

*Hugues Dupriez  
Niyonzima Silas  
Jean Colin*

*champs  
et jardins  
sains  
lutte intégrée*



# *Champs et jardins sains*

*lutte intégrée contre les maladies  
et les ravageurs des cultures tropicales*

*Hugues Dupriez - Niyonzima Silas - Jean Colin*

Lutter pour la santé des cultures est une préoccupation constante de l'agriculteur: il crée un environnement favorable, il protège ses plantes, les soigne lorsqu'elles sont malades. Il limite les dégâts des ravageurs par toutes sortes de méthodes et de remèdes.

Nombreux sont les moyens de lutte disponibles dans les terroirs. Certaines plantes cultivées ou spontanées sont utiles pour protéger les champs et les jardins. L'encouragement des auxiliaires des cultures est particulièrement intéressant.

Garder les plantes en bonne santé est une recherche permanente et imaginative qui met en œuvre toutes les ressources des terroirs et de l'intelligence des cultivateurs.

La biodiversité est une richesse certaine qui peut être contrôlée au bénéfice des cultures, plutôt que compromise par des substances chimiques aux effets incontrôlables sur le milieu, sur la vie de l'homme et sur celle des autres espèces vivantes.

*avec la collaboration de  
Michelle Favart  
Zalugurha B. Tonton  
Alain Autrique  
Rolande Brunson*



Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) a été créé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé entre les États du groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) et les pays membres de l'Union européenne. Depuis 2000, il exerce ses activités dans le cadre de l'Accord de Cotonou ACP-CE.

Le CTA a pour mission de développer et de fournir des services qui améliorent l'accès des pays ACP à l'information pour le développement agricole et rural, et de renforcer les capacités de ces pays à produire, acquérir, échanger et exploiter l'information dans ce domaine. Les programmes du CTA sont articulés sur quatre axes principaux: l'élaboration des stratégies de gestion de l'information et de partenariat nécessaires à la formulation et à la mise en œuvre des politiques, l'encouragement des contacts et des échanges d'expérience, la fourniture d'informations sur demande aux partenaires ACP et le renforcement de leurs capacités en information et communication.

**CTA, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas**



**TERRES ET VIE**

**rue Laurent Delvaux, 13  
1400 Nivelles  
Belgique**

tél. et fax : 32 - 67 - 21 71 49  
e-mail: [terres.et.vie@linkline.be](mailto:terres.et.vie@linkline.be)  
site internet: <http://www.terresetvie.com>

ISBN 2-87105-020-01

ISBN 92-9081-247-8

## Introduction

Parler de la santé des plantes cultivées, c'est parler d'un univers. C'est se trouver au cœur de la vie agricole et paysanne, dans un milieu où le climat, les caractéristiques du sol et des espèces, les comportements des hommes se combinent, s'interpénètrent et se contrarient sans fin.

Deux grandes tendances s'affrontent dans l'évolution des luttes phytosanitaires.

Poussée à l'extrême, la première tendance est celle de l'**artificialisation**. Le sol est un substrat exclusivement réservé à l'une ou l'autre espèce. Il n'y a de vie utile sur le champ que celle qui augmente le rendement des plantes de cette espèce et des quelques êtres indispensables à son développement. L'espèce privilégiée est nourrie et protégée par toute une gamme d'aliments et de médicaments produites en dehors du champ et des terroirs. Même les semences sont artificialisées. Les logiques financières dominent la gestion des exploitations au nom du modernisme.

La seconde grande tendance est celle d'une **gestion systémique** des ressources vivantes des terroirs. Les plantes cultivées sont placées dans un environnement qui respecte la biodiversité des espèces végétales, animales et microbiennes. L'agriculteur agit au jour le jour pour canaliser cette biodiversité à son avantage. Ses résultats sont estimés aussi bien en quantité que par la diversité des productions alimentaires, fertilisantes et autres, qu'il obtient principalement à partir des ressources du terroir. Les flux financiers existent, mais ne jouent pas un rôle central dans l'exploitation.

C'est dans cette seconde tendance que s'inscrit ce *Carnet Ecologique*. La lutte phytosanitaire est loin de se limiter à l'utilisation de coûteux pesticides. Elle est d'abord préventive. Les pratiques agricoles sont au cœur de la prévention. L'utilisation de ressources biologiques du terroir est prioritaire lorsqu'il faut lutter contre les ravages, sans exclure toutefois l'emploi raisonné de produits commerciaux à condition qu'ils ne risquent pas de détruire les équilibres écologiques du milieu. Le respect et l'encouragement des auxiliaires des cultures sont très importants.



Ce *Carnet* sera utile pour les exploitations familiales africaines. Il montre en effet que de nombreuses ressources existent dans ces exploitations ou dans leurs environnements, et que les pratiques de culture sont essentielles pour favoriser la santé des plantes. Il parle donc de **lutte intégrée** équilibrant une

bonne mise en condition des plantes favorisant leur développement aisé, et l'action curative lorsqu'un ravage ou une maladie apparaît.

La lutte intégrée qui est présentée dans le *Carnet* n'exclut pas entièrement l'utilisation des produits phytosanitaires d'origine industrielle. Dans certaines circonstances, l'agriculteur n'a pas vraiment le choix. Mais elle privilégie la recherche de solutions locales, bénéficiant plus aux économies des terroirs qu'aux grands commerces phytopharmaceutiques, et aussi plus respectueuses de l'environnement.

L'agriculteur progressiste, s'il veut réussir, est d'abord un chercheur. C'est pourquoi le *Carnet* propose une série de questions. Le principe adopté est qu'avant toute lutte, il faut connaître contre qui et pour quoi on lutte. S'agissant des maladies et des ravageurs, il est toujours nécessaire de **faire un bon diagnostic**, c'est-à-dire déterminer les causes avec certitude.

Le présent *Carnet Écologique* s'inscrit dans la suite logique de "*Ravages aux champs, c'est signé*" et utilise les mêmes conventions de mise en page. Dans ce *Carnet*, on met le doigt sur l'origine des maladies et des attaques afin de procéder aux diagnostics sanitaires.

Le tableau ci-contre indique les couleurs choisies conventionnellement pour caractériser les ravages, les maladies ou les pratiques agricoles.

Des lecteurs peu habitués au langage des biologistes s'effraieront peut-être de voir apparaître beaucoup de noms scientifiques. Les photos permettront aux non initiés de se repérer malgré tout.

A la fin du *Carnet*, on trouve une annexe bibliographique et des pistes pour la documentation sur le sujet abordé. Cette bibliographie relève d'une part les sources d'information qui ont directement servi dans le *Carnet*, d'autre part, des textes de base auxquels le lecteur pourra se référer. Un index permet de se repérer dans le livre.

*L'usage de différentes couleurs nous permettra de reconnaître le responsable des dégâts.*

insectes

champignons

bactéries

virus

autres ravageurs

troubles physiologiques liés  
à l'environnement

Pratiques agricoles  
et présentations générales



## Comment vit l'ennemi? Comment se manifeste la maladie?

La lutte pour la santé des plantes et les méthodes de culture sont deux aspects intimement liés qui dépendent l'un de l'autre. C'est pourquoi nous parlons dans ce livre de **lutte intégrée**. C'est celle qui prend simultanément en compte toute une série d'éléments: l'environnement et les conditions de vie des plantes, les pratiques agricoles telles que les labours ou les entretiens, les techniques de fertilisation, le choix des espèces et des variétés, l'utilisation de produits phytosanitaires et, parmi ceux-ci, ceux qui agissent sans grands risques pour la nature et pour les humains.

Dans "*Ravages aux champs, c'est signé*" (18), nous avons vu comment procéder au diagnostic des problèmes de santé végétale. Mais après? Comment lutter contre les ravages? Comment éviter des dégâts importants, sans dépenser trop d'argent et sans empoisonner la nature ou les gens?

Dans un premier tableau synthétique, puis en détails dans le texte qui suivra, posons-nous les questions préalables à toute action de lutte. En effet, à force de poser les bonnes questions, on va s'apercevoir que la lutte pour la santé des plantes est au cœur même des modes de production agricole.

1

### **Contre quoi ou contre qui va-t-on lutter?**

- ⇒ A **quoi** ou à **qui** avons-nous à faire?
- ⇒ Quelle est la **nuisibilité** du ravageur?
- ⇒ Quelle est l'"**incidence**" des dégâts?
- ⇒ Comment évolue l'**attaque des insectes ravageurs**?
- ⇒ Comment évolue l'**attaque microbienne**?
- ⇒ Quelles sont les caractéristiques de la **mal-nutrition**?
- ⇒ **L'environnement** de la culture est-il sain?
- ⇒ Quel rôle **l'homme** joue-t-il sur le plan de la santé de ses cultures?

## Le diagnostic général: à quoi ou à qui avons-nous à faire?

Toute action visant à protéger les cultures exige de bien connaître ce que l'on va combattre. D'abord, s'agit-il d'une attaque ou d'une maladie? Les **attaques** sont le fait d'organismes extérieurs à la plante, qui cherchent à se nourrir à ses dépens. Les **maladies** sont causées par des troubles de développement dus au froid, à l'excès de chaleur, à une carence ou un excès en eau, à la malnutrition, à l'acidité ou à la salinité du sol. Une série de documents permettant de diagnostiquer, intuitivement ou scientifiquement, les attaques et les maladies des plantes est citée dans la bibliographie qui se trouve à la fin du livre.

Le **tableau 2** rappelle quelles sont les grandes catégories de ravageurs et les principaux types de maladies, ainsi que les dégâts qu'ils provoquent généralement.

En culture, il se peut que les ravages soient dus à la présence de **plusieurs agents**, pathogènes ou non, agissant conjointement ou successivement. C'est ce qu'on appelle le **complexe parasitaire**. Par exemple, un insecte blesse un organe de la plante et ouvre la porte à un champignon qui s'établit dans les tissus abîmés. D'autres petits insectes viennent se nourrir des déchets disponibles dans la blessure, sans pourtant qu'ils attaquent directement la plante. Dans le cas d'un virus propagé par un puceron, on pourra lutter efficacement contre ce dernier alors qu'il sera impossible d'éliminer le virus lui-même, déjà installé dans la plante. Par contre, il ne sert à rien d'attaquer les fourmis qui tournent autour d'une colonie de pucerons et qui ne se nourrissent que des déchets de ces derniers.

L'important est de rechercher **qui est le premier responsable** de l'attaque et à qui il ouvre la porte. Les seules apparences ne suffisent pas. Des observations approfondies sont nécessaires pour connaître les causes initiales.

### Catégories de ravageurs et principales causes de maladies

2

*Le relevé des dégâts est simplement indicatif.*

#### Les ravageurs vivants

##### Des animaux

###### Insectes

- ⇒ *destructions mécaniques des organes des plantes: feuilles rongées, tiges coupées, jeunes fruits blessés, galeries dans les rameaux, les troncs ou les fruits, collets rongés, miellat couvert de champignons sur les feuilles*
- ⇒ *consommation des réserves contenues dans les graines ou les tubercules*
- ⇒ *blessures favorisant l'entrée de germes de maladies ou de pourritures*
- ⇒ *transmission de maladies à virus*

###### Acariens

- ⇒ *petites blessures nombreuses provoquant la déformation des feuilles*

⇒ *les blessures sont des portes d'entrée pour des micro-organismes pathogènes*

⇒ *ralentissement de la croissance des plantes*

### **Nématodes**

⇒ *blessures et déformation des racines qui empêchent leur bon fonctionnement et la montée de la sève*

⇒ *sous-alimentation des plantes*

⇒ *transmission de virus*

⇒ *portes d'entrée pour les micro-organismes pathogènes présents dans le sol*

### **Escargots et limaces**

⇒ *destruction mécanique des feuilles ou des plantules*

### **Mammifères, oiseaux**

⇒ *destruction mécanique des plantes*

⇒ *consommation des récoltes sur pied*

### **Des micro-organismes**

#### **Bactéries**

⇒ *destruction du feuillage*

⇒ *flétrissement de toute la plante ou d'une de ses parties*

⇒ *pourritures sèche ou humide des organes*

⇒ *chancres*

#### **Champignons**

⇒ *pourriture et destruction des feuilles, tiges, racines, fruits*

⇒ *bouchage des vaisseaux, flétrissement partiel ou général*

#### **Virus**

⇒ *déformation et/ou décoloration des organes*

⇒ *ralentissement de la photosynthèse*

*et de la croissance*

⇒ *mort prématurée des arbres*

### **Des végétaux**

#### **Plantes parasites**

⇒ *épuisement de la plante cultivée*

⇒ *étouffement*

#### **Mauvaises herbes**

⇒ *compétition pour l'eau, la nourriture et l'espace*

⇒ *refuge pour les ravageurs*

### **Les facteurs abiotiques et les causes non parasitaires**

#### **Les éléments minéraux**

⇒ *en excès: empoisonnement de la plante ou sensibilisation aux maladies, déformation des organes*

⇒ *en insuffisance: limitation de la croissance et de la production*

#### **L'eau**

⇒ *en excès: sensibilisation aux maladies, pourriture et asphyxie des racines*

⇒ *en insuffisance: sécheresse et dessèchement de la plante, mauvaise nouaison, chute prématurée des fruits*

#### **Le soleil**

⇒ *l'excès d'ensoleillement, l'ombrage trop important, les températures trop basses ou trop élevées, sont des causes de dégâts dans les cultures*

#### **Le vent**

⇒ *destruction mécanique des cultures*

⇒ *chute des fruits*

## Quelle est la nuisibilité du ravageur?

On parle de **nuisibilité** d'un agent pathogène pour caractériser l'importance des dégâts occasionnés **sur la plante elle-même**.

Un escargot qui broute les feuilles d'une plante adulte laisse quelques traces, mais cela n'a pas d'effet sur le bon développement de la plante ni sur la récolte (photo 3). Il n'est pas réellement nuisible. Par contre, les larves de la pyrale *Eldana saccharina* sont très nuisibles puisqu'elles s'installent au cœur de la tige du maïs et, en la rongeoant, elles détruisent les vaisseaux conducteurs de sève et tuent la partie supérieure du plant (photo 4).



