptables ;
 - pollution environnementale (contamination de l'eau/des sols/de l'air) ;
 - organismes utiles et/ou autres insectes, par ex. abeilles ;
 - manipulation des PPP (quelle technique d'application ou quel traitement, par ex. enrobage, peut minimiser le contact avec le PPP) ;
 - absence de résidus inacceptables dans les récoltes ;
 - formation de résistance chez l'agent pathogène/l'organisme nuisible pour une efficacité maximale contre l'agent pathogène/la maladie ?
3. L'épandage est conforme aux dispositions et à l'étiquetage, selon la concentration indiquée, c'est-à-dire conforme aux usages énumérés dans la procédure d'homologation et effectué à l'aide de vêtements de protection et dans le respect des mesures de protection recommandées. L'élimination conforme des emballages de PPP ainsi que le nettoyage du matériel d'application sont obligatoires pour toute utilisation.

La directive relative à l'achat de PPP de la GIZ comprend également d'autres critères à prendre en compte lors du choix de PPP ; fondamentalement, le PPP doit toujours être homologué/enregistré dans le pays.

- ▶ à la Convention de Stockholm, à la Convention de Rotterdam ou au Protocole de Montréal, les formules ou substances considérées par l'OMS comme extrêmement dangereuses (classe Ia) ou dangereuses (classe Ib) ou les substances classées comme cancérigènes, mutagènes et/ou toxiques pour la reproduction (SGH carc/muta/repro classes 1 et 2) par le Système général harmonisé (SGH). Il s'agit entre autres des insecticides suivants : DDT, lindane, endosulfan, méthamidophos, parathion-méthyl, monocrotophos, bromométhane. L'achat de PPP contenant des substances actives qui ont été soumises à la Convention de Stockholm en vue de leur inscription est également interdit. La liste des substances actives est continuellement mise à jour.
- ▶ Dans des cas exceptionnels seulement, et après due vérification et justification de chaque cas, les PPP dont les substances actives sont énumérées dans les documents suivants pourront être achetés : liste de notification de la Convention de Rotterdam (annexe 3), liste de substances particulièrement dangereuses établie par Pestizid Aktions-Netzwerks e.V. (PAN) et liste de substances non autorisées par l'Union européenne (CE) 1107/20098.
- ▶ Les produits considérés comme modérément dangereux par l'OMS (Classe de danger II de l'OMS) et inscrits à la classe 3 du SGH pourront être utilisés dans le respect strict des mesures de protection (protection des travailleurs et des utilisateurs) et uniquement par des utilisateurs formés à cette fin.

Si leur manipulation est appropriée et conforme aux fiches techniques et à l'étiquetage correspondants, et s'ils ne sont pas en conflit avec les autres classifications, les PPP autorisés par l'Union européenne (n° CE) et considérés par l'OMS comme peu dangereux (classe de danger III de l'OMS) ou sans grave danger (tableau 5 de l'OMS) sous réserve d'une utilisation conforme, pourront être utilisés.



3.5.7 Qualité du matériel d'application

Le respect des normes de sécurité et de qualité du matériel d'application des PPP fait partie intégrante de la protection appropriée et conforme des végétaux dans l'esprit de la lutte intégrée. Le dosage exact, la prévention de la dérive et d'autres facteurs sont essentiels pour garantir l'effet escompté du PPP et en minimiser les effets secondaires. Il en va de même de la manipulation lors du remplissage puis du nettoyage du matériel. Dans de nombreux pays, la loi prescrit un contrôle technique régulier du matériel d'application et prévoit une vérification périodique des normes de sécurité et de qualité du matériel. En Allemagne, par exemple, ce contrôle a lieu tous les trois ans²⁷. Dans de nombreux pays en développement, de telles dispositions juridiques sont inexistantes ; il existe parfois des procédures volontaires ou des certifications propres à une entreprise, qui garantissent une certaine norme de qualité.

À chaque utilisation de PPP, il est d'abord indispensable de s'assurer de la qualité et du fonctionnement exact du matériel servant à l'application, en particulier des buses. Il convient de veiller à ce que le type d'appareil ait déjà été testé et à ce qu'un certificat correspondant ait été émis, accompagné d'un rapport de test. Pour les pulvérisateurs à dos, utilisés dans de nombreux pays et pour diverses cultures, il existe des tests internationaux²⁸ utiles pour vérifier le matériel avant utilisation.

La pulvérisation aérienne de PPP est interdite dans l'Union européenne ou nécessite des autorisations exceptionnelles strictement contrôlées (art. 9, 2009/128/UE).

3.6 Particularités appliquées à la protection des denrées stockées

Par rapport à la protection des végétaux, la protection des denrées stockées repose en partie sur d'autres critères, l'objectif étant d'éviter les pertes de produits d'origine végétale déjà récoltés. En première considération, la protection des denrées stockées arrive après la production agricole dans la chaîne de valeur et, par conséquent, les critères du seuil de nuisibilité ne sont pas les mêmes que pour les cultures. Dans certains cas extrêmes, la tolérance envers les organismes nuisibles peut être quasi-nulle, par exemple si des coléoptères nuisibles infestent un grand entrepôt et qu'ils menacent de se propager rapidement à défaut d'une intervention rapide.

Les méthodes techniques et culturales ne sont pas naturellement indiquées pour la protection des denrées stockées. La sélection est théoriquement envisageable. Toutefois, la tolérance envers les ravageurs nuisibles des stocks ne fait pas partie actuellement des objectifs prioritaires de sélection pour les cultures en question.

Les procédés mécaniques et physiques au sens le plus large englobent les mesures préventives, relatives notamment à la construction (à savoir construire des entrepôts aussi étanches que possible aux insectes). Les silos métalliques hermétiques de petite taille permettent un stockage durable sur les exploitations agricoles à condition que les denrées entreposées soient suffisamment sèches et que les silos ne soient pas directement exposés au soleil, afin d'éviter la condensation et la détérioration suite à l'apparition de moisissures. Recouvrir de

Exiger les certificats pour le matériel d'application

Veiller au contrôle technique (TÜV) du matériel d'application

La protection des denrées stockées repose sur d'autres critères

La protection des stocks recourt à des produits biologiques et chimiques

²⁷ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Office bavarois de l'agriculture) www.lfl.bayern.de (version : mai 2017)

²⁸ www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Old_guidelines/Vol1_Agri_application.pdf

tôles les poteaux sur lesquels sont souvent construits les greniers des exploitations agricoles peut permettre de repousser les rongeurs.

L'hygiène du site de stockage, à savoir l'ordre et la propreté, est un autre axe de prévention essentiel. Le principe de base consiste à éliminer tout recoin propice aux organismes nuisibles aux stocks (par exemple, les rats aiment se nicher dans les objets entassés) et à ne pas laisser de restes de grains de céréales ou d'autres produits, susceptibles d'attirer des ravageurs et de les nourrir. Généralement, avant une nouvelle récolte, les entrepôts sont vides ou n'abritent plus que des restes de stocks. Il est recommandé d'utiliser ces produits en partie pourris ou infestés ou de les éliminer et de nettoyer entièrement l'entrepôt vide (désinfection) afin que les nouvelles récoltes puissent être stockées dans un lieu exempt de nuisibles et de maladies.

Le stockage hermétique des céréales et des légumineuses a de nouveau gagné du terrain au cours des dernières années. Il est en partie utilisé dans les entrepôts, mais essentiellement pour de petites quantités de denrées stockées. Il peut se faire au moyen de fûts traditionnels et, surtout, des sacs en plastique récemment mis au point. Ces sacs multicouches peuvent être fabriqués sur place à un coût relativement bas et sont donc bien mieux acceptés que les systèmes précédents. Le stockage dans ces sacs entraîne une asphyxie par raréfaction de l'oxygène qui est respiré, ce qui conduit à la mort progressive des organismes nuisibles.

L'ensemble des mesures destinées à prévenir, détecter et lutter contre les organismes nuisibles (trois dimensions) est qualifié de « lutte intégrée des denrées stockées ». Les lignes directrices correspondantes sont à définir et à appliquer.

Parmi les procédés biologiques appliqués au secteur agricole, la lutte contre le grand capucin du maïs (*Prostephanus truncatus*) par les prédateurs *Teretriosoma nigrescens* s'est avérée particulièrement efficace en Afrique de l'Ouest et de l'Est. Cet insecte utile originaire d'Amérique centrale s'est établi durablement en Afrique et contribue à contenir à un niveau relativement faible les pertes causées par le grand capucin du maïs dans les stocks de maïs et les cossettes de manioc. Les grands entrepôts n'offrent pas de conditions de vie adaptées aux parasitoïdes utiles (par ex. mangeurs d'œufs ou de larves), lesquels doivent donc être régulièrement réintroduits. Cette pratique est peu répandue en raison de l'investissement impliqué ainsi que de l'effet relativement modéré de ces organismes utiles.

Pour la protection des stocks, les appâts servent principalement au suivi des infestations de nuisibles. Dans les grands entrepôts, les pièges à phéromones permettent de surveiller en permanence l'évolution des populations d'organismes nuisibles afin de pouvoir prendre des mesures rapides pour contrer un éventuel développement. Les procédés qui permettent de réduire une population (technique de confusion, appâts pour la ponte) restent encore peu utilisés. Il serait souhaitable de les diffuser plus largement.

À l'inverse des appâts, les répulsifs servent à repousser les organismes nuisibles. Ces répulsifs, essentiellement à base de substances végétales, font assez souvent partie des pratiques agricoles traditionnelles car certaines de ces substances ont une bonne efficacité. Dans la mesure où ces substances ne nuisent pas aux denrées entreposées (ce qui pourrait être le cas par exemple avec l'adjonction de piment), ces pratiques semblent tout à fait acceptables.

Il existe également diverses substances d'origine végétale ayant un effet insecticide, comme les préparations à base de margousier (neem). Leur utilisation a été introduite dans de nom-



breux projets et certaines sont désormais largement répandues. Dans certains cas, par exemple pour le traitement de légumineuses à grains avec de l'huile de margousier, il faut auparavant faire subir un nettoyage spécial aux denrées, notamment par plusieurs lavages successifs.

Les produits chimiques destinés à protéger les denrées entreposées sont bien acceptés dans les exploitations agricoles en raison de leur efficacité ; toutefois, ils sont associés à des risques spécifiques. On distingue deux groupes de produits utilisés pour la protection des stocks, aux propriétés et aux techniques d'application complètement différentes : les fumigants et différentes formules d'insecticides de contact.

Parmi les agents de fumigation, et suite à l'interdiction du bromure de méthyle, seules les préparations à base d'hydrogène phosphoré (phosphore d'aluminium et de magnésium) entrent en ligne de compte pour les projets de la GIZ. Il convient de rappeler clairement que ces produits, en raison de leur extrême toxicité et de leur forte capacité de pénétration, présentent un danger potentiel très élevé pour leurs utilisateurs et pour les tiers. Ils ne doivent être manipulés que par des utilisateurs formés et certifiés, en aucun cas par des exploitants ou des ouvriers agricoles non qualifiés à cette fin. Une fumigation peut être indiquée dans un grand entrepôt de céréales (par ex. silos) ou dans des conteneurs destinés à l'exportation (par ex. cacao), mais en aucun cas dans des exploitations agricoles. Dans de nombreux pays, des fumigants sont toutefois vendus à tout un chacun sous forme de granulés, ce qui engendre de multiples risques sanitaires et des utilisations impropres qui contribuent notamment au développement de résistances chez les organismes nuisibles. Dans ce domaine, le chemin à parcourir en matière de conseil et de réglementation est encore long, à tous les niveaux.

Les insecticides de contact destinés à protéger les denrées stockées peuvent être appliqués par pulvérisation, poudrage ou nébulisation. En cas d'utilisation impropre, notamment de mauvais dosage, le principal risque consiste à administrer au produit traité des quantités de substance trop élevées, ce qui entraîne un dépassement des limites maximales et un risque pour la santé des consommateurs. Ces produits destinés à la protection des stocks servent à traiter les espaces de stockage (surfaces et atmosphère), mais aussi les végétaux eux-mêmes. La dose d'utilisation maximale est souvent proche des limites maximales de résidus recommandées ou autorisées par la loi. Étant donné que l'utilisation correcte de ces produits ne peut généralement pas être garantie, ils ne sont en aucun cas à recommander sans réserve. Ils doivent être manipulés uniquement par des utilisateurs suffisamment formés. Les autres moyens de lutte présentés précédemment sont à privilégier.



4

La protection des cultures dans les systèmes biologiques d'exploitation des terres



« L'agriculture biologique est un système de production qui maintient et améliore la santé des sols, des écosystèmes et des personnes. Elle s'appuie sur des processus écologiques, la biodiversité et des cycles adaptés aux conditions locales, plutôt que sur l'utilisation d'intrants ayant des effets adverses. L'agriculture biologique allie tradition, innovation et science au bénéfice de l'environnement commun et promeut des relations justes et une bonne qualité de vie pour tous ceux qui y sont impliqués ».²⁹

Ce mode de production a pour caractéristiques :

- ▶ l'utilisation strictement limitée de pesticides chimiques de synthèse, d'herbicides et d'engrais minéraux de synthèse ainsi que d'antibiotiques, d'hormones, d'additifs dans le fourrage, d'adjuvants dans la transformation et autres ;
- ▶ l'interdiction absolue d'utiliser des organismes génétiquement modifiés (OGM) ;
- ▶ la rotation des cultures avec des intervalles suffisants pour garantir l'exploitation efficace d'un site ; l'utilisation des ressources locales, comme le fumier et le fourrage issus de l'exploitation ;
- ▶ la sélection ciblée de variétés végétales et d'espèces animales résistantes aux maladies et adaptées aux conditions locales ;
- ▶ l'élevage en liberté et en plein air et l'utilisation de fourrage écologique/biologique ;
- ▶ des méthodes d'élevage respectueuses des animaux.

L'agriculture biologique a vocation à utiliser et influencer les processus du système agro-environnemental, ce qui aboutit naturellement au concept de préservation de la santé des végétaux, qui privilégie essentiellement les mesures préventives et indirectes³⁰. À cet égard, ce secteur considère qu'il joue un rôle clé dans le développement et l'introduction de mesures préventives et de méthodes de lutte biologiques.

Des millions de producteurs dans les pays en développement, souvent dans des zones reculées, n'utilisant guère ou pas de moyens de production externes et recourant à une forte main d'œuvre, suivent des principes souvent proches de ceux de l'agriculture biologique certifiée (« *organic by default* »). Ainsi, les différences classiques faites dans les pays industrialisés entre les exploitations conventionnelles et les exploitations biologiques ne se retrouvent pas toutes en Afrique (par ex. un niveau plus faible de charge de bétail par unité de surface, de rendement à l'hectare et de production de lait et de viande contre une haute intensité de main d'œuvre dans les exploitations biologiques).

Alors que la production et les marchés biologiques n'en sont qu'à leurs débuts en Afrique, comme le montre l'African Organic Network (AfrONet),³¹ ils sont relativement bien développés dans certains pays asiatiques, comme en Inde. L'Inde se réfère aux normes internationales³² et développe, par exemple, des modes de production traditionnels en leur appliquant des concepts issus de l'agriculture biodynamique.