3

*L'incidence des dégâts provoqués par cet escargot est minime par rapport au bon développement du champ de gombo.*

## Quelle est l'incidence des dégâts?

Dans un champ, c'est le **nombre** de parasites actifs sur les plantes cultivées qui détermine l'**importance des dégâts** sur l'ensemble de la récolte. Si par exemple, dans un grand champ de maïs, un très petit nombre de plants est tué par la pyrale *Eldana saccharina*, la récolte totale ne sera que légèrement diminuée. Par contre, si un grand nombre de plants est atteint, elle sera largement compromise. Quelques chenilles qui rongent deux ou trois feuilles sur un arbre ne sont pas dangereuses et ces feuilles seront vite remplacées. Par contre, une pullulation de chenilles qui rongent toutes les feuilles d'une plante l'épuise. Si on connaît bien la chenille, on peut prévoir le danger qu'elle présente et intervenir, si nécessaire, juste avant la prolifération, afin de l'enrayer.



4

*La chenille de la pyrale se développe au cœur même de la tige de maïs et coupe l'alimentation de cette tige. Sa nuisibilité est maximale.*

Pour caractériser l'importance des dégâts, on parle d'**incidence**. L'incidence d'une attaque peut être calculée. Par exemple, si 20 plants sur 100 sont attaqués par le parasite nuisible, on dit que l'incidence est de 20%. Le dénombrement des plants attaqués ou malades dans un champ est relativement facile à effectuer. Par contre, l'estimation des pertes de récoltes potentielles résultant des attaques est plus difficile puisqu'il faut anticiper les rendements probables et les comparer avec ceux des autres saisons culturales.

Les luttes phytosanitaires sont toujours des compromis entre les besoins de l'homme et ceux de la nature. Pour chaque ennemi d'une culture, il existe un **seuil d'intervention** en dessous duquel il n'est pas intéressant d'intervenir avec de gros moyens parce que le coût du traitement serait plus élevé que le bénéfice obtenu par ce traitement. Il faut donc constamment évaluer l'importance des dégâts par rapport aux pertes de récoltes et aux coûts de l'intervention sanitaire.

## Observer une attaque d'insectes

En Afrique tropicale, plus de 500.000 espèces d'insectes se nourrissent des plantes. Dix mille d'entre ces espèces menacent les plantes cultivées. Mais pour une de ces plantes dans une région donnée, le nombre de ravageurs est assez réduit. On retrouve généralement ces ravageurs de saison en saison, et les stations agricoles locales les connaissent bien.

Relevons quelques-unes des questions d'approfondissement nécessaires pour bien définir la lutte à mener contre un insecte ravageur.

### Quel est le cycle de vie de l'insecte ravageur ?

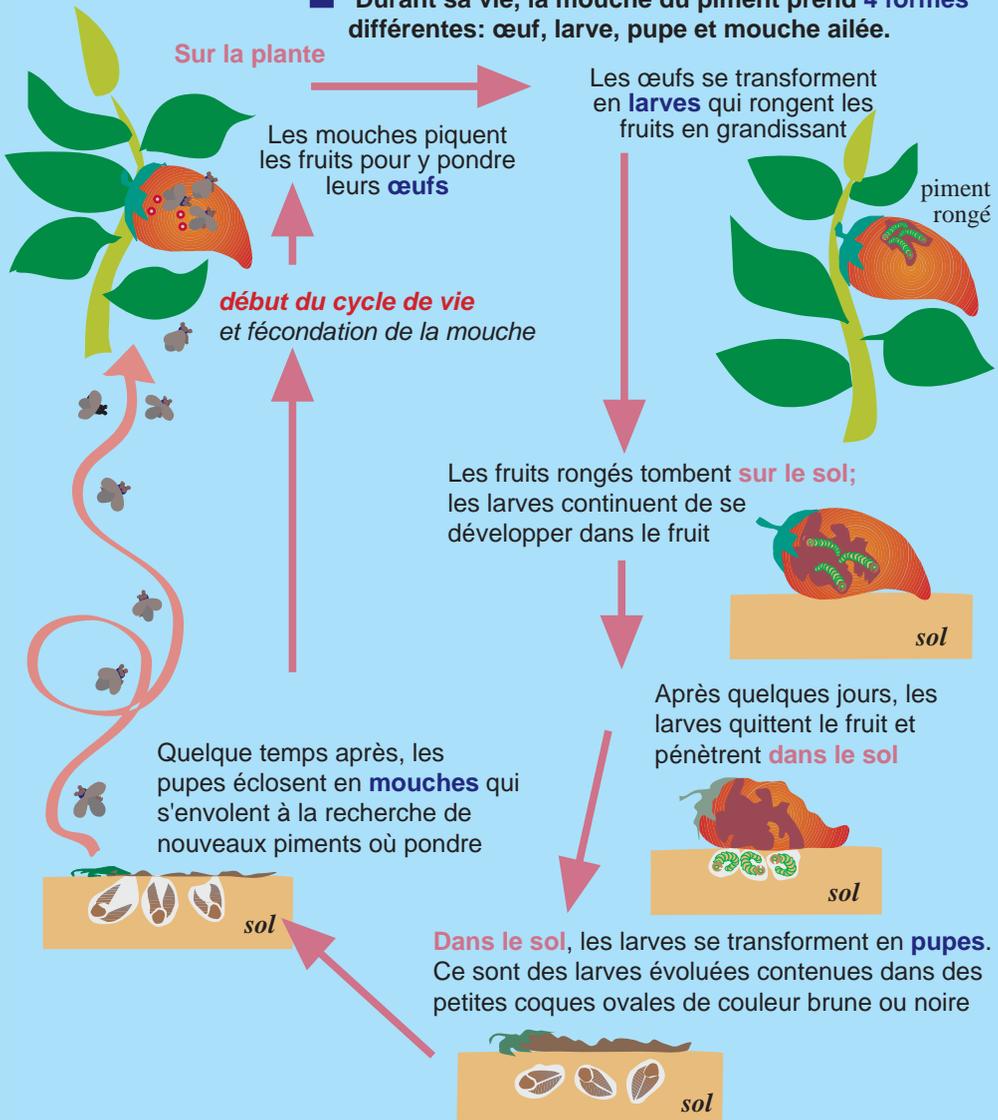
La vie des insectes se déroule en phases successives. La forme de l'animal diffère selon le stade où il se trouve. Les dégâts qu'il occasionne sont différents selon son stade de développement. Par exemple, quand un papillon vole, suce le suc des fleurs et pond ses œufs sur une feuille ou un fruit, il n'occasionne aucun dégât. Mais les chenilles qui sortent de ses œufs sont voraces et ravageuses durant quelques jours ou quelques semaines. Puis ces chenilles se transformeront à nouveau en papillons inoffensifs.

Chaque espèce d'insecte, papillon, mouche, charançon, punaise, etc., développe son **cycle de vie** à sa façon propre. Cela se déroule à l'air libre, dans le sol, à l'intérieur de plantes ou d'animaux, ou alternativement dans l'un et puis dans l'autre milieu. Souvent, les insectes vivent cachés dans le sol, dans les résidus de récoltes, dans les fruits, durant une certaine période, avant de sortir à l'air libre pour se répandre et pour pondre leurs œufs. Le **tableau 5** décrit par exemple le cycle de la mouche du piment.

## Le cycle de vie de la mouche du piment

■ Le cycle de développement de la mouche se fait à **3 endroits**: sur la plante, à la surface du sol et dans le sol.

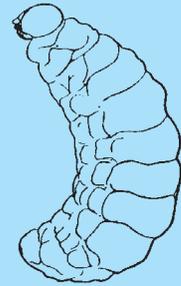
■ Durant sa vie, la mouche du piment prend **4 formes** différentes: œuf, larve, puppe et mouche ailée.



La lutte sanitaire la plus efficace contre la mouche du piment se fait **juste au moment où les fruits, rongés à l'intérieur par les larves, tombent sur le sol**. Si on attend, les larves entreront dans le sol et il sera difficile de les atteindre pour les déloger. Lorsqu'elles se seront transformées en adultes volants, elles ne pourront être combattues que par des pulvérisations coûteuses et répétées dont l'efficacité ne sera pas toujours assurée et qui toucheront aussi les auxiliaires utiles.

Le cycle de vie de l'insecte *Cylas formicarius* attaquant une patate douce comporte quatre stades. La photo 7 nous en montre trois:

- ✧ les **œufs** sont ovales et blancs, d'environ 0,7 millimètre de longueur (on n'en voit pas sur la photo). L'incubation dure de 7 à 9 jours;
- ✧ les jeunes **larves**, qui se forment à partir des œufs, d'abord blanches, deviennent brunâtres dès qu'elles commencent à se nourrir. Elles n'ont pas de pattes, mais bien six petites protubérances à la face inférieure du thorax. Elles mesurent environ 6 millimètres. Le stade larvaire dure de 25 à 27 jours (8);
- ✧ les larves préparent des logettes dans le tubercule; elles s'y transforment en **nymphes**. La nymphe prend 7 à 9 jours (9);



larve

8



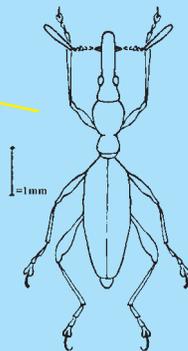
nymphe

9



7

- ✧ les nymphes se transforment en **adultes** noirs d'environ 7 millimètres de longueur. Ils restent dans le tubercule durant quelques jours, et en sortent ensuite en se faufilant dans les interstices du sol. Les adultes se nourrissent après 3 jours et leur vie dure trois mois. L'adulte commence à se reproduire une semaine après l'éclosion de la nymphe, et le cycle peut recommencer (10).



adulte

10

Le cycle complet de l'insecte se réalise donc sur une durée de 41 à 46 jours.

Tant qu'il se cache, il est très difficile d'attaquer un insecte. Par contre, lorsqu'il sort de sa cachette, il devient plus vulnérable. Si on ne le traque pas exactement au bon moment, la lutte est inefficace.

Il y a donc des raisons importantes pour bien observer le cycle de développement des insectes ravageurs avant d'entreprendre la lutte:

- ➔ pouvoir agir **avant** que l'insecte ne se mette à pulluler sur les cultures;
- ➔ agir **au moment précis** où l'insecte est vulnérable;
- ➔ **éviter le gaspillage** d'argent qui consiste, par exemple, à pulvériser un insecticide alors que l'insecte, bien caché, est inaccessible;
- ➔ et **éviter de pulvériser à tous moments**, puisque cela peut entraîner l'élimination d'insectes utiles, augmenter la résistance des ravageurs aux produits et polluer inutilement le milieu.

### Quel est le cycle de vie de la plante et quelles sont les phases de sensibilité aux attaques du ravageur?

La vie des plantes saisonnières se déroule en phases successives: germination, croissance et foliaison, floraison, nouaison, fructification, maturation, mort. Quand elles sont bien installées, les plantes pluriannuelles et les arbres développent également des cycles passant successivement par la foliaison, la floraison et la fructification annuelles (17).

Dans l'optique des luttés sanitaires, deux choses sont à prendre en considération:

- ❑ par rapport au cycle de vie des plantes qu'ils attaquent, beaucoup de ravageurs ont leur **période de prédilection**: ils ont besoin du fruit pour y pondre leurs œufs ou de tiges en croissance bourrées de sève montante; ils s'attaquent aux collets tendres des toutes jeunes plantules, ou à d'autres organes. S'ils ne trouvent pas la nourriture dont ils ont besoin, leur prolifération est freinée. Il est donc nécessaire de connaître les périodes de prédilection du ravageur dans les cas réellement observés;
- ❑ selon la période où se déroule l'attaque d'un insecte, **l'incidence sur le rendement** est plus ou moins importante. Si un mille-pattes détruit le collet des plantules dans une pépinière, qu'une mouche pullule sur les jeunes gousses, qu'une chenille ronge toutes les feuilles d'une patate douce au moment où celle-ci doit constituer ses réserves, l'incidence du ravage sur la production est importante. Si par contre les feuilles sont attaquées par quelques chenilles lorsque les tubercules sont déjà remplis, ou qu'un champignon s'attaque aux racines de plantes déjà mures, l'incidence sur la production peut n'être que très faible.

**Décaler** dans le temps le semis d'une espèce cultivée afin que la période dévastatrice du cycle de vie du ravageur ne corresponde pas au moment où la plante est la plus sensible aux attaques, peut être une méthode de lutte.

Ou alors, on crée des décalages en choisissant des variétés cultivées plus ou moins précoces ou tardives.

## Où et comment apparaissent et disparaissent les insectes ravageurs ?

Il se peut que plusieurs générations d'insectes d'une espèce se reproduisent **sans discontinuer** durant toute une saison de culture. La lutte sanitaire se poursuit alors tout au long de cette saison.

Mais souvent, l'insecte prolifère à un **moment précis**, durant une période plus ou moins longue, puis il semble disparaître. La prolifération momentanée résulte des circonstances environnementales: abondance de nourriture pour le ravageur, microclimat favorable, etc. Parfois, après la prolifération, le ravageur vit caché durant plusieurs mois. Ses œufs ou ses larves sont enfouis dans les résidus de culture ou dans le sol, attendant d'éclore lorsque les circonstances seront à nouveau favorables.

La lutte phytosanitaire tient compte des caractéristiques de la prolifération. Il faut en effet intervenir avant que le ravageur ne pondre de nouveaux œufs. Souvent, à ce moment, il circule à l'air libre et peut assez facilement être atteint par des traitements phytosanitaires. Plus tard ou avant, ceux-ci risquent de ne servir à rien.

Pour bien adapter la lutte, on se pose donc la question de savoir **quelles sont les phases** de prolifération et les phases de vie cachée, au cours du cycle de vie de l'insecte.

### Quels facteurs favorisent la pullulation d'un insecte ravageur ?

Les **pullulations** sont dues à la reproduction intensive et rapide de l'insecte au cours d'une période de l'année. Elles dépendent du cycle reproductif de l'insecte et des conditions climatiques. Les pullulations s'arrêtent généralement lorsque les insectes ont accompli leur cycle de vie ou lorsque les conditions du milieu deviennent défavorables.



*Pullulation de la chenille *Acraea acerata* sur des patates douces. Si les nids ne sont pas éliminés, les chenilles se répandent rapidement et défolient complètement les plants.*

11

La reconnaissance des facteurs entraînant des pullulations est indispensable pour définir la lutte phytosanitaire intégrée. Les lignes qui suivent indiquent les facteurs et les conditions qui favorisent ces pullulations. Il est nécessaire de s'interroger sur chacun d'eux.



12

*Pullulation de la mouche Liriomyza trifolii sur l'oignon.*

- ❑ **l'amélioration des conditions de vie de l'insecte.** C'est le cas lorsque les plantes de prédilection du ravageur voisinent en grand nombre et vivent en promiscuité. Elles offrent alors plus d'espace, plus de nourriture et plus de lieux de ponte à l'insecte. C'est la même chose lorsque les semis d'une espèce voisinent et se succèdent dans le temps, et que le ravageur peut passer d'un semis à l'autre sans jamais manquer de nourriture. Cela permet parfois à l'insecte de réaliser plusieurs cycles reproductifs au cours d'une même saison;

- ❑ la **diminution du nombre de prédateurs** de l'insecte ravageur. Si celui-ci n'est plus attaqué par ses ennemis naturels parce qu'ils ont disparu de l'environnement, le nombre d'insectes ravageurs augmente et ceux-ci prolifèrent;
- ❑ l'utilisation de **pesticides** est parfois à l'origine des pullulations. Des individus de l'espèce ravageuse s'adaptent par **mutation** pour résister à un pesticide. Les nouvelles générations prolifèrent alors sans plus être sensibles à la substance, alors que leurs ennemis potentiels, eux, sont tués;
- ❑ les ravageurs vivant dans des galeries sont **à l'abri** des pulvérisations d'insecticides de contact. Si une pulvérisation a été faite au mauvais moment, le ravageur n'est pas directement atteint alors que ses ennemis le sont probablement. Au moment où le ravageur sort des galeries pour se reproduire, il ne rencontre plus les espèces qui le contrôlent naturellement et il se met à proliférer plus abondamment.

Plusieurs **facteurs** entrent en ligne de compte dans le développement des pullulations.

- Le **manque d'hygiène** dans les champs est une cause importante des propagations. Lorsque les déchets de cultures sont laissés sur le champ, ils constituent des foyers d'infestation. Une mauvaise hygiène du stockage des récoltes peut aussi être la cause de propagations indésirables. Si les graines stockées sont sales ou piquées, qu'elles ont traîné à même le

sol, qu'elles ont été visitées par des rongeurs ou des insectes, il y a toutes les chances pour qu'elles soient infectées au moment des semis. Comment donc s'assurer de l'hygiène des stockages et des semis?

- Les techniques de **culture pure** favorisent les pullulations, surtout pour les ravageurs spécialisés et surtout aussi dans les fermes qui ont trop peu de moyens pour acheter des pesticides. En culture pure, le ravageur spécialisé trouve une nourriture abondante et ne rencontre pas beaucoup de barrières limitant ses déplacements. S'il pullule, le stock d'œufs déposés dans le champ ou se trouvant dans les résidus est abondant. Cela favorise le réenvahissement du champ à la saison suivante. Ces raisons font que l'utilisation abondante de pesticides est généralement associée aux techniques de culture pure dans les agricultures des pays industrialisés.

- **L'absence de rotation, d'associations culturales ou de jachères:** la rotation et les jachères permettent de réduire la quantité d'agents pathogènes spécifiques présents dans le sol. Cela s'explique: si ces agents ne trouvent plus à se nourrir sur leur plante préférée, une bonne partie risque de mourir. On dit alors que la "pression" des pathogènes dans le champ diminue. La rotation des cultures crée l'alternance de saisons favorables et de périodes défavorables au ravageur.

Le choix du mode de culture vaut la peine d'être analysé attentivement. Sur le plan de la santé des plantes, que gagne-t-on dans l'une ou l'autre des deux approches culturales que nous venons de citer? Quelle est la relation entre l'organisation des cultures et la prolifération des ravageurs?

- Il y a des **conditions prédisposantes** au développement des ravages ou des maladies: une fumure déséquilibrée, un mauvais drainage, une sécheresse, des mauvaises herbes, une trop forte humidité. Ces conditions font que les capacités de résistance des plantes cultivées sont



*Les pucerons ont une certaine faculté de s'adapter aux pesticides et leur prolifération peut avoir lieu malgré l'application du pesticide. Les coccinelles croquent les pucerons (surtout leurs larves). Va-t-on tuer les coccinelles avec l'insecticide qui vise les pucerons, ou va-t-on favoriser la multiplication des coccinelles dans le champ?*

amointries. En effet, une plante affaiblie souffre plus d'une attaque qu'une plante bien nourrie et développée.

- **L'introduction de nouvelles variétés** très productives mais peu rustiques et mal adaptées au nouveau milieu peut avoir des conséquences fâcheuses si elles ne sont pas très bien étudiées. Leur résistance aux multiples agents pathogènes présents dans le milieu où elles sont introduites est parfois moindre que celle des variétés locales beaucoup plus rustiques. Quelles sont les variétés utilisées dans le champ qu'on veut protéger? Sont-elles les mieux adaptées au complexe pathogène local? On parle de **complexe pathogène** pour caractériser l'ensemble des éléments qui conditionnent les ravages et les maladies des cultures dans une zone.

D'autres facteurs encore favorisent les pullulations de ravageurs et les maladies. Le mieux est d'**agir sur tous les facteurs à la fois**, plutôt que sur un seul. C'est en fait cela la lutte intégrée contre les ravageurs.

### Quels sont les modes et les moyens de déplacement du ravageur?

Vu sous l'angle de leur propagation, il y a deux types d'insectes ravageurs:

- ceux qui se déplacent par eux-mêmes** en marchant, en sautant, en rampant ou en volant,
- ceux qui sont transportés**: le transport peut être fait par l'eau qui ruisselle, par le vent, par des animaux ou par l'homme. Le transport de semences, de boutures, de plants infestés, d'une zone ravagée vers une zone qui ne l'est pas, favorise la propagation des ravages. Le transport peut se faire sur les outils, par exemple les houes sur lesquelles collent des mottes de terre infectée. Il peut aussi être fait sur le pelage ou les pattes des animaux.

Avant d'entreprendre la lutte, il faut donc savoir comment se déplace le ravageur qu'on veut combattre.

### Quelles sont les habitudes de l'insecte ravageur?

Il arrive que les insectes ravageurs aient des **habitudes** caractéristiques; il est intéressant de les repérer. Certains vivent toujours à l'ombre, par exemple à la surface inférieure des feuilles. D'autres aiment se lover au soleil; on les trouve à la surface supérieure des feuilles. D'autres insectes aiment se rassembler la nuit ou au petit matin, sur des pieds de certaines espèces végétales préférentielles. Il y en a qui ne volent qu'à l'aube et au crépuscule, on ne les voit pas à d'autres moments de la journée. Les noctuelles, par exemple, volent la nuit. Pour les atteindre durant leur vol avec des pièges lumineux, la lutte se fait de nuit.

Retenons que la reconnaissance des habitudes d'un ravageur à chacune des phases de sa vie est nécessaire pour focaliser la lutte aux moments les plus adéquats.

### L'insecte ravageur a-t-il des ennemis?

Tous les êtres vivants se situent dans des **chaînes alimentaires**: ils se mangent les uns les autres. Les ravageurs de plantes cultivées n'échappent pas à cette règle.

Dans la nature et dans les cultures, les insectes, tout comme les plantes ou les autres animaux, peuvent eux aussi être atteints par des bactéries, des virus, des champignons, ou être mangés par des araignées, des oiseaux, des grenouilles, d'autres insectes, ...

Lorsqu'ils s'attaquent à des ravageurs importants, sans occasionner de dégâts directs aux plantes cultivées, ces prédateurs et ces parasites des ravageurs sont appelés **auxiliaires des cultures**. Ils aident le cultivateur à diminuer le nombre de ravageurs détruisant les plantes, c'est-à-dire à diminuer l'incidence du ravage.

Les méthodes de **lutte biologique**, dont on parlera plus loin, consistent à favoriser les auxiliaires, et même à les élever afin d'accentuer leur action.

L'observation constante en champ permet de déterminer quels sont les prédateurs qui s'attaquent aux parasites. Quels sont donc les auxiliaires du cultivateur?

### Observer la propagation des maladies microbiennes

L'évolution des maladies microbiennes des plantes demande à être observée avec autant d'attention que les propagations d'insectes. Une série d'observations sont à faire pour comprendre cette évolution et pour trouver, soit dans l'immédiat, soit au cours des saisons agricoles successives, les moyens de l'enrayer, de s'en protéger et éventuellement de soigner.

### Comment le pathogène s'étend-il sur ou dans la plante?

Dans "*Ravages aux champs*", nous avons vu que chaque germe pathogène a sa façon propre de se répandre dans la plante qu'il attaque et de la détruire plus ou moins complètement. Par exemple, le champignon *Alternaria solani* attaque les feuilles et les tiges de tomates avant de se développer sur les fruits, juste à l'endroit de fixation du pédoncule (photo 15). *Phytophthora palmivora*, un autre champignon, s'est implanté sur ces cabosses de cacao (photo 16) à partir de leur pointe (zone stylaire), mais aucune trace d'attaque ne se manifeste sur les feuilles et les tiges. Le champignon *Pythium gramicola* fait périr

le maïs parce qu'il bouche les canaux des racines dans lesquelles il prolifère (photo 19). La plante est donc attaquée à son pied. Quant à la bactérie *Burkholderia (Pseudomonas) solanacearum*, elle bouche aussi les canaux, mais elle s'attaque à toute la plante: elle commence par le sommet puis se répand jusqu'aux tubercules (photos 17 et 18).



17



18

*La bactérie Burkholderia (Pseudomonas) solanacearum s'est d'abord installée sur les feuilles des pommes de terre puis s'est répandue vers les tubercules.*



15

*Sur la tomate, l'alternariose se développe en cercles concentriques autour du point d'attache du pédoncule.*



16

*La pourriture de ces cabosses de cacao s'est développée à partir de la pointe du fruit (zone styliare). L'arbre lui-même ne semble pas malade.*

L'observation de l'évolution de la maladie permet de prendre des décisions pour la lutte. Si le mal vient du sol et des racines, autant arracher tout le plant. Si par contre il vient du sommet des rameaux, la plante sera peut-être sauvée grâce à une bonne taille sanitaire ou une pulvérisation. La question relative à la manière dont la plante est attaquée par le germe pathogène est donc un préalable à toute lutte.

## Comment la maladie ou le ravage s'étend-il à la surface du champ?

La **répartition** d'une maladie ou d'un ravage à la surface d'un champ apporte une information sur son origine et sur son mode de propagation. Plusieurs cas se présentent.

- Les propagations peuvent être **généralisées**: l'ensemble du champ ou du jardin est envahi. Si par exemple les spores d'un champignon sont emportées par le vent, il est probable que les dégâts seront répandus partout dans le champ sans qu'on puisse repérer exactement d'où est partie l'infestation.

- La propagation peut se faire par



19

*Le champignon *Pythium graminicola* a pénétré dans le maïs par sa racine.*

**plages** ou par **zones** plus ou moins circulaires à partir d'un foyer d'infection. C'est le cas lorsque les germes pathogènes sont disséminés par l'eau de pluie qui rebondit sur des feuilles malades et qui retombe ensuite sur les plantes voisines. Le foyer d'infection est alors plus ou moins bien repérable au centre d'une zone circulaire.



20

*Un champ d'arachide atteint de rouille (*Puccinia arachidis*).*

- La propagation peut se faire **en ligne**. Une culture de tomates, par exemple, demande beaucoup de soins et de manipulations (binage, tuteurage, pinçage, cueillette, ...). Les plants sont régulièrement touchés et blessés par les doigts et les outils. A chaque contact des doigts, des germes pathogènes provenant de plants malades peuvent être pro-



21

*La bactériose de la pomme de terre a été disséminée par l'eau, le long des sillons en pente. Mieux vaut cloisonner les sillons afin que l'eau ne ruisselle pas.*

Dans les fossés d'irrigation, les germes microbiens sont déplacés dans le sens de l'écoulement de l'eau, à partir d'un foyer d'infestation. De même dans les sillons où l'eau de ruissellement s'écoule ou s'accumule. Si ce risque existe, on tentera de cloisonner les sillons afin d'éviter la circulation de l'eau.

pagés sur d'autres plants. Le ravage se répand alors dans le sens de la progression du travailleur.

Les germes pathogènes vivant dans le sol sont transportés sur les pieds du cultivateur, surtout lorsque le sol est humide ou boueux. La bactériose de la pomme de terre, par exemple, est transportée lors de ses passages successifs. Lorsque les pieds ont amené la saleté, l'eau prendra le relais. C'est pourquoi, plus vite le foyer d'infection aura été extirpé, mieux cela vaudra.

- Il se peut que la propagation se fasse en suivant le **dispositif de plantation**. C'est lui qui détermine en effet les zones de contacts entre les plantes. C'est le cas pour les champignons vivant sur les racines. La propagation se fait là où les racines se touchent. Dans un dispositif en ligne, la propagation suivra cette ligne. Si le dispositif est en quinconce, les plages de propagation à partir d'un plant atteint s'étendront plutôt en zones de forme ovale ou arrondie. Là où l'écartement des arbres est important et que les racines ne se touchent pas, l'extension est limitée.
- Les viroses sont souvent transmises par des **insectes vecteurs**. La façon dont ceux-ci se déplacent de plante en plante détermine alors la zone de propagation. Les vecteurs très petits se déplaçant "à pied" iront moins loin que ceux qui se déplacent en volant. Si ce déplacement est gêné par des barrières physiques ou chimiques, la propagation des viroses est limitée dans l'espace.
- La localisation de la maladie est parfois due à des caractéristiques du sol. Par exemple pour les maladies de la malnutrition. On le voit sur la photo 23 (page 22).

## Où se trouvent les foyers d'infection?

On parle de **foyer d'infection** pour désigner l'endroit à partir duquel une infection s'étend. Si, par exemple, des pommes de terre pourries atteintes par la bactériose sont laissées dans le champ après la récolte des tubercules non atteints, elles constituent des foyers à partir desquels la bactériose va se propager au cours de la saison culturale ultérieure. Si des semences d'arachide atteintes de rosette sont semées dans un champ, les plants qui en proviennent constitueront un foyer d'infection. Les pucerons qui y sucent leur alimentation se chargent de virus et les transmettent à d'autres plants au rythme de leurs déplacements.