Le respect des règles internationales est obligatoire

²⁹ IFOAM 2009. www.ifoam.bio (définition de l'agriculture biologique)

³⁰ IFOAM 2016. Plant Health Care in Organic Farming. Position paper. Document de synthèse.

³¹ afronetbio ; FAO 2013. Organic Agriculture : African Experiences in Resilience and sustainability

³² Organic Farming Association of India (OFAL.org) a organisé le « IFOAM World Organic Congress 2017 » ; Bio-Dynamic Association of India (BDAl) vise la certification Demeter (www.biodynamics.in)

5

Mesures d'accompa- gnement pour l'introduction de la PIV



Pour pouvoir mettre en œuvre efficacement les instruments de la lutte intégrée des végétaux décrits ici, il convient de mettre en place et d'utiliser des systèmes de surveillance dans les pays partenaires, tout en prenant en compte les réglementations internationales et nationales ainsi que les exigences commerciales et le changement climatique. C'est l'objet des sections suivantes.

5.1 Systèmes de surveillance

Les systèmes de surveillance sur site fournissent les informations nécessaires à la bonne mise en œuvre des instruments de la lutte intégrée des végétaux. Le degré et la fréquence des attaques doivent être connus ; pour cela, il convient de dénombrer les organismes nuisibles, les pathogènes et les insectes utiles et d'établir leurs liens ou d'observer les symptômes par rapport à la surface des feuilles afin de pouvoir évaluer les préjudices potentiels.

La quantification est systématisée lors de la surveillance des nuisibles en vue d'établir des comparaisons. Les données de temps et de lieu sont recueillies et analysées.

Ces systèmes de surveillance des nuisibles ont deux objectifs :

- ▶ à court terme, il s'agit de déterminer si la pulvérisation d'une parcelle à un moment donné est avantageuse ou non d'un point de vue économique ;
- ▶ à long terme, l'objectif est de constituer une base de données fiable grâce à la collecte et à l'analyse de données agronomiques, économiques et sur les infestations, dans de nombreuses parcelles et sur des périodes prolongées, en vue de mettre au point des stratégies de protection des cultures ou d'adapter les stratégies existantes.

La méthode appliquée varie en fonction de l'objectif. Des tentatives répétées d'atteindre ces deux objectifs par la même méthode de relevé n'ont pas donné les résultats escomptés car les données nécessaires ne sont pas les mêmes. Les principales différences concernent :

- ▶ le nombre de relevés sur le terrain et leur chronologie ;
- ▶ la densité des observations par unité de surface ;
- ▶ la qualité et la quantité des données à recueillir ;
- ▶ la disponibilité de l'analyse.

Dans l'idéal, les producteurs atteignent l'objectif à court terme seuls ou en groupe, par exemple grâce à l'approche participative des champs-écoles des producteurs ou écoles pratiques d'agriculture (FFS, de l'anglais *Farmer Field School*) ; en revanche, l'objectif à long terme nécessite l'intervention de techniciens et de conseillers ou vulgarisateurs agricoles formés et responsables. Une exploitation seule ne peut pas assumer de tels systèmes de surveillance ; ils sont généralement mis en place et évalués par des organismes tels que le service de protection des végétaux ou le service de vulgarisation agricole, ou encore par des coopératives.

Par ailleurs, il est capital d'être informé des problèmes locaux liés à l'utilisation de PPP, comme les résistances potentielles à certains groupes de substances actives développées par des insectes ou des agents pathogènes. Des comités scientifiques publient des données sur ces aspects pour les principaux groupes de substances, comme les insecticides, les fongicides

La PIV nécessite une surveillance et un suivi permanents

Objectifs et procédures des systèmes de surveillance

Des résistances aux PPP sont fréquemment observées



et les herbicides, à savoir le *Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC)³³, le *Fungicide Action Resistance Committee* (FRAC)³⁴ ou le *Herbicide Resistance Action Committee* (HRAC)³⁵. Des organismes publics ou semi-publics recueillent des données sur les cas d'intoxication par certains PPP (ainsi les centres antipoison en Allemagne (*Giftinformationszentralen*, GIZ) ou *Poison Control Centres* (PCC)³⁶).

De façon générale, ces systèmes de surveillance donnent des informations sur les maladies et les organismes nuisibles locaux ainsi que sur les problèmes susceptibles d'être rencontrés lors de l'utilisation et de la manipulation de PPP.

5.2 Réglementations internationales et nationales

Aujourd'hui, le respect des normes de qualité dans le secteur agroalimentaire est un critère essentiel pour le client/consommateur. Au niveau international, les normes du Codex Alimentarius servent de référence³⁷, avec pour principe de base : « *food is safe and can be traded* » (les aliments sont sûrs et sains, leur commerce est possible). Les limites maximales du Codex servent de valeurs de référence à l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Pour différentes raisons, des pays industrialisés ont introduit leurs propres normes nationales pour les denrées alimentaires, avec notamment des limites maximales de résidus de PPP ; dans de nombreux cas, les pays en développement reprennent les valeurs du *Codex Alimentarius*. Le respect de ces valeurs est surveillé surtout dans les pays industrialisés et encore assez rarement dans les pays en développement. Il est essentiel que ces données soient publiées et puissent être intégrées aux contenus de la vulgarisation, aux mesures de protection des consommateurs, etc.

Au niveau international, deux accords (conventions) énumèrent les PPP dont l'utilisation doit être la plus restreinte possible. La Convention de Rotterdam³⁸, sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause (*Prior-Informed-Consent - PIC*) réglemente l'importation et l'exportation de certains produits chimiques dangereux et définit (annexe III) les obligations des entreprises qui souhaitent exporter ces produits chimiques. L'objectif est de favoriser la responsabilité commune et la coopération dans le domaine du commerce international de produits chimiques dangereux ainsi que la protection de la santé humaine et de l'environnement en donnant aux pays en développement des informations sur les méthodes sûres de stockage, de transport, d'utilisation et d'élimination des produits chimiques dangereux. La Convention PIC régit les produits chimiques qui sont, par exemple, interdits dans l'Union européenne ou qui sont soumis à de sévères restrictions, les pesticides et les biocides, comme l'atrazine et la perméthrine. Le second accord, la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, aussi appelée Convention sur les POP³⁹ limite ou interdit la production et l'utilisation de neuf PPP.⁴⁰ Il s'agit de composés organochlorés persistants et toxiques qui s'accumulent dans l'environnement et peuvent être transportés sur de longues distances.

³³ www.irac-online.org

³⁴ www.fracinfo

³⁵ www.hracglobal.com

³⁶ www.aapcc.org

³⁷ www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/fr

³⁸ www.pic.int (PNUE et FAO)

³⁹ chm.pops.int (PNUE)

⁴⁰ Aldrine, chlordane, DDT, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, mirex, toxaphène.

Le respect des
règlements
internationaux est
impératif



On les surnomme les « douze vilains ». Ces deux conventions ont été ratifiées par environ 180 pays à ce jour.

L'Union européenne et les États-Unis publient des rapports annuels sur la surveillance des résidus de pesticides dans les produits agricoles originaires de l'Union européenne et des États-Unis ou décelés dans des produits importés. L'interprétation de ces données doit toujours tenir compte du cadre législatif national ; aux États-Unis, par exemple, les dépassements sont sanctionnés si le pesticide en question n'y est pas autorisé. Cette procédure est toujours problématique pour les cultures qui n'y existent pas, comme le thé ou le café. Toutefois, ces données donnent une indication des cultures dans lesquelles de légers résidus peuvent apparaître et donc des sites nécessitant une surveillance particulière en cas d'utilisation de PPP.⁴¹

5.3 Exigences du marché formel

Depuis quelques années, on exige notamment de grandes chaînes de supermarchés de pays industrialisés qu'elles appliquent leurs propres normes, appelées normes volontaires (« *voluntary standards* »⁴²). Cette démarche vise à satisfaire le consommateur qui demande plus de transparence et d'informations sur la production des denrées alimentaires. Indiquer la provenance des produits et leur mode de production fait désormais partie des stratégies de commercialisation. Si les pratiques agricoles et les mesures sociales et hygiéniques en font partie, c'est surtout la protection chimique des cultures qui est examinée de près, la lutte intégrée des végétaux étant quant à elle une exigence de base. Les producteurs ou groupes de producteurs exportateurs s'engagent à ce que leurs denrées alimentaires respectent ces normes. Ces dernières reposent rarement sur des données scientifiques et font partie des stratégies de vente. Elles exigent des producteurs des méthodes innovantes pour en garantir le respect. C'est toute la chaîne de production qui est évaluée (production, récolte, stockage, transformation, transport, vente). Ces normes peuvent donc engendrer de nouveaux procédés et de nouvelles techniques qui peuvent aussi être utiles à d'autres producteurs (éventuellement pour des marchés locaux) ainsi que pour les services de conseil et de vulgarisation.

Les normes volontaires constituent un instrument essentiel

5.4 Changement climatique et protection des cultures

Les changements climatiques des dernières années ont des retombées sur l'agriculture, et par conséquent sur la protection des cultures. La hausse des températures, quand l'eau est disponible en quantité suffisante, favorise la croissance des végétaux, mais aussi le développement de certains ravageurs et de certaines maladies. Ce constat vaut autant pour les régions tempérées que pour les tropiques. En outre, les cultures sont plus vulnérables à cause des conditions climatiques extrêmes, telles que les sécheresses prolongées ou les précipitations plus intenses. Le risque d'infestation peut augmenter, il y aura p. ex. davantage de générations de pucerons, ce qui signifie une hausse de leur nombre. Par ailleurs, l'efficacité des fongicides et herbicides systémiques risque d'être moins durable, ces PPP étant éliminés plus rapidement quand les températures augmentent. La croissance accélérée des végétaux peut à son tour modifier le microclimat et nécessite d'adapter les délais entre les semis. L'éventail des mauvaises herbes et des graminées peut lui aussi évoluer avec de nouvelles conditions climatiques.

Le changement climatique et la hausse des températures favorisent les ravageurs nuisibles et les maladies

⁴¹ www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/Pesticides/ucm2006797.htm (USFDA)

⁴² www.fao.org/food/food-safety-quality/capacity-development/standards/fr

Cette situation donne une importance plus grande encore à la surveillance et au suivi de l'écosystème, des cultures et de l'environnement ainsi qu'aux mesures de protection des cultures et au climat. Les données doivent être recueillies et analysées en vue d'établir des conseils mieux adaptés. La sélection des végétaux est soumise elle aussi à des nouvelles exigences, par exemple pour développer des variétés capables de supporter de longues périodes de sécheresse. Dans la mesure du possible, les producteurs doivent cultiver des espèces et variétés adaptées aux conditions locales, par exemple à une saison sèche prolongée. Même si elles ne sont pas résistantes ou tolérantes à certains organismes nuisibles, elles pourront mieux faire face aux nuisibles que des plantes stressées et affaiblies par les conditions climatiques (extrêmes).



6

Objectifs de la GIZ en matière de protection intégrée des végétaux



Objectifs de la GIZ

La GIZ a les positions ci-après.

La PIV vise à augmenter durablement les rendements et les revenus

La PIV joue un rôle essentiel dans la hausse durable des rendements et des revenus et doit être introduite dans tout système de culture conventionnel, y compris pour la protection des stocks, qui reposait jusqu'ici uniquement sur des produits chimiques de synthèse. D'autre part, du point de vue macro-économique, l'introduction de la PIV est avantageuse pour les populations et pour l'environnement même sans augmentation des revenus à court terme, car les effets des mesures préventives et non chimiques de protection des végétaux se mesurent souvent à long terme seulement.

L'État doit améliorer les conditions d'ensemble dans les pays en développement

Les réglementations et les mécanismes de contrôle publics relatifs à la protection chimique des végétaux doivent être améliorés et les subventions accordées pour l'utilisation de PPP chimiques doivent être retirées. En outre, la qualité des PPP et leur sécurité d'utilisation dans les conditions locales doivent être garanties pour assurer la protection de l'environnement et de la santé humaine. Ces mesures favorisent également la compétitivité de mesures alternatives. L'accès à des informations indépendantes est aussi indispensable (données par exemple par un service de conseil).

La rentabilité comme argument

Les agriculteurs acceptent plus facilement la lutte intégrée des végétaux quand les mesures sont rentables et que des méthodes de formation et de conseil participatives sont mises en place. Il est essentiel pour ce faire de favoriser un échange actif d'expériences entre les acteurs des secteurs agricole et forestier des pays partenaires et de démontrer la rentabilité économique de la PIV, en liaison avec l'indissociable protection de l'environnement. La PIV englobe donc, outre des aspects économiques, des intérêts écologiques et sociaux.

L'utilisation et la manipulation de produits phytopharmaceutiques et de produits destinés à protéger les denrées stockées⁴³ nécessitent prudence et rigueur. Dans toutes les mesures de protection des cultures, la sécurisation des récoltes et donc la sécurité alimentaire et les revenus ne sont pas la seule préoccupation, il importe aussi de réduire les risques pour l'utilisateur, l'environnement et le consommateur. Pour la GIZ, les PPP sont un thème qui joue aussi un rôle important dans le débat public mené en Allemagne sur la politique de développement.

Protection traditionnelle des cultures et lutte intégrée des végétaux

Le présent guide part du principe que les PPP chimiques sont utilisés dans les pays en développement et ce, souvent de façon impropre. Les applications de routine ou trop fréquentes (par ex. les épandages programmés selon un calendrier défini) ainsi que le mauvais choix

Légitimité de la protection traditionnelle des cultures

⁴³ Dans le présent guide, le terme PPP désigne les produits phytopharmaceutiques destinés à protéger les cultures et à lutter contre les organismes nuisibles (pesticides et biocides), conformément à la directive relative à l'achat de PPP de la GIZ.



et dosage des produits entament les ressources de l'exploitation (temps, argent) comme de l'écosystème (dégradation des sols et pollution de l'air et de l'eau), avec des conséquences néfastes sur les populations et l'environnement. Les hausses de rendement durables sont impossibles dans ces conditions. Dans ces cas, le concept de lutte intégrée des végétaux doit permettre une amélioration sensible de la situation tant en termes de production que de préservation de la santé humaine et de l'environnement. En outre, il existe des exploitations et des zones dans lesquelles la protection traditionnelle des cultures est pratiquée de longue date, sans produits chimiques de synthèse. Ces mesures peuvent être associées à la lutte intégrée des végétaux.

Protection des végétaux dans les projets de la GIZ

Étant donné que les conventions et réglementations internationales ne sont que partiellement appliquées dans de nombreux pays, la GIZ a une responsabilité particulière lors de l'achat et de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques et d'autres produits agrochimiques dans le cadre de ses projets.

Pour la GIZ, la protection des végétaux repose donc sur certains principes de base. Les critères de sélection des PPP (voir section 3.5.6) sont énumérés dans la directive de la GIZ relative à l'achat de pesticides et de biocides, qui contient d'autres dispositions importantes : « achat de produits phytopharmaceutiques (pesticides et biocides) et d'autres produits agrochimiques ».

Conformément aux « Orientations et règles (O & R) », cette directive est contraignante pour l'achat de produits agrochimiques – réalisé de règle par le biais de la GIZ en Allemagne. Ces principes et explications sont valables pour toutes les activités de la GIZ, à savoir la mise en œuvre des projets, le conseil stratégique, la vulgarisation agricole, la formation et les publications.

Exigences de la GIZ en matière de protection des végétaux



7

Diffusion de l'approche PIV



La lutte intégrée des végétaux offre aux pays en développement l'occasion de réduire les risques pour l'utilisateur, le consommateur et l'environnement. L'obtention de meilleurs rendements grâce à la PIV peut apporter une contribution décisive à la sécurité alimentaire et à l'amélioration des revenus des populations rurales. Pretty et Bharucha ont présenté une analyse approfondie de la diffusion de la PIV⁴⁴.

Dans les pays en développement, malgré son potentiel élevé, la PIV est moins pratiquée quand il s'agit de production destinée au marché local et de l'économie de subsistance. Elle s'impose principalement quand les produits sont destinés à l'exportation, en particulier vers l'Union européenne, les États-Unis et le Japon, et qu'ils doivent respecter des normes de qualité plus strictes et des limites maximales de résidus (de PPP). Bien que les services du conseil et de la vulgarisation, les scientifiques et la coopération au développement se soient fortement investis pour favoriser la diffusion de la PIV dans les petites et moyennes exploitations, par exemple en transposant l'approche participative des « écoles pratiques d'agriculture » (formation et échange sur le terrain) de la FAO, la PIV n'est pas encore généralisée dans le secteur agricole. Les raisons en sont multiples, ainsi : formation continue des agriculteurs et assistance technique insuffisantes, manque de politiques et de soutien public en ce sens, nombre insuffisant de conseillers qualifiés et difficulté à mettre en œuvre une action communautaire au niveau local⁴⁵.

La promotion de la PIV dans le cadre de la coopération internationale peut être intégrée notamment à des projets agricoles, au conseil politique au secteur agricole et à des programmes de développement régional et rural. Pour mettre au point de nouveaux procédés de lutte intégrée des végétaux et faire évoluer les procédés éprouvés, des objectifs et des indicateurs concrets doivent être définis avec les institutions compétentes. La priorité est d'obtenir des rendements stables à long terme, de réduire l'utilisation de produits phytopharmaceutiques et de diminuer durablement le coût des mesures de protection des cultures. Les effets de ces mesures peuvent être mesurés aussi bien au niveau des exploitations qu'au niveau macro-économique.

Considérée sous l'angle coûts-bénéfices, une approche ne peut porter ses fruits que si un maximum de producteurs applique sur une grande superficie les mesures de protection des cultures mises au point. Certaines stratégies de lutte intégrée des végétaux, par exemple certaines mesures biologiques, nécessitent même la participation de tous les exploitants agricoles d'une région pour en garantir le succès.

Pour promouvoir la lutte intégrée des végétaux, il faut donc, dès sa conception, mettre au point une stratégie de diffusion ou, mieux encore, élaborer une telle stratégie avec l'ensemble des acteurs concernés (exploitants agricoles, revendeurs, conseillers, vulgarisateurs et experts). C'est le seul moyen de concevoir des mesures de protection des cultures qui identifient bien les priorités, adoptent des pratiques communes et créent des aspirations et un sentiment d'identification avec le projet, ce qui est source de motivation et de contrôle.

Objectifs des programmes de PIV

Les projets de PIV sont couronnés de succès quand les exploitants y sont associés de façon efficace

⁴⁴ Pretty and Bharucha 2015. Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa. *Insects*. 2015 Mar ; 6(1): 152-182

⁴⁵ Parsa et al. 2014. Obstacles to integrated pest management adoption in developing countries. *PNAS* 2014 Mar 11; 111(10): 3889-3894

Volonté et capacité d'innovation

Les sections suivantes traitent plus spécifiquement des obstacles à la diffusion de la PIV et du rôle de la vulgarisation ainsi que des approches envisageables pour renforcer la lutte intégrée des végétaux.

7.1 Les défis

La diffusion du progrès technique dans l'agriculture des pays partenaires est difficile, car la volonté et la capacité d'innovation sont souvent limitées au sein de la population rurale. Cela s'explique par plusieurs raisons :

- ▶ de nombreuses personnes âgées et femmes savent à peine lire et écrire ;
- ▶ les normes socioculturelles ou religieuses font souvent obstacle aux innovations ;
- ▶ les ménages qui ont le minimum vital sont partisans du moindre risque et ne veulent pas prendre de risque financier ou mettre leurs récoltes en péril ;
- ▶ les revenus monétaires sont faibles, voire inexistantes, rendant l'achat d'intrants destinés à de nouvelles techniques de production impossible (manque de liquidités) ;
- ▶ la société est très attachée aux valeurs traditionnelles.

Dans de nombreux pays en développement, les services publics de vulgarisation agricole ont un rôle réduit car, souvent :

- ▶ les conseillers ou vulgarisateurs n'ont pas de qualifications suffisantes et ont peu d'opportunités de formation continue ;
- ▶ des difficultés matérielles viennent s'ajouter à des moyens de transport insuffisants ;
- ▶ les conseillers et vulgarisateurs agricoles ne travaillent pas efficacement, souvent à cause de l'organisation bureaucratique ;
- ▶ la coordination entre la vulgarisation et la recherche, bien qu'indispensable, est inexistante ;
- ▶ les structures de décision centralisées, associées à la mauvaise circulation de l'information, ont un effet démotivant sur les conseillers et vulgarisateurs agricoles ;
- ▶ les conseillers et vulgarisateurs agricoles se voient confier d'autres tâches, par ex. des relevés et des contrôles qui ne relèvent pas de leur compétence ;
- ▶ les outils de vulgarisation modernes sont encore trop rarement utilisés ;
- ▶ les conseils délivrés ne correspondent pas aux besoins des agriculteurs.

Problèmes inhérents à la diffusion de la lutte intégrée des végétaux

Au cours des dernières années, le contexte de la vulgarisation agricole a connu les évolutions suivantes :

- ▶ mutations structurelles continues dans l'agriculture ;
- ▶ modification des conditions d'ensemble et processus d'adaptation, accompagnés d'une influence croissante des évolutions régionales et suprarégionales et de l'influence du marché et du commerce mondial ;
- ▶ densité croissante des réglementations agricoles et environnementales ;
- ▶ problématiques et informations de plus en plus nombreuses et complexes, en particulier pour la PIV ;
- ▶ connaissances de plus en plus spécifiques exigées des agriculteurs ; exigences renforcées en matière de gestion de la qualité, planification stratégique et technologies de l'information et de la communication dans le domaine de la vulgarisation agricole ;



- ▶ privatisation et commercialisation croissante du conseil et de la vulgarisation agricoles ; par exemple, une vulgarisation axée sur certaines cultures peut entraver l'accès d'exploitations agricoles au conseil.

Évolution du secteur du conseil et de la vulgarisation

(cf. *Rural 21, dossier sur la vulgarisation agricole ; Davis Oberthür.*

Rural advisory services – back on the development agenda. Rural 21 2014/01: 6-8)

La vulgarisation agricole et les prestataires de services sont de plus en plus considérés comme un moyen de promouvoir l'innovation. En tant que partie intégrante des systèmes d'innovation, la vulgarisation repose sur de multiples sources d'information différentes et s'intéresse aux interactions entre les acteurs. Ce paradigme s'applique à une variété d'acteurs qui offrent des conseils et des services de vulgarisation, ainsi qu'une formation initiale et continue, des services commerciaux (par ex. préparation des sols, protection des végétaux) ou des services de courtage (broker) aux exploitations agricoles : associations d'agriculteurs, prestataires de services commerciaux, commerce agricole privé, fabricants de PPP ainsi que fournisseurs de technologies, distributeurs et transformateurs en amont et en aval de la production agricole, ONG locales et internationales, organismes de conseil et programmes publics, qui sont souvent soutenus par des projets de développement de diverses organisations donatrices ainsi que programmes de microcrédit et banques de développement rural.

Aujourd'hui, outre les quantités produites, la qualité des produits alimentaires et les modes de production respectueux de l'environnement ont aussi une importance croissante dans les pays partenaires. Le rôle de l'agriculteur ne se limite plus à produire des denrées alimentaires ; comme en Europe, il devient de plus en plus un exploitant et le « conservateur » des surfaces agricoles, des ressources et des paysages. Cette évolution s'observe également dans certains pays en développement, par exemple quand les agriculteurs sont rémunérés pour participer à la protection des bassins versants.

La plupart de ces évolutions entravent et ralentissent l'introduction de progrès techniques, quelle que soit la filière. La diffusion de la PIV pose des difficultés supplémentaires ou certains problèmes prennent une importance particulière.

Les sections suivantes présentent les difficultés inhérentes à la diffusion d'une approche intégrée. En font notamment partie :

- ▶ la complexité de la lutte intégrée des végétaux ;
- ▶ les faibles coûts d'exploitation liés à l'utilisation de PPP chimiques ;
- ▶ l'influence exercée par l'industrie chimique ;
- ▶ des services de conseil et de vulgarisation ne tenant pas compte des principes de la lutte intégrée des végétaux.

7.1.1 Complexité de la lutte intégrée des végétaux

La lutte intégrée des végétaux est une approche holistique (voir chapitres 2 et 3) qui, contrairement à l'utilisation de PPP chimiques, requiert la connaissance des interdépendances complexes en jeu dans l'écosystème agricole ainsi qu'une planification capable d'anticiper. Cette

L'approche holistique – un défi pour la vulgarisation



Les avantages des PPP chimiques sont visibles rapidement

complexité pose un défi supplémentaire pour la préparation de contenus de vulgarisation détaillés.

Pour garantir l'efficacité des mesures préventives, essentielles dans le cadre de la lutte intégrée des végétaux, ainsi que des mesures curatives, il convient de prendre en compte un certain nombre de facteurs. À cela s'ajoute la difficulté de transmettre à des groupes d'agriculteurs un concept qui exige des mesures de protection des cultures seulement à partir d'un certain degré ou d'une certaine fréquence d'infestation. Pour un producteur, l'apparition d'un organisme nuisible est un signe d'« inaction » et lui donne un sentiment d'impuissance. Les mesures de lutte lui donnent au contraire l'impression de pouvoir faire quelque chose pour ses cultures.

Pour les agriculteurs, il est capital que les PPP chimiques agissent directement et donc que l'efficacité soit visible rapidement. En outre, la protection chimique des cultures est soi-disant plus simple à mettre en œuvre, ce qui est un avantage surtout pour les cultivateurs ayant un faible niveau d'éducation.

Marge brute en hausse modérée avec la lutte intégrée des végétaux

7.1.2 Réflexions commerciales sur la protection des végétaux

Les expériences menées dans des pays en développement montrent que les innovations dans l'agriculture sont bien acceptées uniquement quand elles engendrent une augmentation d'environ 30 % de la marge brute.

Or, l'introduction de la lutte intégrée des végétaux permet rarement d'atteindre de telles hausses. Cela s'explique essentiellement par les raisons suivantes :

- ▶ le coût des PPP chimiques est souvent bas ;
- ▶ même en cas de dépenses faibles, les mesures de lutte intégrée des végétaux nécessitent bien plus de main d'œuvre que la protection chimique des cultures ;
- ▶ la lutte intégrée des végétaux accepte délibérément les pertes de rendement en vue d'atteindre un équilibre biologique entre les organismes nuisibles et leurs prédateurs ;
- ▶ les rotations de cultures prévues par l'approche intégrée, la sélection de variétés résistantes, de systèmes de culture (cultures associées) ou de cultures adaptées aux conditions locales impliquent de revoir à la baisse les objectifs de maximisation des rendements et/ou des recettes, au moins à court terme.

Si le recours à des stratégies de lutte intégrée des végétaux peut permettre de diminuer les frais d'exploitation, les effets qui importent, indirects, sont moins visibles ou concrets, comme la réduction des risques sanitaires pour l'utilisateur liés à l'utilisation de PPP chimiques ou la prévention des résistances.

Avantages de la lutte intégrée des végétaux

En revanche, les effets nocifs des PPP chimiques, qui apparaissent seulement au bout d'un certain temps et/ou sont difficiles à mesurer ou à évaluer d'un point de vue économique à l'échelle d'une seule exploitation, ont généralement peu, voire pas d'influence sur les décisions des agriculteurs dans la mesure où les objectifs à court terme sont souvent prioritaires.



Par ailleurs, les agriculteurs assument uniquement le coût de l'achat et de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. Le coût des effets secondaires de ces produits, lui, revient surtout à la collectivité et non aux exploitations. Cela signifie donc que la protection chimique des cultures a un avantage concurrentiel sur les mesures non chimiques au niveau de l'exploitation individuelle.

7.1.3 L'influence de l'industrie phytosanitaire

L'industrie chimique commercialise ses produits (produits phytopharmaceutiques chimiques de synthèse) par le biais du commerce agricole privé, de ses propres réseaux de distribution ou de structures publiques ou d'associations d'agriculteurs. Pour des raisons stratégiques d'écoulement de ses produits, elle a intérêt à assurer une large vulgarisation auprès des agriculteurs. C'est la raison pour laquelle elle investit souvent plus de ressources humaines et financières que les services de vulgarisation publics ou que d'autres acteurs (ne le peuvent). Mais le conseil direct des entreprises vise généralement surtout les agriculteurs innovants et orientés vers le marché (« *master farmer* »).

Les conseillers de l'industrie phytosanitaire sont presque toujours mieux formés que leurs homologues des structures publiques. Ils sont aussi plus motivés, en raison d'un meilleur équipement, par exemple moyens de transport et supports de vulgarisation (prospectus, brochures, affiches, clips, etc.), et d'une rémunération plus élevée, souvent indexée sur les résultats. C'est ce qui explique pourquoi les conseillers de l'industrie parviennent davantage à leurs fins que les agents de vulgarisation du secteur public. Si le commerce agricole ou les entreprises industrielles ne s'engagent pas en faveur de la lutte intégrée des végétaux, la vulgarisation peut aboutir à une utilisation renforcée des PPP chimiques et nuire au concept de PIV. De surcroît, des pratiques de conseil peu sérieuses ont cours dans les pays en développement, principalement dans les succursales et chez les importateurs régionaux.

Les produits phytopharmaceutiques fabriqués dans les pays en développement contreviennent souvent aux critères de qualité en termes de pureté et de teneur en substances actives car les usines n'ont pas les équipements techniques requis et le personnel n'est pas suffisamment qualifié. Étant donné que les contrôles officiels sont inexistantes ou inefficaces et/ou que les infractions ne donnent pas lieu à des sanctions conséquentes ou que ces dernières ne sont pas appliquées, ce sont les utilisateurs et les consommateurs qui en sont les victimes.

Pour les conseillers du secteur, l'objectif de stabilisation du chiffre d'affaires à long terme prime souvent sur d'autres aspects de la protection des cultures, comme la sécurité de l'utilisateur, la protection du consommateur ou la préservation des ressources naturelles, surtout quand les entreprises n'adhèrent pas à une charte de responsabilité sociale (« *corporate social responsibility* »). Un conseil axé sur le profit sape les efforts fournis en vue de l'introduction de la lutte intégrée des végétaux. Car les méthodes intégrées ont pour objectif premier de minimiser les pertes économiques dues aux nuisibles en luttant contre un nuisible spécifique et en provoquant le moins d'effets secondaires possible.