La lutte phytosanitaire suppose que le cultivateur évite la création de foyers d'infection en vérifiant ses semences pour qu'elles soient saines et indemnes de germes pathogènes. Il est donc important de repérer très tôt les foyers d'infection afin de les détruire dès qu'ils manifestent leurs symptômes.

## Quelles sont les conditions favorables au développement de la maladie microbienne?

Les champignons et les bactéries pathogènes ont souvent besoin d'humidité et de chaleur pour se développer pleinement. C'est le cas de l'alternariose de la tomate ou de la pourriture brune des cabosses de cacao dont nous avons parlé plus haut. L'eau de pluie ou l'humidité à la surface des plantes jouent un rôle important dans la dissémination des spores de champignons et des bactéries. La régulation de l'humidité ambiante dans une plantation ou une planche maraîchère, par ventilation ou réglage de l'ombrage, fait donc partie des méthodes sanitaires de lutte.

Le vent est un puissant facteur de dissémination des espèces pathogènes, en particulier pour les champignons qui produisent des spores à la surface des feuilles, des tiges, des fruits ou des épis, comme sur la photo 22.



*Les spores noires du charbon (*Sphacelotheca reiliana*) ont proliféré sur cet épi de sorgho. On en voit un dépôt sur la feuille sous-jacente. Elles sont facilement disséminées par le vent vers d'autres épis.*

Les viroses transmises par des insectes vecteurs se propagent en fonction de la prolifération de ces insectes. Si les conditions microclimatiques sont favorables à ceux-ci, la maladie progresse. La lutte consiste à combattre les vecteurs au moment le plus adéquat.

Pour lutter efficacement, il est donc nécessaire de s'interroger sur les conditions de culture et d'environnement favorables aux maladies microbiennes qu'on a diagnostiquées, ou à leurs vecteurs.

## Observer les maladies de la malnutrition des plantes

### Quel type de malnutrition?

Il y a quatre grandes catégories de maladies liées à la malnutrition des plantes cultivées:

- les **carences** résultent de l'infertilité du sol. On distingue les carences **généralisées** qui sont dues au fait que les plantes ne trouvent pas assez d'azote, de phosphore et de potassium, qui sont les aliments de base indispensables au bon développement de toutes les plantes. Les carences sont **spécifiques** lorsque manquent certains oligo-éléments dont les plantes ont besoin en très petites quantités;
- un mauvais développement peut être dû à l'**acidité** naturelle ou artificielle du sol; elle est souvent liée:



23



24

*La toxicité aluminique se manifeste par plages en fonction des caractéristiques du sol. Elle réduit la disponibilité de certains éléments minéraux: les racines se forment mal et en petit nombre, les feuilles jaunissent et se nécrosent.*

- ➔ à la **structure mal équilibrée** du sol lorsqu'il contient trop d'argile, de pailles ou de déchets végétaux mal décomposés,
  - ➔ à un **mauvais drainage** et une mauvaise **aération**,
  - ➔ à la décomposition de certains **engrais chimiques**. La production d'acides toxiques entraîne un mauvais développement racinaire et les sels minéraux dont la plante a besoin se présentent sous une forme difficilement assimilable.
- les empoisonnements dus à la **salinité** naturelle ou artificielle du sol ou de la nappe d'eau. Lorsque l'eau s'évapore abondamment en surface, elle dépose les sels qu'elle contient. Si la quantité d'eau qui s'évapore est supérieure à la quantité qui traverse le sol vers le sous-sol, il y a un risque de salinisation. Ce risque est élevé dans les cas d'irrigation au moyen d'eau légèrement saline. La salinité peut aussi provenir d'une fumure minérale trop abondante ou mal adaptée.
- La trop grande présence de sel dans le sol entraîne l'empoisonnement des plantes (19). Il est nécessaire de se questionner sur les raisons de la salinité du sol.

- l'**empoisonnement** des plantes résulte de la présence de substances indésirables dans le sol, telles que des herbicides ou des dépôts de produits toxiques présents dans l'air (rejets de cheminées d'usines chimiques, par exemple). Il peut aussi résulter d'un déséquilibre minéral du sol, par exemple une présence trop importante de sels d'aluminium (photos 23 et 24).

La **suralimentation** influence parfois la santé et le rendement des plantes. L'arachide, par exemple, n'apprécie pas les sols très riches en matière organique. Même si les plants y poussent, ils auront tendance à ne produire que peu de gousses. Chez plusieurs espèces, l'ananas par exemple, la suralimentation en engrais chimiques diminue la résistance aux attaques et, parfois, la qualité de la production (brunissement du cœur de l'ananas).

Avant toute lutte contre la malnutrition, l'analyse des causes est évidemment nécessaire.

### Dans quelle zone la maladie de la malnutrition se manifeste-t-elle?

Les maladies de la malnutrition sont liées à des caractéristiques du sol. Elles se manifestent donc dans des zones bien délimitées dont la superficie varie peu au cours d'une saison culturale, et d'une saison à l'autre. Il est donc possible de circonscrire ces zones afin de déterminer ce qu'il faut y faire comme aménagements ou comme lutte phytosanitaire.

Des analyses de laboratoire sont souvent nécessaires pour déterminer avec exactitude les causes de la malnutrition, en particulier dans les cas de carences spécifiques.

## La maladie de la malnutrition est-elle liée à la présence ou à l'absence d'eau dans le sol?

La **pluviométrie** est un facteur essentiel pour la santé des plantes. Une observation période par période est nécessaire. La quantité de pluie peut en effet être globalement satisfaisante, mais avoir été insuffisante à un moment précis du développement de la plante. Cette insuffisance momentanée peut avoir des conséquences néfastes déterminantes sur la suite du cycle végétatif, surtout chez les espèces peu plastiques. Chez le maïs, par exemple, deux périodes du cycle végétatif sont particulièrement sensibles: la montaison et la nouaison. Si l'une de ces deux phases est compromise, la plante est complètement handicapée et improductive.



25

*Sur ce champ, on voit les traces d'un fort ruissellement. Pourtant, le mil a manqué d'eau au moment de la montaison; il n'a pu continuer normalement son cycle.*

## L'environnement de la culture est-il sain?

### Analyser l'environnement autour du champ

Les ravageurs, les germes pathogènes, l'eau de ruissellement, le vent, ne connaissent pas la frontière des champs. Un cultivateur qui organise isolément la lutte sanitaire peut rencontrer de sérieuses difficultés dues à la présence de ravageurs dans les champs voisins. Il vaut toujours mieux **s'organiser avec les voisins** pour des luttes collectives.

Quelle que soit la situation des champs ou des jardins, **l'aménagement de leur environnement immédiat est aussi important que la protection des plantes individuellement**. Par exemple, pour lutter contre l'assèchement par les vents et la salinisation des terres qui s'ensuit, la plantation d'une haie brise-vent sera utile. Elle réduira aussi la migration de certains insectes volants. Autre exemple: la réalisation d'une rigole pour détourner les eaux

ruisselantes et éviter qu'elles ne pénètrent dans un champ arrivera à diminuer la migration de mauvaises herbes et de micro-organismes pathogènes d'un champ à l'autre.

Il est nécessaire de bien observer l'environnement des plantes attaquées et de vérifier si, dans cet environnement, il n'existe pas de foyers d'infection ou d'infestation à détruire.

### Analyser l'environnement des plantes dans le champ lui-même

Des foyers d'infection ou d'infestation peuvent se trouver dans les terres entourant un champ ou un jardin. Mais ils peuvent aussi être présents dans le champ lui-même: un tas de déchets ou de compost mal préparé, des tiges mortes datant de la saison culturale précédente, des plantes hôtes spontanées accueillant les mêmes ravageurs que la plante cultivée.

L'analyse de l'environnement fait appel à la notion d'**hygiène** des cultures, comme pour la santé humaine. Les saletés traînant sur les terres sont des abris pour toutes sortes d'insectes et de micro-organismes.

Ce point est particulièrement important dans les germoirs et les pépinières. Il explique pourquoi il est parfois utile de stériliser la terre des pépinières en la chauffant.

L'hygiène des champs se pratique en tenant compte de l'évolution des ravageurs dans le temps, et en particulier du cycle des insectes et des périodes où ils sont cachés, comme il a été expliqué au tableau 5 (page 10).

### Quel est le rôle de l'homme?

Le comportement de l'homme ou de la femme qui cultive est l'une des causes directes ou indirectes de la mauvaise santé des cultures. Les exemples sont nombreux: il blesse les plantes, il ne veille pas à l'hygiène de son champ, il n'élimine pas les foyers d'infection à l'intérieur et autour de son champ, il transporte les semences de parasites sur ses mains, ses pieds, ses vêtements, ses outils, etc.

Il est utile que le cultivateur prenne conscience du rôle qu'il joue dans la propagation des ravages, afin de pouvoir adapter ses comportements. L'analyse des comportements de l'homme en cours de culture fait donc partie de la préparation de toute lutte phytosanitaire.



## Deuxième partie

# La lutte intégrée à la recherche d'équilibres

Dans le **milieu naturel** d'un terroir, le nombre de plantes, d'animaux, de micro-organismes qui cohabitent, se concurrencent, se détruisent les uns les autres, est élevé. Les synergies d'espèces sont nombreuses aussi. Certains êtres vivants trouvent en effet des avantages à des cohabitations actives ou passives. Mais l'organisation naturelle du milieu et le seul développement spontané des plantes sur une terre ne conduisent pas à l'obtention de rendements très importants pour chacune des espèces en présence.

**Le champ**, par contre, est un milieu artificiel, transformé par l'homme en vue d'obtenir des récoltes importantes et des rendements de la terre et du travail élevés. On y privilégie une espèce ou un petit nombre d'espèces. En aménageant la terre, on cherche à ce que chaque plante produise son maximum pour satisfaire au mieux les besoins familiaux.

Selon les circonstances, les buts qu'il poursuit et les moyens dont il dispose, l'homme réalise son champ en s'inspirant de l'organisation du milieu naturel, ou au contraire, en le spécialisant fortement. Il y a des avantages et des inconvénients dans l'une ou l'autre approche. On peut aussi combiner les deux logiques d'exploitation, l'une **polyculturelle**, l'autre **monoculturelle**.

### Quel type d'agriculture?

Il y a de multiples façons de cultiver la terre dans chaque zone écologique, dans chaque terroir et bien entendu dans chaque ferme. Les modes de culture s'inscrivent dans les contextes écologiques, économiques, sociaux et culturels vécus par les populations rurales. Caractérisons deux grandes tendances actuelles de l'agriculture et de son association plus ou moins forte avec l'élevage.

Ci-après, trois photos présentent des champs multiétagés, traditionnels d'une part (photos 26 et 27), industriel d'autre part (photo 28), dans des régions chaudes. Les photos 29 et 30 (p. 30) montrent par contre des cultures pures telles qu'on les rencontre dans les fermes orientées commercialement, dans les champs semenciers ou dans les stations de recherche agricole.

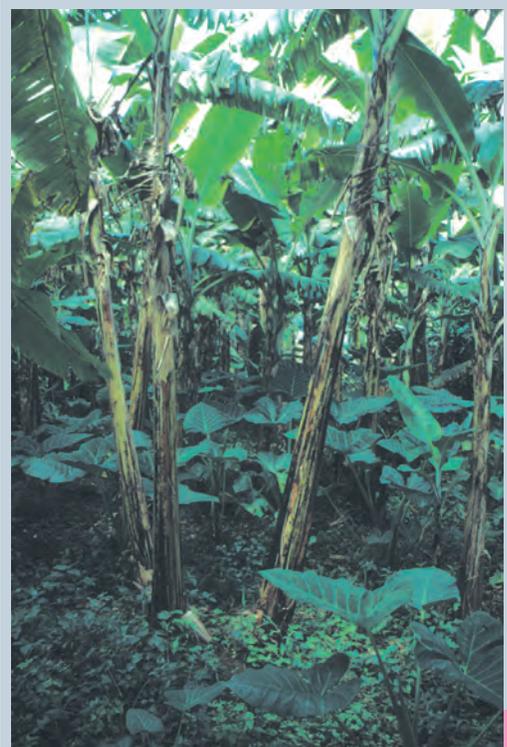
Il est évident que la lutte phytosanitaire ne se pratique pas de la même façon dans l'une et dans l'autre des logiques d'agriculture présentées succinctement sur ces photos. Elle est choisie en fonction des pratiques culturales et aussi en fonction des moyens écologiques, économiques et techniques disponibles dans les fermes.

### Agriculture multiétagée ou polyculture

Dans les modes d'agriculture multiétagée, des espèces et des variétés cultivées plus ou moins nombreuses se côtoient. Leurs **cycles de vie différent**. Certaines sont pérennes, d'autres sont saisonnières ou plurisaisonnières. Les récoltes sont variées et étalées dans le temps. Les plantes s'adaptent aux circonstances créées par leurs voisines d'autres espèces. L'homme intervient pour diminuer les concurrences et favoriser les complémentarités positives.

Le nombre d'insectes, de champignons, de bactéries, vivant dans un champ multiétagé est important. Chaque plante doit se défendre dans ce milieu complexe. Pour cela, elle y trouve des alliés autres que les hommes. On les appelle **auxiliaires** des cultures ou **organismes symbiotiques**.

La force des modes d'agriculture multiétagée est la **biodiversité** agricole et alimentaire, c'est-à-dire la diversité des êtres vivants qui se trouvent dans le champ et la variété des aliments qu'on en retire. En se fondant sur la biodi-



26

*Il y a trois étages dans ce champ du Congo. Le bananier domine. Le feuillage du taro occupe l'étage intermédiaire. Des légumes tels que tomates cerises, amarante, corète, morelle, etc. poussent dans l'étage inférieur.*

versité des espèces cultivées, l'agriculteur est relativement bien assuré contre les risques de ravages généralisés. Le prix à payer pour cela est la relative faiblesse des rendements de chacune des espèces plantées.

Les **avantages** de cette biodiversité sont les suivants:



27

*Dans ce champ, les semis saisonniers sont réalisés sous le couvert de plusieurs espèces d'arbres fourragers et fruitiers.*



28

*Cette plantation comporte deux étages productifs. Le leucena crée un ombrage léger dont profitent les caféiers. Il modifie l'humidité, l'ensoleillement et la fertilité du sol.*

- ▲ **les récoltes sont variées** et étalées dans le temps;
- ▲ pour des champs voisins, soumis aux mêmes conditions de pluviométrie, le volume de **biomasse**, c'est-à-dire le volume de matière vivante qui est fabriquée dans le champ multiétagé au cours d'une saison, est plus important que celui qui est produit en culture pure. La partie récoltée quitte le champ. L'autre partie y reste; en pourrissant, elle se transforme en humus. Celui-ci maintient en bon état la structure du sol et préserve sa fertilité organique;
- ▲ la multitude des insectes, des vers, des micro-organismes, des araignées, des reptiles, des mammifères, etc. fait partie de la biomasse du champ. Les **parasites** des plantes utiles en font donc partie, mais également les **parasitoïdes** qui eux se nourrissent de ces parasites, de même que

des **micro-organismes symbiotiques**. Ces derniers vivent sur ou dans certaines espèces végétales et ont un effet positif sur leur alimentation, comme nous le rappellerons plus loin;

- ▲ dans les contextes de cultures multiétagées bien développées, le terrain est en général assez bien **protégé** contre les excès du climat, de la pluie, de l'érosion hydrique ou éolienne, de l'exposition aux rayons solaires directs, etc.;
- ▲ vu sous l'angle de la production agricole et du rendement, l'**incidence** des maladies et des parasites sur chacune des espèces et sur l'ensemble de la récolte est relativement limitée. Lorsqu'une espèce est malade ou ravagée, les autres sont là pour assurer la production. En d'autres termes, les risques de perdre toute la récolte par suite de l'attaque d'un ravageur spécifique sont peu élevés;
- ▲ l'**économie de l'eau** est régulée et valorisée par plusieurs espèces à chacune des périodes pluvieuses.

Les **inconvenients** de ce mode de culture, vus sous l'angle phytosanitaire, sont les suivants:

- ▼ la **surveillance** et le suivi des attaques et des maladies sont complexes. Il faut suivre plusieurs espèces cultivées à la fois et connaître un grand nombre de ravageurs et d'auxiliaires des cultures;
- ▼ l'application d'engrais et le **traitement** des ravages est aussi **complexe**, car il ne peut se faire de façon homogène sur l'ensemble du champ;
- ▼ l'utilisation de **variétés à très haut rendement** est difficile. Mieux vaut utiliser des variétés rustiques souvent moins productrices.

Sur un **plan général**, on peut considérer que l'agriculture multiétagée exige du cultivateur une présence constante et une connaissance approfondie des relations entre les êtres utiles et les ravageurs vivant dans son champ. En d'autres mots, qu'il ait une vue "systémique" de celui-ci.

Ce type d'agriculture est adapté aux besoins des familles qui y trouvent diversité alimentaire, étalement des récoltes et des revenus, et emploi. Les productions commerciales s'intègrent dans le contexte multiétagé; elles n'en sont pas nécessairement le seul moteur.

## Culture pure, monoculture

On ne trouve dans le champ qu'**une seule espèce à la fois**. Les espèces non vivaces se succèdent de saison en saison, selon un système de **rotation** culturale. A chaque saison, le résultat visé est l'obtention d'une **récolte homogène maximale**. Celle-ci intervient le plus souvent dans une période de temps limitée. Tous les soins sont apportés en fonction des seuls besoins de la culture. Le sol est considéré plus comme un support pour les plantes que comme un milieu de vie.

La force de ce mode d'agriculture est sa **haute productivité spécifique**, à condition que l'homme maîtrise correctement tous les risques de culture, alimentaires et parasitaires.

Les **avantages** de la spécialisation sont les suivants:

- ❑ la **récolte est homogène** et intervient à **une période précise** du calendrier agricole;
- ❑ les techniques culturales et en particulier le suivi des traitements phytosanitaires et les fumures du sol sont relativement **simples**. Des mots d'ordre peuvent être diffusés. Le passage des hommes et des outils est aisé. Les calendriers de travaux sont faciles à suivre;
- ❑ la généralisation de traitements par pesticides s'avère **immédiatement efficace**, quoique souvent risquée à moyen et long terme, comme nous le verrons plus loin;
- ❑ les **semences à haut rendement** sont capables de donner le meilleur d'elles-mêmes, si elles bénéficient de soins attentifs.



*Sur cette terre, le coton est cultivé en culture pure. L'utilisation d'engrais et de pesticides est intensive.*

Les **inconconvénients** de ce mode de culture, vus sous l'angle phytosanitaire, sont les suivants:

- un champ de culture pure est un milieu de **promiscuité** entre des plantes de la même espèce. Les risques de **contagion** sont élevés et les parasites spécifiques de l'espèce trouvent un terrain très propice à leur prolifération.



*Au Burundi, ce champ de pommes de terre est établi en culture pure pour la production de semences sélectionnées.*

Les risques de ravages sont combattus par l'usage de pesticides plus que par la biodiversité;

- **les terres sont peu protégées** contre les intempéries, surtout au moment des labours et des semis. Le ruissellement est un facteur d'érosion et de **dissémination** des organismes pathogènes;
- la **dimension agro-forestière est absente**, ce qui est souvent gênant pour l'amélioration micro-climatique du milieu;
- l'obligation d'utiliser des pesticides pour contrôler les proliférations entraîne l'**élimination des auxiliaires** des cultures;
- la culture pure est souvent **dépendante** des banques – pour l'obtention de crédit de campagne –, des commerces et de l'industrie, avec les risques et les coûts que cela suppose.

Sur un **plan général**, on peut dire aussi que chaque temps de culture, saisonnier ou pluriannuel, "repart à zéro": on nettoie entièrement la terre avant de ressemer ou de replanter. La diversité des productions agricoles est obtenue dans le cadre d'assolements: on organise les parcelles de cultures pures dans l'espace de la ferme, et une rotation culturale est appliquée dans chacune des parcelles.

## Quel type de lutte phytosanitaire?

Les tendances décrites pour l'agriculture sont aussi valables pour les luttes phytosanitaires. Va-t-on tabler sur la biodiversité ou sur la régulation artificielle des ravages?

- La première orientation est de **tabler sur la biodiversité**. On organise les champs en vue d'une **régulation naturelle et assistée des parasites**. On évite de perturber la vie des êtres utiles. On **favorise les auxiliaires** des cultures qui se nourrissent des parasites nuisibles. On compte sur l'organisation du champ et sur les pratiques agricoles d'**associations culturales** et d'agro-foresterie. Les **facteurs de résistance** des plantes cultivées sont favorisés par une **bonne alimentation** organique et minérale, dans un **sol bien vivant**.

La biodiversité dans le champ conduit aussi à **équilibrer naturellement les risques** de ravages. Comme on dit: "on ne met pas tous ses œufs dans le même panier". Si un parasite se développe sur l'une des espèces ou des variétés, les autres espèces sont présentes pour compenser par d'autres récoltes les effets du ravage. Ce choix se fonde sur une large utilisation des ressources du terroir. De nombreux remèdes naturels existent dans le milieu et peuvent être valorisés, plutôt que les remèdes commerciaux, ce qui **favorise l'économie locale**.

- La seconde tendance est celle d'une **régulation artificielle** des attaques parasitaires et des maladies. On compte sur des **pesticides**

pour éliminer les parasites, ou sur des **engrais** pour compenser les carences alimentaires s'il s'agit de maladies nutritionnelles. La perturbation des équilibres écologiques n'est pas une préoccupation essentielle de cette tendance. L'utilisation des pesticides n'est pas particulièrement regardante en ce qui concerne la protection des auxiliaires des cultures utiles.

Plus on tend vers l'artificialisation du champ, plus **sensibles** deviennent les plantes cultivées, à moins qu'elles ne soient sélectionnées pour leur résistance. Dans les systèmes monoculturaux, le cultivateur doit disposer d'une série de **moyens achetés** dans le commerce. Lorsqu'on tend vers des systèmes culture pure de plus en plus accentués, les **risques de ravages généralisés** s'accroissent. La **dépendance** du cultivateur par rapport aux fournisseurs de pesticides augmente et, parallèlement, les besoins financiers.

D'autres risques sont aussi à prendre en considération dans les choix relatifs aux modes de culture et de lutte phytosanitaire :

- l'apparition de **variétés résistantes aux pesticides**, chez les ravageurs, qu'ils soient insectes, champignons, bactéries ou autres. Il arrive en effet que quelques individus résistent et s'adaptent à un pesticide et qu'ils transmettent ensuite à leur progéniture leur faculté de résistance;
- la **diminution progressive de l'efficacité des pesticides** lorsqu'ils sont utilisés fréquemment. Il en résulte souvent que le cultivateur a **tendance à augmenter les doses** utilisées. Cela lui coûte donc de plus en plus cher, sans que la rentabilité soit assurément meilleure, et cela entraîne la **pollution** de l'environnement, en particulier du sol et de l'eau agricole. Il y a aussi des risques d'**empoisonnements** alimentaires;
- la prolifération de **plantes adventices** (mauvaises herbes) capables de **s'adapter** plus facilement que les autres aux traitements par les herbicides. Certaines d'entre elles peuvent envahir les champs, sans être contrôlées par d'autres espèces;
- lorsqu'un produit devient moins efficace, les industries en proposent d'autres qui sont souvent plus chers que les précédents. Il y a une **spirale montante des coûts** de la production.

Entre les tendances extrêmes de la lutte phytosanitaire – régularisation par la biodiversité ou par des moyens artificiels –, il y a de nombreuses solutions intermédiaires. L'important est d'**avoir pleine conscience** de ce qu'on veut faire et de la rentabilité de chaque méthode dans le cadre d'un champ, d'un milieu, d'une ferme. Dans les parties qui suivent, nous allons tenter de préciser les différents aspects des luttes phytosanitaires.

## Quelques définitions

### Lutte biologique, chimique, raisonnée, intégrée?

La **lutte biologique** s'attache à n'utiliser que des moyens naturels pour prévenir et pour combattre les ravageurs et les maladies, après avoir développé des pratiques culturales limitant la prolifération des agents pathogènes. Les moyens naturels peuvent être trouvés directement dans le milieu, ou y être importés. Il peut s'agir d'organismes vivants, de pesticides ou d'engrais naturels. La lutte biologique compte beaucoup sur les auxiliaires des cultures et en particulier sur les organismes prédateurs dont on parlera plus loin.

La **lutte chimique**, elle, compte beaucoup plus sur des substances produites par l'industrie et achetées dans les commerces. Dès qu'un ennemi est identifié, on réalise un traitement destiné à l'éliminer radicalement. Les seuls paramètres pris en compte sont l'efficacité dans l'élimination de l'ennemi et l'assurance d'un rendement maximum au cours de la saison de culture. La lutte chimique est souvent réalisée de façon aveugle, sans tenir compte des cycles de développement des ravageurs et des autres êtres vivant dans le milieu.

La lutte chimique **raisonnée** cherche à limiter le nombre de traitements chimiques ainsi que la quantité des produits appliqués au moment où le ravageur combattu est le plus sensible. Cela suppose une bonne connaissance, et du ravageur visé (cycle et phases sensibles de développement, seuil de nuisibilité,...), et des normes d'utilisation des produits. La lutte raisonnée exige une bonne technicité tant pour la connaissance des ravageurs que pour celle des produits utilisés.

La **lutte intégrée** comporte deux volets complémentaires. Le premier est **préventif**, le second est **curatif**. Par toutes sortes de pratiques, on cherche d'abord à ce que le ravageur ne trouve pas de conditions favorables à sa prolifération: propreté des champs, choix des dispositifs de plantation, utilisation de variétés résistantes, fertilisation adéquate. Lorsque, toutes ces conditions étant réunies, des ravages se manifestent malgré tout, on utilise des remèdes chimiques. On cherche cependant à ce que le traitement chimique ne compromette pas les pratiques relevées ci-dessus, et en particulier le développement des auxiliaires des cultures.

Quelle que soit la dénomination, nous développons dans ce livre l'idée d'une lutte phytosanitaire qui se fonde sur un ensemble d'éléments, à commencer par de bonnes pratiques agricoles et des attitudes favorables au développement des auxiliaires des cultures. L'utilisation de pesticides, naturels ou artificiels, vient compléter ensuite ces deux premiers aspects.

## Sensibilité et résistance

Les notions de résistance et de sensibilité des espèces et des variétés cultivées sont au cœur des choix sur les méthodes de lutte phytosanitaire.

Les êtres vivants, et en particulier les **espèces** végétales, sont composés de cellules. Ces cellules contiennent en elles de nombreux **gènes**. Ce sont eux qui déterminent la forme de la plante, la couleur de ses fleurs, le caractère saisonnier ou vivace, les préférences alimentaires, le mode de reproduction, la caractéristique des fruits et des graines, leur goût, etc.

Toutes les plantes d'une même espèce ont un grand nombre de gènes identiques et quelques-uns qui ne le sont pas. Au sein d'une même espèce, il existe des **variétés** différentes. Les unes ont des fruits amers, d'autres des fruits sucrés, pensons à l'aubergine, par exemple. Les unes sont dressées, les autres rampantes, comme chez l'arachide. Ou bien c'est la peau qui est différente, l'une étant lisse, l'autre comportant des poils, etc.

31

### **Caractériser les variétés résistantes**

Lorsqu'on parle de variétés résistantes à un ravageur ou une maladie, il y a lieu de se poser plusieurs questions.

⇒ **A quoi et à qui la plante résiste-t-elle?**

A un insecte? un champignon? une bactérie? un virus? un oiseau? un rongeur? une caractéristique du sol? la sécheresse? ...

⇒ **Comment résiste-t-elle?**

Par sa forme (morphologie)? Par ses épines? Par la solidité de sa peau? Son odeur? Son goût? Sa composition chimique interne? ...

⇒ **A quoi est-elle sensible par ailleurs?**

A un autre parasite? Aux conditions du milieu (chaleur, ombrage, salinité, etc.)? A l'infertilité du sol?...

⇒ **Quelles sont les conditions de sa résistance?**

Les exigences culturales? Les exigences en eau? Les traitements sanitaires? L'utilisation d'engrais organiques ou chimiques? etc.