De nombreux fabricants connus de produits phytopharmaceutiques ont conscience de leur responsabilité et respectent le Code de conduite de la FAO/l'OMS⁴⁶ Par exemple, ils font en sorte

Le conseil de l'industrie freine la lutte intégrée des végétaux

Mieux formés, les conseillers de l'industrie chimique sont souvent plus efficaces

Les PPP utilisés dans les pays en développement sont souvent non conformes aux exigences de qualité

Le conseil de l'industrie est axé sur le chiffre des ventes

L'industrie chimique essaie d'influer sur la politique agricole

⁴⁶ www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/fr

de fournir une étiquette dans la langue locale, des consignes d'utilisation détaillées et un emballage adéquat.

L'industrie chimique ne cherche pas à exercer une influence uniquement sur les agriculteurs des pays en développement et leurs groupements d'intérêt, mais aussi via leur lobby, sur les organes chargés de l'homologation des produits et, par delà, sur la politique économique et agricole d'un pays. C'est ainsi que l'industrie phytosanitaire obtient même parfois une subvention ou une distribution de ses produits pour l'agriculture comme si c'était pour le secteur de la santé.

Les différentes entreprises sont bien organisées et connectées au niveau national et international. Les sociétés membres de *CropLife International*⁴⁷ se sont engagées à respecter le Code de conduite de la FAO/l'OMS.

Dans la mesure où les pays en développement manquent souvent de moyens pour contrôler le respect de la réglementation ou pour effectuer des tests suffisants avant l'autorisation de nouveaux produits phytopharmaceutiques, la classe politique dépend largement des informations données par l'industrie. C'est ainsi que certains pays finissent par mettre en place une politique phytosanitaire qui va à l'encontre de la lutte intégrée des végétaux et entrave considérablement son introduction.

7.1.4 Développement du marché des produits phytopharmaceutiques

Les ventes mondiales de produits phytopharmaceutiques ont baissé pour la première fois en 2014 et totalisaient 49,6 milliards d'euros en 2015⁴⁸. L'Amérique du Sud représente 25 % de ce chiffre d'affaires, l'Asie, 29 %, l'Europe, 23,6 %, l'Amérique du Nord, 17,6 % et les autres régions, dont l'Afrique, 4 %. La Chine, les États-Unis et l'Argentine se partagent 70 % du marché. Quantitativement, les herbicides dominent devant les insecticides, qui précèdent de peu les fongicides.

Les produits qui ne sont plus protégés par brevet occupent une part de marché de 77 %. Les génériques constituent environ 36 % du marché. Cette part devrait continuer à augmenter dans les prochaines années, car relativement peu de nouvelles substances ou nouveaux groupes de substances ont été mis sur le marché au cours des dernières années. Il y a plusieurs raisons à cela, notamment le coût élevé de la recherche et les critères d'homologation exigeants dans les pays qui comptent le plus d'enregistrements (Amérique du Nord et Europe). Par ailleurs, pratiquement aucun agent pathogène ou ravageur nouveau n'est apparu, qui ne puisse être contrôlé au moyen des substances déjà « connues ».

Plusieurs substances appartenant aux hydrocarbures chlorés persistants ont été interdites dans le monde entier par la Convention de Stockholm ou leur distribution a été fortement restreinte par la Convention de Rotterdam. Certains composés organophosphorés en font partie. Mais plusieurs produits à base de composés de ce même groupe ou de carbamates continuent à être utilisés. En raison de leur toxicité, ces deux groupes de substances nécessitent une protection particulière de l'utilisateur, presque impossible à mettre en place dans les pays en développement et dans des conditions tropicales ; par ailleurs, s'agissant de produits généra-

⁴⁷ croplife.org (CLI)

⁴⁸ Kleffmann Group 2017. Analysis of the crop protection market trends by Bob Fairclough. 13.-14. March 2017 Brussels Global Crop Protection Trade essentials.

Une partie de l'industrie chimique minimise les risques et n'effectue pas suffisamment de contrôles



lement non sélectifs, les organismes utiles n'en sont pas à l'abri. En outre, des résistances à ces substances vont de plus en plus apparaître. En Allemagne en revanche, plus de 95 % des substances actuellement autorisées n'entrent dans aucune classe de toxicité⁴⁹.

Outre les fabricants spécialisés, l'industrie « traditionnelle » des produits phytosanitaires a également découvert le « marché bio ». Elle développe et produit désormais des produits phytosanitaires biologiques de toutes sortes, en plus des PPP chimiques de synthèse.

Le nombre de multinationales fabriquant des produits phytopharmaceutiques, c'est-à-dire menant des recherches et élaborant de nouvelles substances tout en distribuant des génériques, a nettement diminué depuis les années 1990 et cette tendance va se poursuivre ; *CropLife International* compte actuellement huit entreprises membres et des organisations associées⁵⁰. Ces membres représentent environ 71 % du marché global des pesticides. À l'inverse, les fabricants de génériques en Europe, mais surtout en Asie (Chine et Inde) ont gagné du terrain.

Quantitativement, la plupart des produits phytopharmaceutiques sont actuellement fabriqués en Chine. De nombreux fabricants se sont regroupés en associations nationales, régionales et internationales, comme *l'European Crop Care Association (ECCA)*, *l'Asociación Latinoamericana de la Industria Nacional de Agroquímicos (ALINA)* et *AgroCare*, association internationale. Ces associations se sont engagées à respecter le Code de conduite de la FAO/l'OMS.

Une part non négligeable de PPP utilisés dans le monde entier n'en est pas moins classée dangereuse (en raison de leur extrême toxicité, de leurs effets toxiques chroniques ou de la persistance de leurs substances actives dans l'environnement et de leur mauvaise dégradabilité⁵¹). Bien que les PPP particulièrement dangereux soient depuis 2007 au centre des efforts de mise en œuvre du Code de conduite⁵², il reste le problème majeur et la source de risques que constituent l'exportation vers les pays en développement de PPP très dangereux ainsi que de produits de qualité insuffisante ou de contrefaçons, faute de contrôles de qualité (surtout en Chine, Inde et Thaïlande).

7.1.5 Conseil spécialisé dans la protection des cultures pour les agriculteurs

Les agriculteurs ne seront prêts à adopter des systèmes de culture reposant sur une production et lutte intégrées que si cette transition s'accompagne de procédures d'évaluation qui vont au-delà des critères traditionnels (tels que le rendement) et permettent aux agriculteurs de situer leurs pratiques par rapport aux objectifs agricoles et environnementaux fixés dans le cadre de la production intégrée. Ce type de stratégie nécessite une approche adaptée en termes de conseil et de vulgarisation. Si le conseil dans sa globalité ne peut être assumé par une seule entité, comme cela serait souhaitable, il faut alors impérativement mettre en place une coopération étroite entre les différentes offres de conseil. Or, cette coopération fait souvent défaut dans de nombreux pays, si bien que les agriculteurs reçoivent parfois des conseils contradictoires.

Formation insuffisante des conseillers et agents de vulgarisation

⁴⁹ Tiedemann, A. von. , département Pathologie et protection des végétaux de l'université Georgia-Augusta de Göttingen. Lettre ouverte à l'émission de télévision plusminus. In DEGA Gartenbau 11/2015 ; Base de données européenne des substances actives : ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=FR

⁵⁰ croplife.org/about/members (date : 07/08/2017): BASF, Bayer, Dow, Du Pont, FMC, Monsanto, Sumitomo Chemical, Syngenta

⁵¹ PAN Germany 2012. Hochgefährliche Pestizide von BASF, Bayer und Syngenta, Ergebnisse einer internationalen Recherche. (Pesticides très dangereux de BASF, Bayer et Syngenta, Conclusions d'une recherche internationale), p. 11-17 (classés par régions/pays). PAN Hamburg

⁵² www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/fr



La vulgarisation favorise la volonté d'innovation des agriculteurs

Conditions d'une stratégie de diffusion efficace

Souvent, les agents de vulgarisation qui n'ont pas reçu de formation complémentaire ne sont pas en mesure de présenter et de diffuser une approche intégrée globale pour l'agriculture, l'horticulture et la sylviculture. Les enjeux économiques sont fréquemment négligés.

La section suivante présente des méthodes potentielles pour atteindre les objectifs de la GIZ et surmonter les difficultés inhérentes à la diffusion de la lutte intégrée des végétaux dans les pays partenaires.

7.2 Approches

Il est possible de renforcer la volonté d'innovation des agriculteurs en mettant en œuvre des stratégies et des méthodes de conseil et de vulgarisation adaptées ainsi que des outils adéquats et spécifiques. Ces aspects sont bien traités par les manuels de vulgarisation et d'autres sources pertinentes.⁵⁹

De même, de nombreux renseignements sont disponibles sur les questions générales d'organisation, de gestion, de direction du personnel ou sur les moyens financiers et matériels d'un service de vulgarisation agricole. C'est la raison pour laquelle le présent guide ne propose pas d'approches liées à ces aspects. Son objectif est plutôt d'offrir des solutions aux problèmes spécifiques inhérents à la diffusion de la lutte intégrée des végétaux, présentés plus haut.

Pour faire aboutir une stratégie de lutte intégrée des végétaux, associée à un mode de production intégré et adapté à l'écosystème, il faut que des conditions essentielles soient remplies :

- ▶ Mesures de long terme pour tenir compte du processus multifonctionnel et de la complexité de la PIV et permettre des modifications institutionnelles durables.
- ▶ Données climatiques des stations météorologiques avec relevés relatifs aux infestations : collecte sur une période longue afin de pouvoir établir des corrélations, par ex. en vue d'adapter/d'élaborer des modèles prédictifs ; les écosystèmes stables avec des populations d'organismes utiles suffisantes sont lents à s'établir et se développer.
- ▶ La chaîne de valeur doit être associée au processus dans la mesure du possible : outre la production dans le champ, les mesures concernent également le stockage, la protection des denrées stockées et, le cas échéant, la transformation et le transport.
- ▶ La mise en œuvre des réglementations et les indicateurs doivent être mesurés sur une période prolongée pour pouvoir observer l'évolution de l'écosystème et tirer des conclusions congruentes.
- ▶ Coopération à long terme avec les autorités et les organes concernés, dont les ONG et l'industrie phytosanitaire afin de mettre en place des mécanismes de coopération durables et d'instaurer un climat de confiance.

Les sections suivantes abordent successivement les éléments du conseil et de la vulgarisation, la nécessité de simplifier les conseils, l'organisation du conseil, l'utilisation d'outils de conseil et de communication pour la lutte intégrée des cultures, les priorités de la stratégie de diffusion, les listes de vérification pour l'application pratique, le marché actuel des produits phytopharmaceutiques, la coopération avec l'industrie phytosanitaire et la coopération avec les organisations non gouvernementales.

⁵⁹ Cf. fiches et site du Global Forum for Rural Advisory Services : www.g-fras.org/en/ggp-home.html ; Rural 21 no1/2014 Dossier sur la vulgarisation agricole.

7.2.1 Éléments du processus de vulgarisation et de conseil

Appliquer et diffuser des stratégies de PIV adaptées requiert un travail de sensibilisation et de renforcement des capacités au sein des institutions existantes (par ex. associations agricoles). Il est également important d'apporter un appui organisationnel et financier pour développer l'offre de formations et de conseils agricoles. Le conseil et la vulgarisation portent naturellement sur toutes les formes de production agricole et jouent un rôle important, notamment pour la lutte intégrée des végétaux. L'approche participative y est primordiale : le conseiller et la personne conseillée essaient ensemble de mieux cerner les problèmes et de trouver des solutions réalisables qui incitent à une action responsable et/ou commune.

Ce processus se caractérise par une relation de partenariat entre les conseillers et les personnes qui sollicitent l'aide :

- ▶ les conseillers ont pour objectif l'intérêt individuel/commun des clients ;
- ▶ les moyens sont un appui intellectuel destiné à mieux cerner les problèmes et les solutions possibles ;
- ▶ processus structuré, sans conclusions préétablies ;
- ▶ les personnes qui sollicitent les conseils sont libres d'en accepter et appliquer les conclusions ;
- ▶ la responsabilité de la décision incombe à la personne qui sollicite les conseils.

L'analyse de la situation de départ constitue la base du concept de vulgarisation et de conseil, car les aspects qu'elle a dégagés servent à choisir l'approche, la procédure et le contenu du conseil. L'organisme de conseil doit donc procéder à cette analyse.

Pour les étapes suivantes d'analyse et de préparation, les conseillers ont besoin d'un contenu informatif considérant la lutte intégrée des végétaux d'un point de vue technique, économique et social, afin de le fournir aux collaborateurs du projet ou à une organisation de protection des cultures.

La planification du conseil doit aussi associer les agriculteurs et les personnes qui sollicitent ce conseil. À cet égard, il est particulièrement important d'embrasser la situation écologique dans son ensemble.

L'analyse de la situation initiale, point de départ du conseil

Association des producteurs à la planification du conseil



Tableau 2 Exemples d'éléments de vulgarisation et de conseil dans le domaine de la protection des végétaux

Élément de vulgarisation et de conseil	Exemple
Information	
Faits sans référence à des actions individuelles (souvent communiqués par les médias, sans dialogue, repose fortement sur l'initiative individuelle)	Comparaison de produits phytopharmaceutiques, conclusions d'essais régionaux, mélanges recommandés, avertissements, illustrations de dégâts
Formation	
Acquisition de compétences en matière de recherche de solution à titre préventif (sans référence à un problème actuel ; objectifs et contenu de la formation généralement définis à l'avance)	Cycle de formation pour obtenir un certificat de compétence
Conseil personnalisé	
Élaboration de solutions individuelles à un problème existant (lien avec des faits et des actions, sélection et traitement individuels d'informations, conclusion du service de conseil sous forme d'actions possibles élaborées conjointement par le conseiller et la personne sollicitant l'aide)	Conseil individuel en cas de problèmes, contrôle sur le terrain, conseil de groupe (par ex. groupe de travail sur la gestion intégrée des terres)
Conseil sur les produits	
Développement de solutions pour des problèmes existants à partir d'une offre définie	Informations et recommandations sur un nombre défini de produits
Publicité	
Diffusion de faits servant à inciter à recourir à des offres définies	Publicité, documents, rapports scientifiques (issus de la recherche de l'industrie), listes de produits d'un fournisseur

(Source : d'après des informations extraites d'Albrecht et al. 1987 et Boland 1991⁵⁴)

Étant donné que les agents de vulgarisation sur le terrain sont souvent le seul lien, leurs expériences et connaissances doivent être prises en compte lors de la planification. La réalisation des objectifs fixés dépend aussi de normes et de valeurs religieuses et sociales et parfois, aussi, du sexe des acteurs. Par exemple, dans de nombreuses sociétés, un conseiller de sexe masculin ne pourra pas faire passer les contenus du conseil aux femmes et inversement.

Une protection des cultures efficace permet de garantir et d'augmenter les récoltes, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Cela signifie que des domaines complémentaires comme la commercialisation, le crédit et la mise à disposition de moyens de production peuvent devenir de véritables goulets d'étranglement s'ils ne sont pas suffisamment pris en compte. La tâche des conseillers est d'abord d'identifier ces blocages. Les conseillers transmettront ensuite leurs conclusions afin que des mesures soient prises en coopération avec d'autres organes (par ex. coopératives de commercialisation) qui soutiennent la mise en œuvre de la stratégie de lutte intégrée des végétaux. Ce processus requiert toutefois une structure de communication fonctionnelle.

⁵⁴ ALBRECHT, H. et al. 1987. Landwirtschaftliche Beratung. Band 1. Grundlagen und Methoden. 2. Auflg. BMZ und GTZ, Rossdorf und BOLAND, H. 1991. Interaktionsstrukturen im Einzelgespräch der landwirtschaftlichen Beratung. Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG et Handbook ; cf. aussi Hoffmann et al. 2009. Rural extension Vol. 1 (3rd edition). Basic issues and concepts. BMZ-GTZ-CTA Margraf Publishers Weikersheim.



Des moyens de communication comme le téléphone portable et Internet sont bien établis et utilisables dans de nombreux pays en développement. Ils offrent de bonnes bases pour former une structure de communication. De plus, il faut étayer et améliorer les informations de base, notamment celles qui sont importantes pour la PIV (connaissance des organismes nuisibles, évaluation du risque d'infestation et données météorologiques). Pour collecter ces données et faire en sorte qu'elles soient exploitables à grande échelle, il faut disposer de stations agrométéorologiques et employer davantage les nouveaux médias (technologies de l'information et de la communication, TIC). Les sites et l'application du *Centre for Agriculture and Bioscience*, CABI Plantwise et de l'entreprise *Progressive Environmental & Agricultural Technologies*, PEAT⁵⁵ offrent des exemples de diagnostics de maladies et de ravageurs des végétaux.

7.2.2 Simplifier les contenus du conseil et de la vulgarisation

La lutte intégrée des végétaux a besoin de conditions d'ensemble favorables. C'est le terrain où peut agir le conseil en politique. Il doit viser entre autres des réglementations et des contrôles nationaux plus efficaces pour la protection chimique des cultures ainsi que des mécanismes qui incitent à créer et à distribuer des produits phytosanitaires de substitution. Guidés par le principe « Tout ce qui est nécessaire, rien que ce qui est nécessaire », les entreprises ainsi qu'une partie de la vulgarisation privilégient souvent l'utilisation de PPP, sans s'intéresser davantage aux risques liés à ces substances.

Le concept complexe de lutte intégrée des végétaux n'est pas toujours facile à comprendre ou à présenter de façon détaillée. Il est essentiel que les agriculteurs comprennent bien la stratégie pour accepter les conseils donnés et les appliquer. Les principes fondamentaux de ce concept, comme le respect et la préservation des facteurs naturels que sont les sols, la faune et la flore, sont bien connus des agriculteurs et devraient donc se transmettre facilement. Par ailleurs, une exploitation agricole a intérêt à préserver et améliorer son site, par exemple en renforçant la biodiversité qui favorise l'équilibre entre organismes utiles et nuisibles.

Il est tout aussi essentiel d'associer les utilisateurs au développement et à l'expérimentation de mesures phytosanitaires spécifiques. Ainsi, l'ensemble des essais et démonstrations seront réalisés en coopération avec les agriculteurs dans leurs champs, dans des conditions réelles, et les résultats obtenus seront analysés avec les agriculteurs. L'attitude et les commentaires des « agriculteurs pilotes » donnent une première indication des difficultés susceptibles d'apparaître lors de la diffusion de l'approche. En Allemagne, les « exploitations de démonstration » se sont avérées efficaces pour la mise en œuvre des « plans d'action nationaux » ; les agriculteurs peuvent y observer et constater les effets de la lutte intégrée des végétaux dans des conditions comparables.

Les tenants et aboutissants complexes de la lutte intégrée des végétaux sont présentés pas à pas pour tenir compte de la capacité d'assimilation de certains agriculteurs et les rendre plus intelligibles. Les contenus vulgarisés doivent être simples et compréhensibles, succincts et clairs, présentés de façon logique et accompagnés d'exemples.

Le concept de la PIV est divisé en plusieurs aspects qui donnent lieu à des instructions simples et compréhensibles. L'apprentissage actif et pratique est associé à l'apprentissage passif (écoute). Les acquis doivent être concrétisés, par exemple en demandant à comparer

Amélioration des conditions entourant la lutte intégrée des végétaux

Les agriculteurs doivent comprendre la stratégie

Les essais réalisés chez des agriculteurs pilotes pointent sur les problèmes à attendre lors de la diffusion

De petites unités d'apprentissage et les exercices pratiques facilitent l'assimilation des contenus

⁵⁵ CABI : Plantwise (www.plantwise.org); Progressive Environmental & Agricultural Technologies (PEAT): Plantix (<http://plantix.net>), une application pour diagnostiquer les maladies de végétaux.

des parcelles ayant subi des traitements différents ou à expliquer les différences entre organismes utiles et nuisibles. Ce procédé se rapproche de l'approche des champs-écoles des producteurs qui consiste à identifier les problèmes et trouver des solutions au sein de groupes d'agriculteurs.

7.2.3 Utilisation de moyens de vulgarisation et de communication

Les nouveaux médias (technologies de l'information et de la communication, TIC) trouvent désormais diverses applications dans l'agriculture et la vulgarisation⁵⁶. Les outils des TIC permettent de sensibiliser et de renforcer les compétences, de recueillir des informations et d'aider à prendre des décisions en vue de mieux appliquer et diffuser les stratégies de PIV et cela vaut pour les institutions en place comme pour les conseillers et l'industrie phytosanitaire. Il existe désormais des applications destinées aux exploitations agricoles qui mettent en relation les informations relatives à la protection des cultures avec les données météorologiques et les renseignements sur le marché⁵⁷.

Utiliser différents supports pour diffuser l'approche

Les groupes cibles paysans sont non seulement les utilisateurs et les destinataires des informations, mais aussi des fournisseurs d'informations. À cet égard, il est important de veiller aussi bien à l'actualité des contenus qu'à leur qualité et leur ciblage. Les informations peuvent parvenir aux agriculteurs sous différentes formes, que ce soit la radio, la télévision, les SMS, Internet, ou encore sous forme imprimée (communiqués de presse, brochures, etc.). Mais les démonstrations organisées sur les terres des agriculteurs, dans des conditions de culture comparables, restent le moyen le plus efficace et devraient être intégrées à toute activité de conseil.

Utiliser des outils de vulgarisation

La diversité des outils de vulgarisation et de conseil, qui aident aussi bien le conseiller à transmettre le concept que les agriculteurs à le comprendre, est capitale. Il convient d'exploiter toutes les possibilités offertes par les TIC, par exemple pour présenter en images les nuisibles et les antagonistes ou encore pour avoir directement accès aux données météorologiques et aux alertes ou aux prix du marché. Ces technologies permettent aussi de se renseigner sur les risques et les effets environnementaux nocifs potentiels émanant des produits phytosanitaires (par ex. données sur les bassins versants). Les modèles prédictifs destinés à cerner l'évolution de maladies sont aussi un bon exemple des avantages apportés par les TIC.

Les outils utilisés pour la vulgarisation doivent toujours respecter la règle de la simplicité et de la clarté. L'informatique offre de nombreuses possibilités en ce sens et constitue un appui croissant à la diffusion de la lutte intégrée des végétaux.

Les outils doivent d'abord être testés pour vérifier s'ils fonctionnent et s'ils sont faciles d'utilisation et, par conséquent, s'ils seront bien acceptés par les agents de vulgarisation et par le groupe cible des agriculteurs. Souvent, ce n'est pas la perfection technique qui garantit la réussite, mais la qualité du contact avec les agriculteurs qui ont besoin de conseils.

L'utilisation d'outils de vulgarisation peut constituer un appui important pour les conseillers et agents de vulgarisation dont la formation n'est pas optimale. Les agents sur le terrain dis-

Former aux méthodes du conseil

⁵⁶ FAO 2013. ICT uses for inclusive agricultural value chains. Rome ; Banque mondiale 2011. ICT IN AGRICULTURE. Connecting Smallholders to Knowledge, Networks, and Institutions ; IRRI Rice Crop Manager Advisory Service Version 2.1 (webapps.irri.org/ph/rcm)

⁵⁷ CABI : Plantwise (www.plantwise.org)



posent généralement des données techniques, mais manquent souvent de compétences en méthodologie. Les formations initiales et continues dans ce domaine sont particulièrement importantes : les agents de vulgarisation devraient être en mesure d'analyser la situation locale, notamment pour pouvoir identifier les résistances au conseil et les surmonter.

7.2.4 Priorités de la stratégie de diffusion

Plus les recommandations émises apporteront un avantage direct à la personne ou à l'exploitation, mieux les contenus de la vulgarisation seront acceptés. Pour la diffusion des mesures de lutte intégrée des végétaux, la priorité est donnée :

- ▶ aux cultures les plus importantes pour les exploitations ;
- ▶ aux cultures qui présentent le plus gros potentiel de réduire les coûts de la lutte chimique ;
- ▶ aux mesures de lutte contre les nuisibles qui engendrent les plus gros dégâts et aux stratégies qui minimisent le risque économique pour les agriculteurs ;
- ▶ aux mesures de soutien qui aident à accéder aux intrants nécessaires pour la lutte intégrée des végétaux, y compris à introduire des moyens de production adaptés (machines, variétés, produits phytosanitaires sélectifs), par ex. par le biais de fonds renouvelables.
- ▶ aux cas où l'utilisation de PPP est facile à diminuer, par exemple par la protection des bordures ;
- ▶ aux surfaces agricoles où le bénéfice écologique est directement mesurable/visible (arrêt des applications à proximité des cours d'eau/dans les bassins versants) ;
- ▶ à l'utilisation de PPP qui préservent les organismes utiles, par ex. pour éviter les effets négatifs sur les abeilles et la pollinisation ;
- ▶ à la création de zones tampons et de refuges écologiques pour augmenter la biodiversité locale et améliorer les habitats des organismes utiles ;
- ▶ à un choix de cultures basé sur des modèles prédictifs pour réduire les applications de PPP.

L'élaboration des stratégies de conseil et de vulgarisation intégrera non seulement les aspects techniques de la protection des cultures, mais aussi les aspects économiques qui seront traduits en conseils pour inciter les agriculteurs à accepter les recommandations. Les premiers résultats positifs obtenus inciteront les agriculteurs à faire confiance à la vulgarisation et les amèneront à accepter davantage les recommandations qui ne recherchent pas en premier lieu la rentabilité économique à court terme.

Le concept des champs-écoles des producteurs (FFS)⁵⁸ s'est avéré efficace comme méthode de conseil et de diffusion de la lutte intégrée dans les pays en développement du monde entier. Il est vrai que les FFS ont été développées en Asie en réaction aux effets néfastes de la « révolution verte » (intensification de l'agriculture) sur l'environnement et la santé⁵⁹.

Il n'y a donc rien de surprenant à ce que ce concept se soit d'abord propagé en Asie dans les années 1980, puis en Afrique et en Amérique latine à partir de la seconde moitié des années 1990, en commençant par une poignée de pays, comme le Ghana et l'Égypte⁶⁰.

Développer et tester des outils de vulgarisation

Priorités de la stratégie de diffusion de la PIV

Les champs-écoles des producteurs, concept éprouvé pour la PIV

⁵⁸ www.g-fras.org/en/good-practice-notes/farmer-field-schools.html

⁵⁹ Braun et al. 2006. A global survey and review of Farmer Field School experiences. Rapport pour ILRI

⁶⁰ International Initiative for Impact Evaluation (3ie) 2014. Farmer Field Schools. From agricultural extension to adult education. Systematic Review 1. Report by Waddington and White

Aujourd'hui, l'Asie est de loin le premier marché pour les PPP et connaît une croissance continue (voir 7.2.7). L'Afrique, avec un marché faible et plutôt stagnant, joue au contraire un rôle marginal, à l'exception de quelques pays et cultures, comme au Ghana, au Nigéria, en Afrique du Nord et en Afrique du Sud.

Il est donc logique que des pays comme l'Indonésie, dans lesquels les problèmes étaient les plus pressants, aient été les premiers à introduire le concept des FFS. Des pays comme le Viêt nam, dans lesquels cette évolution – y compris le fort développement des exportations agricoles – a été tardive, pratiquent aujourd'hui une agriculture très intensive avec des doses d'engrais minéraux et de PPP maximales par hectare. Dans ce domaine, les activités de conseil et de vulgarisation demandées à la GIZ (par ex. formation de formateurs) et menées avec le soutien de *CropLife International*⁶¹, ont porté leurs fruits grâce à l'introduction de mesures de PIV, entraînant des baisses significatives d'utilisation de pesticides. En coopération avec le gouvernement philippin (ministère de l'Agriculture), ce programme teste les normes de durabilité pour l'agriculture définies par le PNUE et l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI).

Les champs-écoles des producteurs permettent d'intégrer des thèmes environnementaux et des questions de développement communautaire au conseil et à la vulgarisation grâce à un apprentissage commun au sein d'un groupe d'agriculteurs, par exemple pour identifier les nuisibles, les organismes utiles et le seuil de nuisibilité. Il s'agit également d'un procédé économique car il repose essentiellement sur les connaissances locales. Des stratégies sont élaborées en commun, accompagnées ensuite par un conseiller. Cela permet aussi de développer des stratégies conjointes de protection des cultures qui aboutissent à la baisse du nombre de pulvérisations ou de la superficie d'application par des pulvérisations sur les bordures qui empêchent les nuisibles d'atteindre de grandes surfaces. C'est aussi l'occasion d'introduire des mesures de protection, des abeilles par exemple.

7.2.5 Listes de vérification pour la mise en pratique de la lutte intégrée des végétaux

Ces dernières années, l'Union européenne et les États membres ont dressé différentes listes de vérification en vue d'évaluer la mise en œuvre d'une gestion durable de l'exploitation ou plus spécifiquement de la lutte intégrée des végétaux sur le terrain. En Allemagne, l'occasion a été donnée par le Plan d'action national pour la protection des végétaux (Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz – NAP) ainsi que par la nécessité d'évaluer le niveau de réalisation des objectifs en matière de protection des cultures et celle de vérifier la mise en œuvre des dispositions européennes. Nous proposons ces listes de vérification à titre de suggestions pour pouvoir éventuellement élaborer de façon participative des listes adaptées au contexte du projet et les utiliser à des fins de sensibilisation, de conseil et de formation.

Dans le cadre du NAP allemand, les « exploitations de démonstration de la lutte intégrée des végétaux » servent d'exemples de mise en œuvre de la PIV. Les listes de vérification élaborées à partir des orientations de l'Institut Julius-Kühn permettent de définir le degré de mise en œuvre à l'aide d'un système à points⁶². Les critères s'inscrivent dans l'approche globale,

Les listes de vérification peuvent servir à la sensibilisation, à la planification et à l'évaluation

⁶¹ Better Rice Initiative Asia (BRIA) 2017. IPM training helps farmers stay profitable. Monthly Update. Vietnam. July 2017 www.better-rice-initiative-asia.org

⁶² Exemple : liste de vérification pour l'agriculture (Institut Julius-Kühn) : demo-ips.julius-kuehn.de/dokumente/upload/Checkliste_Ackerbau_2016.pdf (date : 10/08/2017)



depuis la collecte d'informations et la formation continue jusqu'au contrôle de l'efficacité et à la documentation, en passant par les mesures préventives et les mesures de protection des cultures. Ce système à points suit le principe du feu tricolore pour la notation : vert (le résultat correspond totalement aux critères des lignes directrices de la PIV), orange (le résultat peut être optimisé) et rouge (les critères ne sont pas respectés).