### **Des facteurs génétiques**

Depuis toujours, l'homme a sélectionné des variétés en fonction des besoins de son agriculture. Pour chaque espèce cultivée, le nombre de variétés disponibles dans les stations agricoles s'est fortement accru au cours des dernières décennies, sous l'impulsion des grands instituts de recherche. Mais lorsqu'on sélectionne une variété en fonction d'un critère (le haut

rendement, par exemple), on perd souvent sur d'autres critères (la rusticité ou ses facultés de résistance). Par exemple, la sélection d'une variété de sorgho à tige courte pour les fermes sahéliennes transforme le goût ou les caractéristiques culinaires des grains. Autre exemple, la sélection en fonction du haut rendement en graines du haricot se fera au détriment de la rusticité et obligera à de plus lourdes dépenses de protection des cultures.

Certaines variétés ont des facultés de **résistance** aux attaques d'un ravageur. La résistance peut être due à la **présence de certaines substances** dont le goût ou l'odeur ne plaît pas au ravageur, ou qui empêche le ravageur de bien se développer sur la plante.

Par exemple, grâce aux pigments qu'elles contiennent, des variétés de pois bien colorés sont plus résistantes aux fontes de semis dues au champignon *Pythium ultimum* que les pois incolores. Ou alors –



32

*Deux variétés de courges, l'une résistante, l'autre sensible au champignon de l'oïdium.*



33

*Deux variétés de haricots dont l'une est résistante à la mouche et l'autre très sensible.*

autre façon de résister aux attaques –, la plante développe des épines ou des aiguilles urticantes qui découragent le ravageur. Les mécanismes de protection mis au point par les végétaux sont en nombre infini.

Par contre, une plante est sensible à un ennemi quand elle ne lui offre pas de résistance. Dès que l'agresseur (insecte, champignon, bactérie, ...) est présent, il rencontre très peu d'obstacle et peut provoquer des dégâts importants.

Il peut y avoir le cas inverse. Certaines variétés sont attirantes pour le ravageur qui y trouve une alimentation à son goût ou un bon milieu de ponte. Dès que l'agresseur est présent, les

plantes souffrent fortement de leurs attaques. On parle de plantes sensibles au ravageur, ou de **sensibilité**. Les différences de sensibilité entre les variétés cultivées justifient les semis en mélanges que pratiquent souvent les cultivatrices. Lorsqu'une variété souffre, une autre résiste et se développe bien. Lorsqu'un ravageur apparaît, il préfère l'une des variétés et laisse l'autre se développer. La photo 32 montre deux variétés de courges dont l'une est attaquée par le champignon de l'oïdium, alors que l'autre ne l'est pas.

Au sein d'une même espèce, on peut trouver des variétés résistantes à un ravageur et même **immunes**, sur lesquelles le ravageur a peu ou n'a pas de prise, et des variétés sensibles qui sont entièrement détruites.

Entre les deux extrêmes, il y a les variétés **tolérantes**: ce sont celles qui supportent la présence du ravageur sans que cela ne compromette la rentabilité de la culture. Cette résistance modérée peut avoir une valeur aussi intéressante que l'immunité. Comme le ravageur trouve à se nourrir, il n'a pas tendance à muter vers des formes plus résistantes. Mais les variétés tolérantes constituent aussi une sorte de réservoir du ravageur.

A titre d'exemple, le tableau 34 relève la sensibilité de quelques espèces maraîchères à l'attaque des nématodes.

34

### **Sensibilité de quelques espèces aux nématodes à galles (7)**

#### **Plantes très sensibles:**

baselle, betterave, carotte, céleri, célosie, concombre, courgette, courge, gombo, laitue, melon, persil, pomme de terre, aubergine douce et amère, piment, poivron, patate douce, haricot, certaines variétés de tomate (photo 35).

#### **Plantes peu sensibles ou résistantes:**

chou, oignon, ail, échalote, poireau, radis, navet

#### **Plantes non attaquées ou immunes:**

menthe, fraisier, amarante

#### **Plante piège:**

(les nématodes s'y installent, mais n'arrivent pas à y dérouler leur cycle de reproduction complet)

arachide



35

*Nématodes à galles sur des racines de tomate.*

C'est **par rapport à un parasite ou une maladie donnée** qu'on peut parler de résistance ou de sensibilité. Une variété résistante à une espèce de parasite déterminée peut être très sensible à une autre espèce. Une variété de riz peut résister ou même apprécier un sol légèrement salin, alors qu'une autre ne peut s'y développer normalement.

On parle de **rusticité** d'une variété lorsque celle-ci se comporte bien dans des environnements peu contrôlés par l'homme et proches du milieu naturel. Des variétés sont dites rustiques parce qu'elles ont l'habitude de vivre en cohabitation avec d'autres variétés et d'autres espèces. Elles savent se défendre par elles-mêmes dans un milieu où la concurrence entre les espèces vivantes est intense. Elles sont capables de produire des récoltes malgré la concurrence d'autres espèces.

### **Des facteurs non génétiques**

Il n'y a pas que les gènes qui déterminent la résistance ou la sensibilité des variétés. De nombreux autres facteurs entrent en ligne de compte.

- ❑ **L'environnement culturel** est une condition essentielle. Toute variété, quelle qu'elle soit, doit se trouver à l'aise dans son milieu. Cela veut dire par exemple qu'il ne doit pas y avoir de concurrence inutile entre les plants d'une même espèce ou d'espèces ayant les mêmes besoins, aux mêmes périodes.
- ❑ **L'alimentation de la plante.** Une plante bien nourrie résiste mieux à certaines attaques, ou du moins souffre-t-elle moins de la présence de parasites. C'est le cas en particulier lorsque le parasite suce la sève. Si la sève est abondante, la plante poursuit sa croissance. Par contre, s'il y a peu de sève, le développement risque d'être freiné. De même, un arbre bien nourri pourra rapidement cicatriser une blessure, alors que s'il ne l'est pas, celle-ci ne se refermera pas bien et laissera la porte ouverte à des infections microbiennes.



36

*Les poils de cette variété de mil découragent les oiseaux mange-mil.*

- ❑ Les **conditions climatiques**. La résistance d'une variété à un parasite peut s'exprimer efficacement sous le climat d'une région, mais pas sous un autre climat plus chaud ou plus frais.

Un excès ou une pénurie d'**eau**, un mauvais **ensoleillement**, une **fumure** trop pauvre en potassium ou trop riche en azote, peuvent rendre les plantes plus sensibles aux maladies du feuillage comme le mildiou, ou aux maladies vasculaires comme la fusariose et la verticilliose. La résistance aux nématodes à galles de certaines variétés sélectionnées de tomates diminue si la température du sol dépasse 26° C.

- ❑ **L'âge de la plante**. Les plantes sont souvent plus fragiles lorsqu'elles sont jeunes et que leurs organes sont frais, que lorsqu'elles sont adultes. Les plantules en cours de germination sont donc toujours très sensibles.
- ❑ La **présence d'autres ennemis**. Certains insectes piquent les organes des plantes sans toutefois y faire eux-mêmes de grands dégâts. Mais en piquant, ils ouvrent la porte à d'autres parasites beaucoup plus destructeurs. Par exemple, les nématodes blessent les racines et ouvrent la porte à des champignons ou des bactéries pathogènes. Les racines envahies par les nématodes se déforment et ne remplissent plus correctement leur fonction alimentaire. Les organes aériens mal nourris et affaiblis sont donc moins résistants, par exemple aux attaques d'insectes suceurs.
- ❑ **L'épaississement de la cuticule**, qui est une couche superficielle de protection des feuilles, freine ou empêche l'attaque de champignons. Les spores de *Colletotrichum* ou de *Botrytis* (respectivement responsables de l'antracnose et de la pourriture grise) germent sur la feuille mais s'épuisent avant d'avoir pu pénétrer dans celle-ci.
- ❑ Le **port de la plante** joue aussi un rôle. Chez l'arachide par exemple, les variétés à port érigé ont les feuilles dressées. Elles retiennent moins l'eau sur leur feuillage que les variétés rampantes dont les feuilles s'étalent horizontalement. Les variétés dressées sont moins sensibles à la rouille qui a besoin d'une forte humidité pour infecter la feuille. En outre, les tiges rampantes sont directement en contact avec l'eau qui ruisselle sur le sol et qui peut transporter des spores ou des bactéries pathogènes.

### **Sensibilité à la salinité**

Ci-dessus, nous avons parlé de sensibilité et de résistance aux ravageurs des cultures. Elles existent aussi par rapport aux maladies dépendant des caractéristiques physiques et chimiques des sols. Lorsque les sols ou les eaux d'arrosage sont salins, il est utile d'observer le comportement des espèces et des variétés, afin de constater leurs sensibilités. Ainsi par exemple, le "Guide pratique du maraîchage au Sénégal" (7) fournit quelques informations sur la sensibilité des espèces maraîchères (tableau 37).

## **Sensibilité des cultures maraîchères à la salinité de l'eau d'irrigation et du sol**

### **Cultures très sensibles:**

haricot, carotte, oignon, radis, laitue, fraise, céleri, petit pois. Et aussi toutes les plantules fraîchement semées ou repiquées.

### **Cultures moins sensibles:**

piment, patate douce, pomme de terre, chou, melon, concombre, tomate, courge, gombo, pastèque, manioc, bissap (roselle de Guinée), aubergine douce, aubergine amère (jaxatu).

### **Cultures peu sensibles:**

betterave potagère, chou-rave, asperge, épinard.

## **Quelle économie?**

Le choix des méthodes de lutte phytosanitaire dépend beaucoup de l'économie environnante.

En Afrique, les moyens financiers sont rares dans la plupart des exploitations. S'il s'agit d'**autosuffisance alimentaire** familiale, il est quasiment exclu d'acheter des pesticides commerciaux. En outre, l'autosuffisance est souvent fondée sur des modes d'exploitation polycultureaux dans lesquels l'utilisation de pesticides au cours des saisons peut être très dangereuse pour la santé, compte tenu du fait que les récoltes se font au jour le jour.

Il est prouvé que la régulation naturelle des ravages est bien meilleure dans les champs polycultureaux que dans les cultures pures. On verra comment et pourquoi, plus loin, lorsque nous parlerons des associations culturales.

La lutte biologique, associée à de bonnes pratiques culturales, est souvent la plus adaptée pour les exploitations polyvalentes. Lorsqu'on la pratique, il n'est pas assuré que chacune des espèces en présence maximisera son rendement, mais elle s'avérera plus rentable que la lutte chimique lorsqu'on comparera les coûts respectifs.

S'il s'agit d'**agricultures commerciales**, la lutte chimique paraît a priori la plus efficace puisqu'on voit disparaître rapidement le ravageur. C'est elle qui est préconisée par les firmes phytopharmaceutiques. Mais elle est exigeante financièrement, et elle comporte des risques écologiques certains.

Dans les zones rurales éloignées et difficiles d'accès, la lutte chimique au moyen de produits commerciaux comporte des incertitudes liées aux approvisionnements. Comme elle doit être répétée plusieurs fois dans la

saison, il suffit parfois de rater un ou deux traitements périodiques pour compromettre l'ensemble d'une récolte.

La lutte biologique pour sa part peut se fonder en grande partie sur des moyens disponibles dans le terroir, moyens qui s'auto-reproduisent dans le cas des prédateurs auxiliaires des cultures. Ses coûts financiers sont moindres que ceux de la lutte chimique, mais une partie de la production est détruite par les ravageurs.

Le tout est de comparer les coûts et les bénéfices de chacune des méthodes. Un exemple, qui concerne l'ensemble des États Unis, est significatif pour la mouche de Hesse qui attaque le blé. L'estimation sur une longue période montre que la mouche détruisait environ 22% des récoltes en l'absence de traitement phytosanitaire. La lutte chimique offrait une rentabilité de deux dollars par dollar dépensé. En reportant le semis du blé dans le temps pour décaler son cycle par rapport à celui de la mouche, un dollar investi en rapportait 55 (34). Cet exemple est significatif à très grande échelle. Malheureusement, les recherches s'orientent peu vers des solutions qui impliquent moins d'usage de substances chimiques, car elles sont contraires aux intérêts des grandes firmes qui produisent les pesticides.

De nombreux exemples sont repris plus loin, pour des luttes à plus petite échelle.

La lutte phytosanitaire est toujours complexe. Face à un problème phytosanitaire, il n'y a jamais de solution unique. Des comparaisons demandent toujours à être faites, par exemple selon le schéma ci-dessous.

38

### **Comparer les méthodes de lutte sur le plan économique**

- ⇒ Quelle est l'**incidence** du ravage?
- ⇒ Quelles sont les **pertes** occasionnées par le ravageur sous les angles **quantitatif** et **qualitatif**, par espèce cultivée et pour l'ensemble du champ?
- ⇒ Quels sont les **méthodes de lutte possibles** et les résultats? A très court terme, à moyen et à long terme?
- ⇒ **Que coûte l'application** de chacune des méthodes?
- ⇒ **Quel bénéfice** tire-t-on de chacune des méthodes?
- ⇒ Quels sont les **avantages comparés** sur le plan des revenus et des besoins familiaux?



# Luttes phytosanitaires et pratiques agricoles

Pour être efficaces, les pratiques de lutte contre les maladies et les ravageurs des plantes cultivées doivent être adaptées à l'espèce ravagée, aux caractéristiques du ravageur et à l'environnement de la culture. Les deux premières parties ont montré comment procéder aux observations préalables et aux choix des modes de culture et de lutte. Nous abordons maintenant quelques techniques de la lutte intégrée contre les maladies et les parasites des cultures.

39

### *Comment choisir les pratiques de lutte*

Beaucoup d'éléments entrent en ligne de compte pour choisir ces pratiques.

#### **L'économie**

- ⇒ le type de ferme: familiale, commerciale, industrielle, ...
- ⇒ les moyens financiers disponibles pour couvrir les dépenses de la lutte
- ⇒ la main-d'œuvre disponible
- ⇒ le bénéfice économique, social et financier à retirer
- ⇒ la dépendance ou l'autonomie de l'exploitation et les risques qui en résultent

#### **L'écologie**

- ◇ le type d'agriculture pratiqué
- ◇ le respect des équilibres écologiques
- ◇ la pollution
- ◇ les risques pour la santé
- ◇ les possibilités d'aménagement des microclimats

## L'efficacité dans le temps

- l'efficacité immédiate, au jour le jour
- l'efficacité sur la durée de la saison agricole
- l'efficacité sur plusieurs campagnes agricoles
- les risques encourus à court, moyen et long terme pour la terre, la famille, les consommateurs, les animaux d'élevage, etc.