Conformément au règlement européen no 1306/20131, l'octroi de paiements directs accordés aux producteurs est subordonné au respect des dispositions en matière de protection de l'environnement, de changement climatique, de bon état des terres agricoles, de santé humaine, animale et végétale et de protection des animaux. C'est le principe de conditionnalité (Cross Compliance, CC). Dans ces dispositions, des normes portent sur le maintien des terres dans un bon état agricole et environnemental tandis que certaines règles sont relatives aux exigences essentielles en matière de gestion. Ces dispositions portent sur une exploitation entière : une exploitation qui bénéficie de paiements dans le cadre de la conditionnalité devra donc remplir ces obligations dans l'ensemble de ses activités (par ex. culture, élevage, serres, cultures spécialisées) et de ses établissements. Outre une brochure informative (qui comprend trois pages sur la protection des cultures), les régions allemandes ont également publié une « liste de vérification de la conditionnalité » (Cross Compliance-Checkliste) mise à jour chaque année⁶³.

7.3 Coopération des acteurs du conseil et de la vulgarisation agricole

7.3.1 Synergies des acteurs

Dans la mesure où la lutte intégrée des végétaux est une approche holistique, le conseil en la matière n'englobe pas seulement la protection des végétaux, mais aussi les méthodes culturelles générales, en vue de parvenir à un mode de production intégré et adapté aux conditions environnementales locales. Pour garantir une production intégrée et une gestion durable, les mesures doivent être sélectionnées et combinées de sorte à cultiver sur un sol sain des plantes robustes, qui soient résistantes aux organismes nuisibles comme aux influences abiotiques (conditions météorologiques) et qui rendent moins souvent nécessaire de recourir aux mesures phytosanitaires.

Au fond, il convient de viser une conception cohérente de la PIV qui serve de base de travail commune aux différents acteurs concernés (acteurs publics et privés, ONG, programmes publics et programmes financés par des donateurs). Pour cela, les organes de l'État doivent mettre en place une coordination des différents prestataires du conseil. C'est le seul moyen d'aboutir à des mesures complémentaires à même d'appuyer la mise en œuvre du concept de PIV. Cela vaut en particulier pour les mesures qui ciblent une région ou un groupe spécifique. Il est essentiel que l'offre de prestataires soit transparente et que les agriculteurs soient informés des offres de conseil.

Cette démarche nécessite une communication efficace au sein des organismes de conseil et entre les différents acteurs qui offrent des conseils et des services en lien avec la protection des végétaux.

L'association de tous les acteurs du conseil et de la vulgarisation agricole garantit la cohérence des conseils

Création d'un réseau de communication

⁶³ Exemple du Bade-Wurtemberg (adaptation pour l'Allemagne) : www.landwirtschaft-bw.info/pb/Lde/3339788

Par exemple, des rencontres périodiques organisées par le responsable du projet peuvent avoir lieu pour garantir un échange continu et efficace d'informations. Une réunion semestrielle réunissant tous les groupes en vue de la consolidation de la planification du projet peut avoir des retombées positives sur les travaux de recherche et sur les modalités et contenus choisis pour le conseil.

La conception de la PIV peut également reposer sur l'élaboration et l'utilisation communes d'outils de TIC (voir ci-après) ou sur des offres de formation initiale et continue destinées aux conseillers des différents acteurs et aux services de conseil afin de mettre en pratique une conception cohérente de la PIV ou d'accéder à des outils actualisés, comme des affiches et des vidéos.

Pour convaincre les conseillers et les vulgarisateurs de la pertinence de la stratégie de lutte intégrée des végétaux, il faut favoriser leur participation active à l'élaboration et l'expérimentation des mesures associées ; pour cela, les conseillers mettront en place et suivront les essais et démonstrations sur les sites de production des agriculteurs et en évalueront et interpréteront les résultats.

La coopération étroite avec les instituts de recherche est également essentielle pour que la recherche soit au service de l'application pratique et que les résultats des recherches puissent être rapidement traduits en conseils.

L'objectif premier du conseil et de la vulgarisation est de faire en sorte qu'un nombre maximal de mesures de PIV soient largement appliquées dans un délai raisonnable tout en nécessitant le moins de ressources humaines, matérielles et financières possible.

7.3.2 Coopération avec l'industrie phytopharmaceutique

La promotion de la lutte intégrée des végétaux soulève tôt ou tard la question de savoir s'il est possible de coopérer avec l'industrie phytopharmaceutique chimique, sous quelle forme et quelle est la bonne attitude à adopter envers ces entreprises.

Au niveau international, les multinationales de l'industrie phytopharmaceutique se sont associées au sein de *CropLife International* (CLI)⁶⁴ qui compte des associations nationales dans presque tous les pays du monde. Les fabricants de produits phytosanitaires génériques se sont eux aussi regroupés en associations nationales et régionales.

Dans les grands pays industrialisés, la PIV a été intégrée à la politique et à la législation et fait partie des bonnes pratiques agricoles. Les entreprises membres de CLI adhèrent officiellement au principe de lutte intégrée des végétaux et se sont engagées à respecter le Code de conduite de la FAO/l'OMS et donc à minimiser les risques liés à la manipulation de produits phytosanitaires. Les associations de fabricants de génériques font, pour certaines, entendre le même son de cloche. De façon générale, la situation est plus difficile à évaluer dans les pays en développement parce que les objectifs de vente à court terme y sont souvent prioritaires, que la conscience de la responsabilité liée à l'utilisation de PPP est moins développée et que les bases légales susceptibles d'entraîner des conséquences juridiques sont inexistantes.

⁶⁴ croplife.org



Afin de résoudre des problèmes concrets de protection des cultures dans le cadre de la lutte intégrée, les projets de la GIZ établissent des coopérations avec différentes entreprises (internationales) qui se sont engagées à respecter les accords internationaux, privilégient des objectifs à long terme et mettent leur expérience au service du projet (diagnostic, prévisions, combinaison de mesures, formation). Il est recommandé de travailler plutôt avec des associations d'entreprises, par exemple dans le domaine de la formation. La coopération de la GIZ avec le secteur économique repose sur un grand nombre de raisons et critères et prend différentes formes⁶⁵.

Les conditions encadrant les coopérations dans le secteur agricole, et notamment pour la protection des cultures, sont définies dans un document du BMZ intitulé « Cadre de référence pour les partenariats de développement dans le secteur de l'agriculture et de l'alimentation »⁶⁶.

Informers les utilisateurs et le grand public est essentiel face à une protection chimique des cultures qui comporte des risques et des dangers et qui peut avoir des effets secondaires nocifs à long terme. L'industrie phytopharmaceutique a réagi en développant des substances à la fois plus efficaces et moins dangereuses au cours des dernières décennies. Toutefois, elles sont souvent inaccessibles aux exploitations agricoles, surtout en Afrique, par indisponibilité ou manque de ressources financières.

Bien qu'une procédure d'homologation restrictive dotée de critères de contrôle stricts soit indispensable, celle-ci est souvent difficile à mettre en place dans les pays en développement en raison du manque de moyens (ressources humaines et infrastructures). Aujourd'hui, l'accès à l'information, notamment par des recherches mondiales sur Internet, permet de présenter de façon argumentée les dangers que représentent les produits phytosanitaires pour la santé humaine et/ou pour l'environnement.

Les arguments contre la protection chimique « classique » des cultures seront mieux reçus si des alternatives réalistes, comme le concept de PIV, sont présentées et diffusées d'une façon compréhensible, accessible même à une personne étrangère au domaine de la protection des cultures.

Les programmes de prêts qui financent uniquement un ensemble de moyens de production agricoles comprenant des produits phytopharmaceutiques chimiques sont contestables dans la mesure où cette approche n'est généralement pas durable. Il en va de même des subventions accordées pour les produits phytopharmaceutiques chimiques. Les programmes de prêts destinés à financer des investissements dans l'agriculture devraient s'inscrire dans un concept global de conseil et de développement afin que les exploitations agricoles bénéficient d'améliorations durables.

Le soutien unilatéral de l'utilisation d'intrants qui ne correspondent pas aux besoins des groupes cibles de producteurs risque de compromettre la mise en œuvre du concept de protection intégré des végétaux. En revanche, la création de structures de marché adéquates (en

Les subventions de produits phytosanitaires chimiques n'ont pas d'effet durable

Le Code de conduite permet de surveiller la conduite des fabricants de PPP

⁶⁵ BMZ 2013. Kooperation mit dem Privatsektor im Kontext der Entwicklungszusammenarbeit Aktuelle Situation und Ausblick im Sektor Landwirtschaft und Management natürlicher Ressourcen (« Coopération avec le secteur privé dans le cadre de la coopération au développement. Situation actuelle et perspectives dans le secteur de l'agriculture et de la gestion des ressources naturelles »).

⁶⁶ BMZ 2016. Referenzrahmen für Entwicklungspartnerschaften im Agrar- und Ernährungsbereich.

amont) en lien avec des offres de conseil adaptées peut contribuer à apporter des améliorations durables dans le secteur agricole. La création d'une éventuelle taxe sur les produits phytopharmaceutiques chimiques destinée à prendre en compte le coût économique de leurs effets secondaires et à promouvoir la lutte intégrée des végétaux, a également été évoquée à plusieurs reprises.

Les producteurs agricoles comme prestataires de services pour l'application de PPP

(voir *IPM for Rice Production in Nigeria. Rapport d'O. Mück pour le programme CARI*)

Le concept de *CropLife Africa Middle East* mis en œuvre avec le réseau *Spray Service Provider* constitue une approche spéciale destinée à promouvoir l'utilisation efficace et sûre des PPP dans les petites exploitations agricoles. Les producteurs éligibles sont identifiés et reçoivent une formation spécifique à l'utilisation et la manipulation de PPP (Programme « *CropLife Stewardship* » en coopération avec la GIZ, par ex. au Nigeria et au Ghana). Cela permet de parvenir à une meilleure protection de l'utilisateur, de la santé et de l'environnement. La vente de vêtements de protection, de pulvérisateurs et d'autres moyens de production sur le même site que les PPP, accompagnée de mesures de formation, favorise l'adoption des bonnes pratiques de PIV. Les producteurs formés, en devenant des prestataires de la protection chimique des cultures, peuvent également obtenir une source de revenus complémentaire. Le programme « *Competitive African Rice Initiative* » (CARI) coopère avec le commerce agricole qui distribue des PPP de qualité.

L'agriculture sous contrat (*contract farming et outgrower schemes*), qui établit un lien économique ferme entre le producteur et le distributeur/l'acheteur des récoltes, fournit et préfinance souvent les moyens de production, y compris les produits phytosanitaires. Sans initiatives de conseil adaptées, cette situation favorisera uniquement la protection chimique des cultures. Il faudrait viser, par exemple, l'utilisation coordonnée de variétés résistantes ou tolérantes en association avec des mesures agronomiques et biologiques.

Toutes les mesures évoquées contribuent à sensibiliser les populations à la lutte intégrée des végétaux et renforcent la propension des exploitations agricoles à accepter ces stratégies, même si leurs avantages économiques à court terme sont moindres.

7.3.3 Coopération avec les organisations non gouvernementales

La coopération avec les organisations non gouvernementales offre de multiples opportunités d'œuvrer à la promotion de la lutte intégrée des végétaux. De nombreuses ONG travaillent avec des groupes de producteurs et des populations rurales en vue d'améliorer leurs systèmes de production et de renforcer la compatibilité sociale et environnementale de ces derniers (agriculture durable), en particulier par le biais d'approches de conseil et de développement participatives⁶⁷. Citons également les centres internationaux de recherche agronomique dont les efforts se concentrent sur le développement de la PIV⁶⁸. Ils mettent au point, par exemple, des

⁶⁷ Z. B. www.prolinnova.net

⁶⁸ www.icipe.org (International Centre of Insect Physiology and Ecology ou www.iita.org (CGIAR Systemwide Program on Integrated Pest Management))

variétés tolérantes/résistantes ou des mesures biologiques, comme le produit *Aflasafe* au Nigéria (les souches fongiques non toxiques *d'Aspergillus* empêchent la propagation de souches produisant de l'aflatoxine).

Depuis de nombreuses années, différentes ONG, comme le *Pesticide Action Network (PAN)*⁶⁹ soutiennent des programmes de limitation des pesticides et participent activement à l'élaboration d'accords internationaux et à des campagnes de sensibilisation du grand public aux effets secondaires potentiels des pesticides. Dans de nombreux pays, dont des pays en développement, des groupes de protection de l'environnement défendent des modes de culture alternatifs et des approches visant à réduire les risques liés aux produits phytosanitaires, qui s'inscrivent souvent dans le cadre de la lutte intégrée des végétaux.

En outre, diverses ONG se sont spécialisées dans les procédures de certification de processus de production, dont un exemple connu concerne la filière bois durable⁷⁰. Dans certains pays, ce sont aussi des ONG qui contrôlent le respect des nouvelles normes volontaires (« *voluntary standards* ») des entreprises privées et des chaînes de supermarchés ; alliant ainsi expertise et expérience dans la promotion de modes de production intégrés, elles sont en mesure d'examiner plusieurs maillons de la chaîne de valeur.

⁶⁹ pan-international.org

⁷⁰ www.fsc-deutschland.de/de-de (certification forestière)



8

Conclusion



L'approche holistique de la « lutte intégrée des végétaux » est connue depuis plus de cinquante ans dans l'agriculture, l'horticulture et la foresterie ; elle est considérée dans le monde entier comme la stratégie de protection des cultures.

Protéger les cultures de façon intégrée consiste à systématiquement privilégier les mesures préventives et non chimiques avant d'envisager le recours aux produits phytopharmaceutiques chimiques. Ainsi peut-on limiter l'utilisation des PPP et mettre en œuvre une protection des cultures plus durable et qui tient compte de l'écosystème dans son ensemble. Cela implique souvent de s'écarter des sentiers battus et d'expérimenter de nouvelles méthodes. Cela requiert une ouverture d'esprit, une confiance et une certaine prise de risque de la part des agriculteurs qui ont donc besoin d'un conseil fiable et d'un accompagnement sur le terrain. Des directives politiques doivent aussi appuyer ce processus.

La lutte intégrée des végétaux a besoin de conditions d'ensemble propices. Le conseil en politique peut y concourir en soutenant notamment des réglementations et des contrôles nationaux plus efficaces pour la protection chimique des cultures et en recherchant des mécanismes qui incitent à développer des mesures préventives et à distribuer des produits phytosanitaires biologiques. Pour cela, il faut encourager les infrastructures et la science en vue de mettre au point d'autres procédés de contrôle non chimiques (modèles prédictifs, systèmes de communication et de gestion adaptés, par ex.) afin que les acteurs des secteurs agricole et forestier puissent s'appuyer sur de nouvelles connaissances et de nouveaux procédés. C'est le seul moyen pour que l'utilisation des produits phytosanitaires chimiques soit amenée à l'optimisation recherchée.

La protection des cultures, surtout l'utilisation de produits phytosanitaires chimiques qui y est associée, suscite la controverse depuis de nombreuses années. La lutte intégrée des végétaux permet de dépassionner le débat. Le présent guide veut y contribuer. Les nombreuses procédures de contrôle non chimique qui y sont mentionnées ont vocation à inspirer les acteurs.

Naturellement, il existe bien d'autres concepts et approches encore. Le renforcement de l'agriculture biologique, y compris dans les pays en développement, et la volonté politique en Europe de réduire les risques liés aux produits phytosanitaires et la dépendance à leur utilisation, créent un climat propice au développement constant d'approches et de procédés nouveaux. Internet a facilité l'accès à une mine d'informations. La lutte intégrée des végétaux est une recherche permanente destinée à définir les meilleures procédures de lutte contre les organismes nuisibles, les maladies et les mauvaises herbes afin de favoriser le développement optimal des cultures et le bien-être de l'écosystème, la fertilité des sols, la capacité de production et donc afin de garantir aux agriculteurs leurs moyens de subsistance et leur productivité. La lutte intégrée des végétaux œuvre également pour le bien des consommateurs et pour leur confiance en l'amélioration de la qualité des produits alimentaires.



9

Glossaire et abréviations



Abiotique	Milieu non-vivant ; contraire de biotique et de vivant.
Agent pathogène	Agent de maladies infectieuses
Agriculture biologique	Désigne la production de denrées alimentaires et d'autres produits agricoles par des méthodes les plus respectueuses possible de l'environnement en tenant compte des constats de l'écologie et de la protection de l'environnement. L'agriculture biologique renonce (largement) à l'utilisation de produits phytosanitaires, d'engrais minéraux et d'organismes génétiquement modifiés, utilisés en partie dans l'agriculture conventionnelle.
Agriculture de conservation	Technique culturale qui préserve les sols, sans labour ; couverture des sols par les résidus de récoltes pour les protéger de l'érosion, ce qui peut favoriser l'apparition de maladies dans la culture suivante. Il existe différentes définitions de ce terme. (Conservation Agriculture)
ALINA	Asociación Latinoamericana de la Industria Nacional de Agroquímicos
Antagoniste	Qui a une action opposée, inhibiteur
Appât aux phéromones	Support chargé d'un appât spécifique attirant les nuisibles.
Arthropodes	Espèces articulées, par ex. insectes, araignées et acariens.
BMEL	Ministère fédéral allemand de l'Alimentation et de l'Agriculture (<i>Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft</i>)
BMZ	Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (<i>Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung</i>)
BVL	Office fédéral allemand pour la protection des consommateurs et la sécurité alimentaire (<i>Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit</i>)
CABI	<i>Centre for Agriculture and Biosciences International</i>
CARI	<i>Competitive African Rice Initiative</i>
CLI	<i>CropLife International</i> (fédération internationale de l'industrie phytopharmaceutique)
Code de conduite international sur la gestion des pesticides de la FAO/l'OMS	L'objectif de ce code est de définir, pour toutes les instances publiques et privées, sur une base volontaire, des normes de conduite qui concernent ou sont en rapport avec la gestion des pesticides, en particulier dans les pays où la législation nationale sur les pesticides est insuffisante ou inexistante (International Code of Conduct for Pesticide Management).
Convention de Bâle	L'objectif de cette convention est de réduire les mouvements transfrontières de déchets dangereux (déchets spéciaux), d'assurer leur élimination écologiquement rationnelle le plus près possible de leur lieu d'origine et, de façon générale, de réduire le volume de déchets spéciaux produits. Pour atteindre ces objectifs, les mouvements transfrontières de déchets spéciaux sont contrôlés en vue d'empêcher tout trafic illicite. Cette convention a été adoptée en 1989 à Bâle et est entrée en vigueur en 1992. Elle a été ratifiée depuis par près de 160 pays et la Communauté européenne.
Convention de Rotterdam (procédure PIC)	Échange d'informations sur les risques et les dangers de certains produits chimiques et pesticides dangereux.++Les pesticides ou les produits chimiques industriels peuvent constituer un risque pour la santé humaine et pour les ressources naturelles, en particulier dans les pays en développement, s'ils ne sont pas correctement utilisés. C'est pourquoi une « procédure PIC » volontaire a été introduite dans les années 1980 afin de permettre l'échange mutuel d'informations sur les risques et les dangers de certains produits chimiques et pesticides dangereux.++Le consentement préalable en connaissance de cause (« Prior Informed Consent ») désigne un accord donné après avoir été avisé. D'après cette procédure, les exportateurs de certains produits chimiques dangereux doivent obtenir l'autorisation du pays importateur avant que l'importation puisse avoir lieu.++En 1988, la procédure PIC a été concrétisée sur le plan juridique par la signature de la Convention de Rotterdam. Conformément à la convention, les pays importateurs doivent fournir les informations nécessaires sur les produits chimiques inscrits sur la liste PIC pour recenser les risques potentiels. Un pays peut refuser l'importation d'un produit chimique de la liste PIC si la manipulation dudit produit ne peut avoir lieu dans des conditions sûres dans ce pays.++D'autres dispositions de cette convention, comme l'étiquetage obligatoire par l'exportateur, contribuent à l'utilisation sûre des produits chimiques si l'importation a été autorisée. La convention est entrée en vigueur le 24 février 2004.



Convention de Stockholm	Cette convention internationale a pour objectif de réduire ou de mettre un terme à la production, à l'utilisation et au rejet de polluants organiques persistants (« Persistent Organic Pollutants » ou POP)
Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV)	Cette convention est un accord international proposant des mesures juridiques et techniques fiables devant prévenir l'introduction et la dissémination de maladies des végétaux et visant à éradiquer ces maladies. Le traité a été élaboré en 1952, puis modifié en 1979 et foncièrement révisé en 1997. La version révisée est entrée en vigueur seulement après sa ratification par les deux tiers des 127 États participants.++Cette convention est pour les États signataires une base contraignante pour les projets de loi nationaux et supranationaux (par ex. UE) relatifs à la quarantaine des végétaux.++Dans le cadre de la CIPV, des « Normes internationales pour les mesures phytosanitaires » (NIMP) ont été élaborées, relatives notamment à la quarantaine des végétaux dans le commerce international, à l'analyse des risques, à la surveillance, à l'éradication et au certificat phytosanitaire. Ces normes sont contraignantes. Elles doivent aider les États signataires à appliquer la convention. Elles sont disponibles en plusieurs langues sur le site Internet de la CIPV ou peuvent être fournies par le secrétariat de la CIPV.++(International Plant Protection Convention, IPPC)
Cultures associées	Culture de différentes espèces végétales sur une même surface.
Dérive	Déplacement par voie aérienne de produits phytosanitaires hors de la surface à traiter (par exemple dans les bordures de parcelles, un champ voisin, des eaux).
ECCA	<i>European Crop Care Association</i>
Écosystème	Unité qui englobe un groupe d'organismes (biote) et leur milieu (éléments abiotiques). Les écosystèmes peuvent être définis à différentes échelles. Un écosystème a son propre système de régulation. Cette régulation se fait au moyen de rétroactions. Les rétroactions négatives servent à maintenir l'équilibre du système. Les mécanismes de rétroaction positive engendrent des modifications du système, en particulier quand le milieu évolue.
Élevage de masse++	Reproduction d'êtres vivants en conditions de laboratoire ; dans le domaine de la protection des cultures, il s'agit généralement de multiplier des organismes utiles en vue de les lâcher dans le cadre de la lutte biologique contre des agents pathogènes ou des organismes nuisibles qui attaquent des cultures.
Endémique	Présence de végétaux et d'animaux dans une zone clairement délimitée ; indigène.
Épizootie	Maladie infectieuse frappant une population animale avec une certaine densité.
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>)
Fonds renouvelable	Fonds approvisionné par les recettes issues de projets ou d'initiatives qu'il finance (« revolving fund »).
Fongicide	Pesticide éradiquant les champignons ou leurs spores ou inhibant leur croissance le temps de son action.
FRAC	<i>Fungicide Resistance Action Committee</i> (groupe d'experts technique de CropLife International)
Générique	Substance active non protégée par un brevet ; les pesticides génériques sont des produits phytopharmaceutiques reproduisant un produit lui-même non protégé.
GFRAS	<i>Global Forum for Rural Advisory Service</i>
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH</i>
Habitat	Site sur lequel une espèce végétale ou animale est présente de manière régulière.
Herbicide	Pesticide éradiquant les mauvaises herbes/graminées, produit phytopharmaceutique chimique.
Hôte intermédiaire	Organisme qui héberge des formes de vie à un stade de développement précoce (par ex. larve d'un parasite) qui vont subir une évolution (principalement reproduction asexuée et/ou métamorphose) avant d'être transmis à un autre organisme.
Hôte, plante hôte	(Macro)organisme qui héberge un symbiote, un agent pathogène ou un parasite.
HRAC	<i>Herbicide Resistance Action Committee</i> (groupe d'experts technique de CropLife International)
ICIPE	<i>International Centre of Insect Physiology and Ecology</i> (Centre international de physiologie et d'écologie des insectes)



IFC	Société financière internationale membre du Groupe de la Banque mondiale (<i>International Finance Corporation</i>)
IFOAM	<i>Organics International (association)</i>
Insecticide	Pesticide éradiquant, repoussant ou inhibant les insectes à différents stades de leur développement.
IRAC	<i>Insecticide Resistance Action Committee</i> (groupe d'experts technique de CropLife International)
IRRI	<i>International Rice Research Institute</i> (Institut international de recherche sur le riz)
Lépidoptères	Terme générique désignant les papillons.
Liste de vérification++(CC : Cross-Compliance)	L'attribution de paiements directs est subordonnée au respect des exigences en matière de conditionnalité (Cross Compliance) de l'Union européenne. La liste de vérification CC permet aux exploitations de vérifier si elles respectent bien les normes.
Liste de vérification++(NAP)	Il existe en Allemagne des exploitations de démonstration de la lutte intégrée des végétaux. Leurs stratégies reposent sur les « Lignes directrices relatives à la lutte intégrée des végétaux de l'Institut Julius Kühn », qu'elles appliquent sur leurs parcelles de démonstration. Les listes de vérification servent à évaluer cette application.
Marge brute	Différence entre les produits des ventes et les coûts spécifiques proportionnels d'un processus de production. Le processus de production impliqué utilise ce montant pour couvrir les frais spécifiques et généraux non proportionnels et dégager les recettes d'une exploitation. La marge brute se rapporte toujours à une unité (hectare, main d'œuvre) et à une période (par an, par saison) données.
Mesures phytosanitaires curatives	Mesures phytosanitaires thérapeutiques (de nature mécanique, thermique, biologique ou chimique).
Mesures préventives++	Différentes techniques culturales comme l'entretien des sols, la rotation des cultures, la fertilisation, la technique de semis, la sélection de variétés résistantes et l'utilisation de produits phytosanitaires ayant une action préventive et protégeant et préservant les organismes utiles.
Monoculture	Culture continue d'une seule variété sur une même surface sans rotation ; désigne également une concentration régionale sur une culture.
NAP	Plan d'action national de l'Allemagne visant à promouvoir l'utilisation durable des produits phytosanitaires (contraignant en Allemagne depuis 2013), initiative du ministère fédéral allemand de l'Alimentation et de l'Agriculture (BMEL).
Nématode	Ver rond
Niveau nécessaire	Pour l'utilisation de produits phytosanitaires, le niveau nécessaire correspond à l'intensité d'application des produits qui est nécessaire pour garantir la culture des plantes, en particulier au regard de la rentabilité (NAP).
OEPP	Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes
OGM	<i>Organisme génétiquement modifié (Genetically Modified Organism, GMO).</i>
OILB++	Organisation internationale de lutte biologique (<i>International Organisation for Biological and Integrated Control, IOBC</i>)
OMC	Organisation mondiale du commerce (<i>World Trade Organisation</i>)
OMS	Organisation mondiale de la santé (<i>World Health Organisation</i>)
ONG	Organisation non gouvernementale
Organisme nuisible	Être vivant, généralement bactérie, virus, champignon, insecte ou animal à sang chaud et certaines plantes sauvages qui provoquent des dégâts aux cultures.
Organisme utile	Organisme (généralement champignon, insecte, etc.) utilisé dans la lutte biologique contre les organismes nuisibles.
Parasite	Organisme qui vit de son hôte, la plupart du temps sans le tuer.
Parasitoïde	Parasite qui tue son hôte ; insecte qui se développe sur ou dans le corps d'un insecte hôte, ce qui finit par entraîner la mort de l'hôte.
PCC	<i>Poison Control Centres</i> (centres antipoison américains)
PEAT	<i>Progressive Environmental & Agricultural Technologies</i>

Pesticide	Terme générique pour les produits phytopharmaceutiques, d'origine naturelle ou synthétique, destinés à éradiquer des organismes nuisibles (englobe notamment les herbicides, insecticides, fongicides).
Phéromone	Substance de signalisation biogène servant à la communication entre les individus d'une même espèce.
Phytophage	Organisme qui se nourrit de végétaux et nuit considérablement à leur développement.
PIC	<i>Prior-Informed-Consent</i> (Consentement préalable en connaissance de cause)
Pictogramme	Symbole ou icône qui transmet une information par une représentation graphique simplifiée, ajoutée sur l'étiquette des pesticides pour indiquer le produit dangereux/la substance dangereuse. Exemple : il existe actuellement neuf symboles de danger selon les dispositions internationales du SGH harmonisées à l'échelle mondiale.
PIV	Lutte intégrée des végétaux
Plantation en bandes	Culture simultanée de différentes variétés dans de larges bandes parallèles et non en rangées étroites comme dans les cultures associées.
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement (<i>United Nations Environment Programme</i>)
Polyphage	Organisme qui se nourrit d'aliments d'origines diverses (végétaux hôtes ou proies).
PPP	Produit phytopharmaceutique
Prédateur	Animal détruisant des organismes nuisibles qu'il chasse et consomme ; ne s'attaque généralement pas à une proie spécifique et est aussi efficace contre les faibles populations de nuisibles en raison de sa mobilité. Les réduves, mésostigmates, coccinelles, carabes, araignées, larves de chrysope et syrphes en sont représentatifs.
Produit phytopharmaceutique sélectif	Pesticide ayant un spectre d'action bien spécifique, généralement efficace seulement contre une espèce ou un groupe d'espèces de nuisibles.
prolinova	Promoting Local Innovation in ecologically oriented agriculture and natural resources management
Protocole de Montréal	Le protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone a été adopté en 1987. Les États signataires s'engagent à réduire jusqu'à suppression complète l'émission de produits chimiques chlorés et bromés, responsables de la destruction de la couche d'ozone.++Ils se sont également engagés à coopérer dans le domaine de la recherche sur les mécanismes d'appauvrissement de la couche d'ozone. Les règles de contrôle ont été adaptées et complétées depuis par les cinq protocoles d'amendement de Londres (1990), Copenhague (1992), Vienne (1995), Montréal (1997) et Beijing (1999). ++Le protocole de Montréal concerne des substances comme les chlorofluorocarbones, le méthylchloroforme, le bromure de méthyle et le tétrachlorure de carbone.
Répulsif	Substance dont l'odeur repousse sans le tuer l'organisme qui le perçoit ; surtout utilisé pour lutter contre les arthropodes hématophages qui transmettent des maladies, comme les moustiques, les taons ou les tiques.
Résistance	Meilleure capacité des cultures, par transformation génétique, à résister à des maladies ou des nuisibles ; peut aussi désigner la résistance des organismes nuisibles aux pesticides.
Résistance horizontale	Résistance plus ou moins forte de certaines variétés à tous les pathotypes existants d'un agent pathogène ; il n'y a pas d'interaction entre les variétés et les pathotypes.
Résistance verticale	Résistance de certaines variétés à un ou quelques pathotypes ; est généralement rapidement brisée par la sélection de nouvelles espèces. Il existe de fortes interactions entre les variétés et les pathotypes.
Rotation des cultures	Succession temporelle ou périodique, souvent pluriannuelle, de cultures sur une parcelle.
S & E	Suivi et évaluation++
Sélection	Sélection d'individus ayant des propriétés particulières (phénotypes), dont les caractéristiques se répercutent dans la fixation du génotype.
Semis sous couvert	Technique consistant à semer une plante de culture sous une couverture végétale, associant par ex. trèfle et seigle.