Chaque méthode et chaque pratique a des avantages et des inconvénients. La lutte biologique respecte l'environnement et la qualité des produits, mais en la mettant en œuvre, le cultivateur accepte de laisser une partie de son produit à la nature. A l'opposé, la lutte chimique assure théoriquement des rendements maxima, mais c'est au prix de dépenses élevées, de pollutions environnementales, de dangers pour la santé des hommes et des animaux, et de dépendances économiques et commerciales.

Le choix des pratiques de lutte phytosanitaire dépend de plusieurs aspects que nous caractérisons dans le **tableau 40**.

Pour assurer la santé des êtres vivants, il y a des actes à poser pour **éviter les attaques** ou les maladies, et d'autres actes pour les **soigner** lorsqu'elles se sont manifestées.

- **La lutte préventive** consiste à prendre les dispositions pour éviter l'introduction ou la dissémination des nuisibles là où ils ne se sont pas encore répandus. Elle tente aussi d'éviter l'apparition de maladies dues à des facteurs alimentaires ou environnementaux.
- **La lutte curative** consiste à freiner ou à éradiquer la progression des maladies et ravageurs au moment où ils se trouvent déjà dans le champ.

Les moyens utilisés varient selon l'espèce végétale à protéger et selon l'ennemi à combattre.

40

## ***Les grands axes de la lutte préventive contre les ravages***

- ◇ **limiter les contagions** et les disséminations de ravageurs
- ◇ établir les espèces cultivées dans un **milieu écologique qui leur convient** et aménager correctement leur milieu de vie
- ◇ organiser les plantes cultivées en **dispositifs adéquats**
- ◇ choisir et **sélectionner les variétés** cultivées
- ◇ **adapter les techniques** culturales
- ◇ **piéger** les ravageurs

La prévention des ravages passe avant toute autre action de lutte phytosanitaire. Les quelques grands axes de la lutte préventive sont repris dans le tableau ci-dessus et détaillés dans les pages qui suivent.

## Limiter les contagions microbiennes et la dissémination des ravageurs

### Éliminer les foyers d'infestation

Un fruit sain mis en contact avec un fruit malade va, lui aussi, être atteint de la maladie. Un enfant sain qui se lave dans une eau sale contenant les germes d'excréments d'un autre enfant atteint de diarrhée, a toutes les chances de l'attraper lui aussi. Dans l'agriculture, comme dans la santé humaine, le premier souci doit être d'éviter les contagions ainsi que tout ce qui favorise le déplacement des ravageurs de plante en plante.

Une bonne observation des parasites permet souvent de dire où ils se logent durant leur période de dormance. Se maintiennent-ils sur des plantes hôtes poussant aux alentours des parcelles cultivées? Dans les anciennes tiges laissées sur le sol après la récolte? Dans les tubercules pourris? Ou simplement dans les galeries et les interstices du sol?... Il est important de répondre à ces questions pour pouvoir éliminer les foyers d'infection ou d'infestation (\*). Différentes méthodes permettent de procéder à cette élimination.



*Ce nid de chenilles constitue un important foyer d'infestation des plantations environnantes.*

- ❑ La **collecte manuelle d'insectes ravageurs** est possible lorsque ceux-ci sont assez grands et peu nombreux. De préférence, on procède à la collecte le matin, au moment où les insectes sont encore engourdis par la fraîcheur de la nuit. Lorsque les œufs d'insectes sont groupés dans des nids, plus la cueillette de ces nids est précoce, mieux cela vaut. La destruction par le feu des récoltes d'insectes et des plants infestés est nécessaire.

(\*) Infection: transmission de germes microbiens.

Infestation: envahissement par des insectes ou des animaux visibles.

- ❑ Une **pulvérisation localisée** de pesticides sur les nids et les foyers d'infection.
- ❑ L'**élimination des organes infestés** de la plante par des tailles ou des récoltes sanitaires. Dans certains cas, la suppression de la plante entière se justifie; dans d'autres cas, seules les parties atteintes qui risquent de contaminer les organes sains seront enlevées.

Si le parasite est abrité à l'intérieur de rameaux ou de fruits, il est absolument nécessaire de **brûler** les parties coupées. Sinon, les insectes peuvent poursuivre leur développement dans ces organes coupés laissés sur le sol.

Ces pratiques sont nécessaires autant au cours de la période de végétation que durant la période de repos, par exemple en saison sèche.

La photo 42 montre des larves de scolytes dans des grains de caféier (*Hypothenemus hampei*). Dès que ces larves s'installent dans les grains, elles ne sont plus accessibles aux pesticides. Durant la saison sèche, elles se maintiennent dans les fruits tombés qui sont alors des foyers d'infestation

pour la saison suivante. Pour éviter ce cycle de développement, la **récolte sanitaire** des baies mûres piquées ou tombées sur le sol est indispensable. (L'insecte ne se reproduit pas sur les baies tendres). Une taille des rameaux permettant d'éclairer l'intérieur des arbres est efficace pour accompagner la récolte sanitaire.



42

*Les scolytes bien enfouis dans les baies ou les rameaux de caféier ne sont pas touchés par les pulvérisations phytosanitaires. Les baies piquées qui traînent sur le sol sont des foyers d'infestation.*

Sur les théiers, l'araignée rouge *Oligonychus coffeae* se maintient durant la saison sèche sur quelques feuilles anciennes. Cela constitue des foyers d'infestation au redémarrage des pluies. L'élimination soigneuse des feuilles infestées diminue fortement l'incidence du ravageur sur la culture (34).

- ❑ Le **ramassage et la destruction des restes de culture** pouvant contenir des agents pathogènes. Si l'infestation est occasionnelle, on

peut penser à composter ces restes, mais si elle est importante et qu'elle revient à chaque saison, mieux vaut les brûler.

De même dans les cacaoyères, des cabosses piquées ou pourries restant sur les troncs ou sur le sol durant la saison sèche sont de foyers de propagation d'insectes ou de champignons ravageurs. Les cabosses atteintes par le champignon *Phytophthora palmivora* et maintenues dans la plantation abritent des fourmis. Lorsqu'elles nomadisent ensuite sur les jeunes cabosses, elles y déposent les spores du champignon. C'est pourquoi tous les résidus doivent être ramassés puis brûlés ou compostés à chaud. Les nids de fourmis se trouvant dans la plantation sont aussi détruits.

Le ramassage et le brûlage des résidus sont indispensables chaque fois qu'un champ a été fortement attaqué par l'une ou l'autre peste importante. Si les chaumes de maïs d'un champ attaqué par la pyrale sont délaissés sur le sol, cette dernière ne manquera pas de se loger dans les jeunes plants de la saison suivante. Il en va de même pour les tiges de sorgho attaquées par des foreuses comme *Chilo* et *Busseola* ou des épis vides contaminés par la cécidomie *Contarinia*.

La culture du cotonnier est particulièrement exigeante sur le plan de la destruction des résidus. Dans certains pays, des lois ont été édictées à ce sujet.

La destruction des résidus de récolte par le feu peut apparaître comme une perte sur le plan de la fertilisation organique du sol et de sa structuration. Un bon compromis est d'utiliser les cendres pour enrichir les composts qui seront ensuite épandus.

- **L'élimination des plantes à symptômes.** S'il s'agit d'attaques de micro-organismes, il faut éliminer les plantes infectées aussitôt que possible avant que les plantes voisines ne soient atteintes. Cette élimination est nécessaire même en fin de saison, après les récoltes. Il faut procéder à l'arrachage complet de la tige et des racines.



43

*Après la récolte du coton, on ramasse et on brûle les anciennes tiges afin de détruire avec elles les ravageurs qui s'y sont réfugiés pour passer la saison sèche.*

## La propreté des outils

Des agents pathogènes sont transportés d'un champ à l'autre sur les outils. Il faut donc les nettoyer correctement dès qu'un risque de contamination existe. Des nématodes, par exemple, peuvent être transportés dans la petite motte de terre qui reste collée à la daba ou à la charrue. Un couteau ou un sécateur ayant servi à tailler un plant malade peut transporter des micro-organismes et les transmettre à d'autres plants lors de tailles ultérieures.

Dans les maraîchages où les plantes sont taillées, coupées, étêtées, etc., les outils doivent être propres. S'ils ont servi à tailler des plantes malades, on les rince à l'eau saine ou savonneuse, éventuellement on les trempe dans de l'eau de Javel diluée, ou encore, on les chauffe dans l'eau bouillante ou au-dessus d'un feu.

## Éviter de transporter soi-même des germes lorsqu'on se déplace dans les plantations

Sans s'en apercevoir, l'homme et les animaux transportent des agents pathogènes sur leurs pieds, leurs vêtements, leur pelage. Mieux vaut donc éviter les passages inutiles entre les plants au moment où les risques de propagation sont importants.

Le transport de germes pathogènes se fait beaucoup plus par temps humide. On évite autant que possible de circuler entre les plants lorsque le sol boueux s'attache aux pieds. Ceux-ci ne manqueront pas de ramasser des bactéries ou de champignons qui se mélangeront ensuite au sol tout au long du parcours.

Lorsqu'on passe d'une parcelle infectée vers une parcelle saine, on se lave les mains avant d'entreprendre de nouvelles opérations dans cette dernière.

## Gêner physiquement les ravageurs

Les ravageurs se déplacent constamment en quête de nourriture ou de lieux de ponte. Ils sont guidés par leur **odorat** ou leur **vue**, ou bien ils se laissent aller à brouter de proche en proche, attirés par le **goût** des végétaux rencontrés. On peut donc agir en les gênant dans leurs déplacements.

Le milieu naturel ou cultivé ne manque pas de plantes odorantes ou au goût âcre qui peuvent être associées aux cultures, ou dont on peut faire des macérations ou des poudres à répandre pour empêcher les insectes de se propager.

Lorsqu'on pulvérise de la **poudre de roche** sur des feuilles attaquées par de minuscules acariens, ceux-ci sont aveuglés et leurs organes sont encrassés à tel point que beaucoup périssent. La poudre de roche est cette argile très fine qui reste longtemps en suspension dans l'eau d'une flaque en cours d'assèchement (49).

Des **grillages** placés autour des souches, des planches de légumes, des jardins, sont efficaces contre les animaux en divagation ou les rongeurs. De la **toile moustiquaire** ou des voiles non tissés ("Agryl"), placés au-dessus des germeiros ou des pépinières, empêcheront les insectes volants d'atteindre les plantules. Certains producteurs emballent leurs melons ou leurs courgettes dans des tissus ou des sacs en papier, afin de les protéger contre la mouche des cucurbitacées.

Si des rongeurs ont tendance à grimper sur le tronc des arbres, de larges **anneaux en tôle** ou en grillages les empêcheront de s'agripper au tronc pour monter.



45

*Ce plant de courgette est protégé contre les limaces par le pot en PVC qui l'entoure.*



46

*Les régimes de bananes sont protégés contre l'approche des insectes par des grands sacs en plastique translucides.*



44

*Un canari dont le fond a été percé protège un jeune arbre fruitier contre les rongeurs et les limaces, et aussi contre les effets desséchants du vent.*



47

*Une gaine en plastique entoure le jeune arbre récemment repiqué.*

## Aménager le milieu de vie des plantes

### Agir sur le microclimat

Le climat est la résultante d'influences complexes entre de nombreux facteurs, dont la lumière et l'ensoleillement, la température, les pluies et l'humidité, la pression de l'air, les vents, etc. On parle de **climat** pour des ensembles géographiques larges: un pays, une région, un continent. On parle de **microclimat** pour caractériser l'action de ces mêmes facteurs dans un espace géographique limité: le flanc d'une montagne, un terroir ou un champ, une localité. S'il est impossible à un cultivateur de changer le climat de sa région, il lui est par contre possible de créer des microclimats favorables à ses cultures, soit au niveau de ses champs, soit même au niveau d'une ou de quelques plantes.



48

*Le taro apprécie l'ombre. Ici, il est planté dans la zone ombragée par un karité.*



49

*Durant la saison des cultures herbacées, les grévilliers sont taillés en cylindre pour permettre à la lumière de passer. Les feuilles des arbres sont laissées sur le sol en vue de le fertiliser.*

Voyons comment créer et modifier des microclimats au bénéfice de la santé des plantes en agissant sur l'ensoleillement, la température, l'eau du sol et les vents.

#### **La lumière et l'ensoleillement**

Les espèces, et aussi les variétés au sein des espèces, ont chacune des besoins particuliers en lumière. Ces besoins varient selon le stade de la végétation. Chez les plantes herbacées, le manque de lumière se manifeste souvent par l'étiollement. Les tiges sont longues et fragiles. Elles s'orientent dans la direction des trous de lumière. Les feuilles sont plus grandes que sur les plants normaux et de teinte vert clair. Leur

écorce est tendre et donc plus attractive, pour les insectes piqueurs en particulier.

Les besoins en lumière des plantes se manifestent de plusieurs façons.

- ❑ **L'intensité de la lumière** au cours des heures d'ensoleillement joue un rôle important. Certaines plantes ont besoin d'être fortement ensoleillées au cours de leur croissance et de leur fructification, d'autres préfèrent vivre plus à l'ombre. Dans les grands champs de culture pure, dépourvus d'arbres, il est nécessaire de semer des espèces et des variétés supportant bien l'ensoleillement. Par contre, dans les sous-étages de champs multiétagés, mieux vaut semer des espèces appréciant l'ombre.

**Dans les pépinières**, il est généralement préférable d'ombrager les planches car les plantules supportent mal de fortes insulations. Au fur et à mesure de la croissance des plantules, on diminue peu à peu l'ombrage afin d'habituer progressivement les jeunes plants à plus d'ensoleillement.

**Dans les champs multiétagés**, soit on adapte les semis en fonction des zones d'ombre et de lumière que l'on observe, soit on taille les arbres pour permettre à la lumière de bien éclairer les étages de culture inférieurs.