Seuil d'intervention	Intensité et densité d'infestation par un organisme nuisible (y compris les plantes adventices) qui nécessite une intervention pour des raisons épidémiologiques, techniques ou liées à la dynamique des populations afin de ne pas atteindre le seuil économique de nuisibilité (voir définition). Le seuil d'intervention comprend un élément prédictif.
Seuil de rentabilité	Indique le point à partir duquel une entreprise engrange des bénéfices. Ce point couvre les coûts fixes et variables du produit des ventes.
Seuil économique de nuisibilité	Stade d'infestation par une maladie ou un nuisible auquel le coût de la lutte équivaut à la valeur monétaire du rendement préservé grâce à cette mesure de lutte.
SGH	Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques. (Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals)
Solarisation des sols	Désinfection et éradication partielles d'organismes nuisibles et de graines de mauvaises herbes dans la couche supérieure du sol (jusqu'à 10 cm de profondeur) par le rayonnement solaire. Les températures du sol peuvent être augmentées (jusqu'à 60°C) en le recouvrant de films en plastique. La solarisation des sols permet de réduire fortement les populations de champignons du sol du genre <i>Verticillium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Sclerotium</i> et les nématodes.
Sténophage	Organisme dont le régime alimentaire est étroit et spécialisé (quelques variétés de plantes hôtes ou proies).
Système agroécologique	Aussi appelé agro-écosystème. Autre désignation des systèmes de production agricole, car il s'agit d'écosystèmes contrôlés par l'Homme.
Taxonomie	Classification des êtres vivants dans un système biologique.
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UE	Union européenne
Variété résistante	Variété dont les propriétés rendent une infestation par certains nuisibles plus difficile, voire impossible.



10

Bibliographie et sources de documents juridiques



- Albrecht, H. et al. 1987. Landwirtschaftliche Beratung. Band 1. Grundlagen und Methoden. 2. Auflg. BMZ und GTZ, Rossdorf. (voir également Hoffmann et al. 2009)
- American Association of Poison Control Centers. Soutien à 55 centres antipoison. URL : www.aapcc.org/ (Stand : 2017)
- Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. Kontrolle von Pflanzenschutzgeräten www.lfl.bayern.de/ips/geraetetechnik/030128/index.php ; graphique (date : mai 2017)
- BCPC 2014. Manual of Biocontrol Agents. British Crop Production Council. Hamshire. URL : www.bcpc.org/product/manual-of-biocontrol-agents-online (date : 2.08.2017)
- Better Rice Initiative Asia (BRIA). IPM training helps farmers stay profitable. Mise à jour mensuelle. Viêt Nam. Juillet 2017 www.better-rice-initiative-asia.org (date : 2017)
- BMEL. Grundsätze für die Durchführung der guten landwirtschaftlichen Praxis. URL : www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Pflanzenschutz/_Texte/GrundsaeetzeDurchfuehrungGuteFachlichePraxisPflanzenschutz.html (date : 14.02.2017)
- BMEL. Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz (NAP). Die acht allgemeinen Grundsätze des IPS nach Richtlinie 2009/128/EG ANHANG III. URL : www.nap-pflanzenschutz.de/praxis/integrierter-pflanzenschutz/grundsaeetze-ips/ (date : 14.02.2017)
- BMEL. Nationaler Aktions-plan Pflanzenschutz. URL : <https://www.nap-pflanzenschutz.de/> (date : 14.02.2017)
- BMZ 2013. Kooperation mit dem Privatsektor im Kontext der Entwicklungszusammenarbeit. Aktuelle situation und Ausblick im Sektor Landwirtschaft und Management natürlicher Ressourcen. www.bmz.de/de/zentrales_downloadarchiv/themen_und_schwerpunkte/wirtschaft/Koop_Wirtschaft_Naturressourcen.pdf (date : 10.09.2017)
- BMZ. Referenzrahmen für Entwicklungspartnerschaften im Agrar- und Ernährungssektor (Avril 2016). URL : www.developpp.de/sites/default/files/2016_04_06_referenzrahmen_fuer_entwicklungs_partne_2016_0129461_-_rs.pdf
- Boland, H., 1991. Interaktionsstrukturen im Einzelgespräch der landwirtschaftlichen Beratung. Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG
- Börner, H., Schlüter K. et J. Aumann 2009. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 8e édition remaniée et actualisée, Berlin, Heidelberg
- Braun, A. et al. 2006. A global survey and review of Farmer Field School experiences. Rapport préparé pour l'International Livestock Research Institute (ILRI)
- BVL. Réglementation allemande (sur la protection végétale). URL : https://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/03_Antragsteller/13_Rechtsvorschriften/01_Gesetze_Verordnungen/psm-nationale-regelungen-node.html (date : 24.10.2017)
- CABI. Plantwise. URL : www.plantwise.org/ (date : 14.02.2017)

- CropLife International. Crop Protection-Plant Biotechnology. URL : croplife.org/ (date : 14.2.2017)
- Davis, K. et F. Oberthür 2014. Rural advisory services – back on the development agenda. Rural 21/ No. 1/2014, Vol. 48: 6-8 URL : www.rural21.com
- European Conservation Agriculture Federation (ECAAF). Agriculture de conservation (conservation agriculture, CA). URL : www.ecaf.org/ (date : 14.02.2017)
- FAO 2013. ICT uses for inclusive agricultural value chains. Rome
- FAO 2013. Organic Agriculture : African Experiences in Resilience and sustainability (éd. Auerbach et al.). Rome
- FAO et OMS. Codex Alimentarius-Normes alimentaires internationales. URL : www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/fr/ (situation : 14.02.2017)
- FAO et OMS. Code de conduite international sur la gestion des pesticides . URL : www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/fr/ (situation : 14.02.2017)
- FAO et OMS. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides): Guidelines on Management Options for Empty Pesticide Containers. URL : www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Containers08.pdf (date : 14.02.2017)
- FAO. Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV). URL : www.ippc.int (date : 14.02.2017)
- FAO. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs : agriculture de conservation. URL : www.fao.org/ag/ca/ (situation 14.02.2017)
- FAO. Fish culture in rice fields. Chapter 5: Fish in rice fields as biological control of weeds, snails and mosquitos (« La pisciculture dans les rizières. Chapitre 5 : Le poisson dans les rizières comme instrument de lutte biologique contre les mauvaises herbes, les escargots et les moustiques »). www.fao.org/docrep/field/003/AC180E/AC180E05.htm (situation 10.09.2017)
- FAO. Sécurité sanitaire et qualité des aliments- Normes volontaires et schémas. URL : www.fao.org/food/food-safety-quality/capacity-development/standards/fr/ (Stand : 14.02.2017)
- Forest Stewardship Council. FSC – Certification des forêts. URL : www.fsc-deutschland.de/de-de/wald/waldzertifizierung (date : 14.02.2017)
- Fungicide Resistance Action Committee (FRAC). Gestion de la résistance aux fongicides. URL : www.frac.info/. (date : 14.02.2017)



- Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG)(2012). Loi sur la protection des végétaux du 6 février 2012 (BGBl. I, p. 148, 1281), qui a été modifiée en dernier lieu par l'article 4, paragraphe 84, de la loi du 18 juillet 2016 (BGBl. I, p. 1666). URL : www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/pflschg_2012/gesamt.pdf. (date : 14.02.2017).
- GFRAS. Fiches et publications relatives au conseil agricole (www.g-fras.org/fr/savoirfr/gfras-publications.html) (date : 9.08.2017)
- GIZ 2015. Ländliche Entwicklung und Agrarwirtschaft Themeninfo : Gentechnisch veränderte Organismen in der Landwirtschaft. URL : https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/Fachexpertise/2016_giz_11_Themeninfo_Gentechnisch_veraenderte_Organismen_in_der_Landwirtschaft_Maerz_2015.pdf
- GIZ. Beschaffung von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (Pestizide und Biozide) sowie weitere Agrarchemikalien (directive relative à l'achat de produits phytopharmaceutiques).
- Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). GHS Labelling. URL : www.ghs-label.com/ (date : 14.02.2017).
- GTZ (1993). Integrierter Pflanzenschutz in Projekten der Technischen Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern. TZ-Verlagsgesellschaft, Roßdorf. ISBN 3-88085-491-2.
- Herbicide Resistance Action Committee. Protecting crop yields and quality worldwide. – Providing comprehensive information about weed resistance and best practices available to our regional partners and local experts around the world. URL : www.hracglobal.com/ (date : 14.02.2017)
- Hoffmann, Volker, Maria Gerste-Bentaya, Anja Christinck et Mamusha Lemma 2009. Handbook (3rd edition): Rural extension Volume 1: Basic Issues and Concepts and Vol. 2: Examples and Background Material ; Vol. 3: by Hoffmann and Gerster-Bentaya 2011. Training Concepts and Tools. BMZ-GTZ-CTA. Margraf Publishers Weikersheim.
- IFOAM 2009. Definition of organic agriculture. URL : www.ifoam.bio
- IFOAM 2016. Plant Health Care in Organic Farming. Position paper. http://www.ifoam-eu.org/sites/default/files/ifoameu_policy_position_paper_plant_health_201604.pdf
- Insecticide Resistance Action Committee. Gestion de la résistance aux insecticides. URL : www.irac-online.org/ (date : 14.02.2017)
- International Initiative for Impact Evaluation (3ie) 2014. Farmer Field Schools. From agricultural extension to adult education. Systematic Review 1. Rapport Waddington/White
- IRRI. Rice Crop Manager Advisory Service Version 2.1 (webapps.irri.org/ph/rcm/)
- Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Listes de vérification. URL : demo-ips.julius-kuehn.de (situation : 10.08.2017)



- Kleffmann Group 2017. Analysis of the crop protection market trends by Bob Fairclough. 13.-14. Mars 2017 Bruxelles. Global Crop Protection – Trade Essential.
- Lkwarndienst. Service d'alerte (Initiative de la Chambre d'agriculture autrichienne). URL : <https://warndienst.lko.at/> (date : 14.02.2017)
- Ministère allemand des affaires rurales et de la protection des consommateurs du Bade-Wurtemberg : Cross Compliance (CC)-Checklisten. URL : www.landwirtschaft-bw.info/pb/Lde/3339788 (date : 14.02.2017)
- OCDE. Pesticides biologiques. URL : www.oecd.org/chemicalsafety/pesticides-biocides/biological-pesticides.htm (date : 14.02.2017)
- OMS. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazards and Guidelines to Classification 2009 (Classification des pesticides recommandée par l'OMS). URL : www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_2009.pdf (date : 14.02.2017)
- Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. DIRECTIVE 2009/128/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 21 octobre 2009 instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0128&from=FR> (date : 10.08.2017)
- Parlement européen et Conseil de l'Union européenne. RÈGLEMENT (CE) N° 1107/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL DU 21 OCTOBRE 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil. URL : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=FR> (date : 10.08.2017)
- Parsa, S. et al. 2014. Obstacles to integrated pest management adoption in developing countries. PNAS 2014 Mar 11; 111(10): 3889-3894
- Pesticide Action Network International (PAN). Replacing Chemicals with Biology : Phasing out highly hazardous pesticides with agroecology. URL : library.ipamglobal.org/jspui/bitstream/ipamlibrary/463/1/Phasing-Out-HHPs-with-Agroecology.pdf (date : 14.02.2017)
- Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung 2013. «Pflanzenschutz-Sachkundeverordnung vom 27. Juni 2013 (BGBl. I S. 1953), die zuletzt durch Artikel 376 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist». URL : www.gesetze-im-internet.de/pflschsachkv_2013/BJNR195310013.html (date : 14.02.2017)
- PNUE et FAO. Secrétariat de la Convention de Rotterdam. Convention de Rotterdam (ou convention PIC). URL : www.pic.int/ (situation : 14.02.2017)
- PNUE. Convention de Bâle. URL : www.basel.int/ (date : 14.02.2017)
- PNUE. Protocole de Montréal. URL : www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/sustainable-development/natural-capital-and-the-environment/montreal-protocol.html (date : 14.02.2017)



- PNUE. Secrétariat de la Convention de Stockholm. Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants – POP. URL : chm.pops.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/2232/Default.aspx (situation : 14.02.2017)
- Poehling, H.-M. et J.-A. Verreet 2013. Lehrbuch der Phytomedizin, 4e édition, Ulmer Verlag Stuttgart.
- Pretty et Bharucha 2015. Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa. *Insects*. 2015 Mar ; 6(1): 152-182
- Progressive Environmental & Agricultural Technologies (PEAT). Plantix. URL : plantix.net/ (date : 14.02.2017)
- Rural 21 2014. Focus Agricultural Extension – Spreading know-how). Vol. 48 2014/No. 1:6- 33 www.rural21.com
- Stewardship Community. Testing Knapsack Sprayers. URL : www.stewardshipcommunity.com/stewardship-in-practice/safe-and-effective-use/testing-knapsack-sprayers/how-knapsack-sprayers-are-tested.html (date : 14.02.2017)
- Tiedemann, A. von. 2015. Abt. Pflanzenpathologie und -schutz GA-Universität Göttingen. Offener Brief zu plusminus Fernsehbeitrag. In DEGA Gartenbau 11/2015. URL : <https://www.dega-gartenbau.de/Aktuell/Es-wird-nicht-immer-mehr-gespritzt,QULEPTQ40DE20TkmTULEPTUx0DQ1.html>
- Transparenz Gentechnik www.transgen.de d'après des données de ISAAA.org (date : 10.08.2017)
- UE. Base de données de pesticides. URL : <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=FR> (date : 10.08.2017)
- U.S. Food & Drug Administration. Pesticide Program Residue Monitoring. URL : www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Pesticides/ucm2006797.htm (date : 14.02.2017)
- World Bank 2011. ICT IN AGRICULTURE. Connecting Smallholders to Knowledge, Networks, and Institutions
- Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP) (Centrale fédérale pour la protection des plantes et des cultures assistées par ordinateur). Centre de compétence pour des modèles prédictifs destinés à la pratique dans l'agriculture et l'horticulture. URL : www.zepp.info/ (date : 14.02.2017)





Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges de la société
Bonn et Eschborn, Allemagne

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Allemagne
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Allemagne
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de