*Semis de haricots à rames sous des bananiers dont on a éclairci le feuillage.*

Au moment de planter un champ multiétagé, on cherche à orienter les lignes de plantation de façon à favoriser ou, au contraire, à limiter la pénétration de la lumière jusqu'aux étages de culture inférieurs. On peut aussi répartir les grands arbres dans le champ de façon à ce que l'ombre projetée par l'arbre, ou un bouquet d'arbres, tourne tout autour de celui-ci au cours de la journée, permettant successivement un plein ensoleillement et un certain ombrage.

- ❑ **La durée de l'ensoleillement** ou **photopériodicité** joue aussi sur le développement des plantes. Sous les climats tempérés, la durée journalière d'ensoleillement fluctue largement en fonction des saisons. Elle est courte en hiver et longue en été. Sous les tropiques et l'équateur, la durée de l'ensoleillement varie peu. Lors de semis, on choisit des variétés dont les besoins d'ensoleillement ne dépassent pas 8 à 10 heures.

Des variétés d'origines exotiques qui apprécient de longues journées d'ensoleillement, pourront rencontrer des difficultés de croissance là où les jours sont plus courts. En cultures maraîchères, il est nécessaire de se renseigner sur ce point lors de l'importation des semences à partir de pays non tropicaux.

### **La température**

Pour sa germination, sa croissance ou sa maturation, chaque espèce et chaque variété a des **préférences** ou des **exigences** de température.

Par exemple, la laitue a tendance à monter rapidement en graine lorsqu'il fait chaud, alors qu'elle reste en rosette ou en pomme lorsqu'il fait frais. L'oignon, la pomme de terre, la carotte, le poivron, le navet, le pois, le chou-fleur, le melon, sont des espèces provenant, à l'origine, de régions tempérées et qui préfèrent la fraîcheur. C'est pourquoi on les cultive souvent au cours des périodes plus fraîches des saisons sèches. Des recherches adaptatives sont cependant susceptibles d'élargir le nombre de variétés de ces espèces pouvant être cultivées en saisons des pluies, plus chaudes.

La patate douce, le bissap, le piment, le gombo, etc. préfèrent la pleine chaleur des saisons pluvieuses (7). Mais pour les espèces appréciant la chaleur, des recherches adaptatives sont également possibles.

Certaines espèces ne sont pas actives, ou même ne poussent pas, en dessous d'un minimum de température. Il y a des **exigences minimales**. Par exemple, le palmier à huile ne pousse pas dans les régions où la température est susceptible de descendre en dessous de 10 degrés centigrades. Le bananier, lui, ne supporte pas le gel, pas plus que le caféier robusta, l'arachide, le coton ou le gombo. Le caféier arabica, par contre, supporte mieux des journées ou des nuits froides, et c'est pourquoi on peut le planter à plus de 1000 mètres d'altitude.

Il y a aussi des **maxima** de température au-delà desquels certaines espèces arrêtent leur photosynthèse et, éventuellement, se flétrissent. Des plantes originaires de climats tempérés ou froids, comme le pommier ou le poirier, ne résistent pas aux très fortes chaleurs tropicales.

Entre leurs exigences minimales et maximales, les plantes trouvent une plage de confort dans laquelle elles se développent pleinement et activement.

La lutte pour la santé des plantes cultivées passe donc aussi, quand c'est possible, par le **réglage de la température ambiante** autour des plantes, température le plus souvent conditionnée par l'insolation et l'ombrage. Distinguons ce qu'on peut faire dans les pépinières et dans les grands champs.



51

*Réglage de l'ombrage en pépinière. Très dense au moment des semis, à gauche, la toiture est progressivement allégée lorsque les plantules grandissent.*



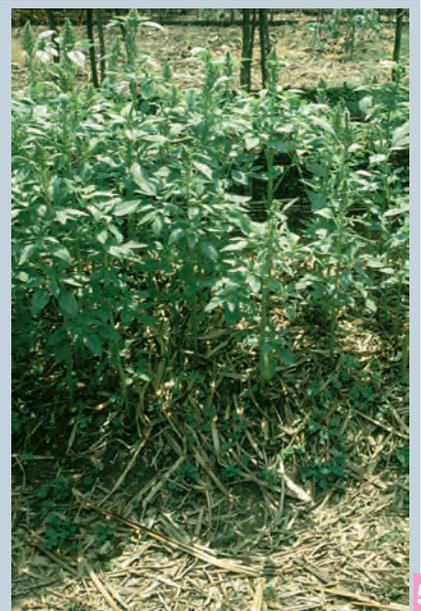
52

*La toiture en tôle n'est pas intéressante pour la pépinière. Son ombre est trop dense et elle ne laisse pas passer la pluie.*

- on fait attention à ne **jamais arroser lorsque les rayons du soleil sont ardents**. Les plantes risquent en effet de souffrir soit d'une surtranspiration suivie de flétrissement, soit d'une salinisation trop forte des feuillages;
- on recherche des **semences adaptées** au climat de la région. Des semences importées d'autres zones climatiques, ou sélectionnées pour ces autres zones, peuvent ne pas trouver leur optimum de croissance;

Pour les **germoirs** et les **pépinières**:

- on **règle la température** en fonction des conditions climatiques générales et du stade de développement des plantules. L'évaporation à la surface du sol ou la transpiration du feuillage (évapo-transpiration) rafraîchissent la pépinière. Les risques d'échauffement sont d'autant plus grands que le sol est sec;
- le **paillage** du sol au pied des plantules est une façon d'entretenir l'humidité du sol des pépinières et d'éviter son assèchement par évaporation;



53

*Paillage d'une planche d'amarantes*

- à noter également que les graines de certaines espèces doivent subir un **choc de température** (ou choc thermique) pour pouvoir germer. Choc de chaleur pour certaines espèces tropicales dont les graines sont entourées d'une coque dure, ou choc de froid pour les graines d'espèces naturellement originaires des pays froids.

Dans les **grands champs** et les **jardins**, les principes sont les mêmes que dans les pépinières, mais à une autre dimension: organiser l'ombrage, pailler, éviter d'arroser en plein soleil, etc.

### **L'humidité de l'air**

L'étage supérieur d'un champ peut créer un microclimat favorable au développement de maladies fongiques. La culture de haricot sous bananier ou en association avec le maïs peut être compromise par les attaques de la maladie des taches anguleuses (*Isariopsis griseola*), favorisée par une forte humidité de l'air. Pour éviter cet inconvénient, on éclaircit le feuillage des bananiers afin de faciliter la pénétration de l'air et de la lumière jusqu'au niveau des haricots.

La production du caféier diminue beaucoup à cause de la rouille (*Hemileia vastatrix*) dans les plantations trop ombragées. Un équilibre doit donc être trouvé entre ce risque de ravage et l'intérêt que représente un ombrage léger.

Il en est de même pour la rouille de l'arachide (*Puccinia arachidis*). On évite de trop serrer les lignes de céréales ou de plantes érigées qu'on associe à l'arachide.

### **Gérer l'eau du sol raciné par les plantes cultivées**

Nous appelons "sol raciné" la couche de sol dans laquelle les plantes enfoncent leurs racines et se nourrissent. L'épaisseur de cette couche dépend des caractéristiques racinaires des plantes, du développement des racines, du type de sol et de son ameublissement par les pratiques agricoles.

L'eau du sol accessible aux racines provient essentiellement de quatre mouvements: les **pluies**, le **ruissellement** naturel ou artificiel, l'**infiltration** et la **remontée capillaire** dans le sol à partir des nappes d'eau peu profondes. Des pratiques agricoles permettent d'agir sur ces mouvements. Elles sont décrites en détail dans le livre "Les chemins de l'eau, ruissellement, irrigation, drainage" (21). Ces pratiques ont des effets directs sur la santé des plantes.

Les besoins en eau des plantes s'expriment sur deux plans:

- la **quantité totale** d'eau disponible dans le sol pour leur alimentation, au cours de leur cycle de vie saisonnier;
- la **disponibilité de l'eau à des périodes précises** du développement de la plante (en particulier: germination, croissance et floraison). Certaines

espèces ou variétés ont des comportements rigides ou **peu plastiques** par rapport à leurs besoins périodiques en eau et voient leur développement compromis dès qu'il y a déficit pluviométrique au cours d'une période précise de leur cycle. C'est entre autres le cas pour des espèces dont la floraison est très concentrée dans le temps. D'autres espèces sont souples ou **plastiques** et s'adaptent aux circonstances. C'est le cas des plantes dont la croissance et la floraison s'étalent sur une période longue.

Du point de vue de la santé des plantes, on peut agir sur le **choix des variétés**:

- choisir des **variétés précoces** et peu consommatrices en eau;
- choisir des **variétés plastiques** capables de s'adapter pour un temps à un déficit de pluie et de reprendre ensuite leur développement lorsque la pluie revient;
- on peut aussi **mélanger** les espèces et les variétés. Les associations végétales permettent en effet de valoriser toutes les circonstances pluviométriques. Lorsque certaines espèces souffrent dans leur développement, d'autres peuvent prendre le relais parce qu'elles s'adaptent de façon plus souple ou que leurs cycles se déroulent en décalage les uns par rapport aux autres. Dans ce cas, c'est la **santé générale du champ** que l'on recherche plus que la santé individuelle de chaque plante prise séparément.

On agit aussi sur l'**approvisionnement du sol en eau**.

L'**arrosage régulier des pépinières** est toujours indispensable. En effet, les petites réserves en eau des plantules et de la mince couche de sol raciné sont rapidement épuisées par évapo-transpiration, contrairement aux plantes adultes qui ont une plus grande capacité de résistance à de courtes périodes de déficit en eau du sol et dont l'enracinement occupe un plus grand volume de sol. Dans les pépinières, l'arrosage se fait normalement une ou deux fois par jour, le matin ou le soir, mais jamais en pleine chaleur.

Dans les **grands champs** et les **jardins**, l'arrosage peut être conçu de deux façons différentes:

- ▲ il peut être **permanent**: l'eau est apportée chaque jour par ruissellement, inondation ou aspersion. Les techniques sont nombreuses. Il est essentiel pour la santé des plantes



*Irrigation d'un jardin par ruissellement. L'arrosage régulier, mais économe, est nécessaire pour la santé des plantes cultivées.*

54

que l'eau soit apportée en quantité adéquate, aux bons moments de la journée, avec une attention accrue lors des périodes sensibles du cycle végétatif. Trop d'eau peut apporter des maladies ou les propager, ou encore provoquer l'asphyxie des racines. L'arrosage en plein soleil est néfaste.

Une règle générale est de **limiter l'arrosage au strict besoin** des plantes afin d'éviter la salinisation du sol et les dépenses en eau inutiles. La quantité à apporter est celle qui permet d'humidifier le sol jusqu'à une profondeur dépassant de 10 ou 15 centimètres l'épaisseur de la couche racinée, pour les jeunes plantules, de 20 à 30 cm pour les pieds adultes (21).

- ▲ l'arrosage peut être d'**appoint**: on arrose uniquement lorsque les plantes risquent d'être en manque d'eau. L'arrosage d'appoint complète simplement l'arrosage naturel par les pluies. Les règles sont toujours les mêmes: éviter les surarrosages, surtout si l'eau utilisée est un peu saline. Plus l'eau est saline, plus l'arrosage doit être économe (photo 55).

Sur la photo 56, nous observons que les pieds de mil ont manqué d'eau au moment de la montaison des plants. La récolte sera nulle. Quelques litres d'eau en appoint dans chaque poquet, au moment de la croissance, aurait peut-être permis de franchir la période déficitaire en eau et de sauver les plants.

L'**évaporation** est un facteur sur lequel il est nécessaire d'agir.



Arrosage de la tomate en poquets. Chaque poquet reçoit une quantité d'eau mesurée en fonction de la profondeur d'enracinement des plants.

55



Ce mil a manqué d'eau au moment crucial de la montaison des plants.

La santé des plantes dépend aussi de l'humidité de la couche superficielle du sol. S'il y a un risque de sécheresse dans cette couche, il est utile de disposer des pailles ou du mulch pour **diminuer l'évaporation de surface**. Le binage qui consiste à rompre la couche la plus superficielle du sol est également efficace. Les plantes à enracinement profond sont moins atteintes par le déficit en eau de la couche superficielle du sol.

56

Les plantes peuvent souffrir d'**asphyxie** ou d'**empoisonnement** dus à la trop grande abondance d'eau dans le sol et à l'acidification qui en résulte. Les moyens de lutte sont les suivants.

- ❑ Le **drainage** conduit l'eau du sol en dehors de la parcelle cultivée ou des planches de culture. Une foule de techniques existent pour drainer les sols. La plus courante dans les exploitations paysannes est le buttage. L'eau en surplus dans les mottes se trouvant au sommet des buttes s'écoule dans les sillons (photo 58).

Dans les bas-fonds où il existe une possibilité d'exutoire, on creuse des **canaux** qui conduisent les eaux drainées hors du champ.

Si on veut éviter que le sol ne se salinise et ne s'acidifie, le drainage est toujours indispen-

sable **dans les plaines irriguées** par inondation. L'eau conduite dans la plaine inondée contient toujours un peu de sel. A cause de l'évaporation, celui-ci se concentre dans la couche superficielle du bassin d'irrigation. Il en résulte que les cultures, souvent le riz, souffrent de la salinité. De plus, la plaine est progressivement **envahie** par des herbes adventices gênantes, adaptées aux sols salins ou acides et qui se mettent à concurrencer la culture.

- ❑ L'**aération** du sol favorise la respiration des racines. Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour aérer un sol.



57

*L'eau du lac est légèrement salée à cause de l'évaporation. La pompe est surdimensionnée et l'arrosage est trop abondant. Les plants démarrent bien, puis on constate des dépérissements dus au sel et à l'asphyxie des racines.*



58

*Dans ce bas-fond, le drainage rend la terre cultivable. Les semis sont établis au sommet des buttes. L'eau des pluies traverse les buttes et emporte une partie des sels (lessivage).*

Il y a d'abord la **rotation** ou l'**association** d'espèces dont les racines travaillent le sol différemment. Les racines creusent des galeries plus ou moins larges, dans lesquelles l'eau et l'air peuvent circuler. La faune du sol également, les vers de terre par exemple.

Toutes les formes de **labour** ou de **buttage** favorisent l'aération de la terre et accélèrent la vie microbienne.

Dans les sols de bas-fonds qui sont souvent lourds et argileux, il est utile de réaliser un **sous-solage**. Cette opération brise le sol en profondeur (50 cm à 1 mètre) au moyen de machines puissantes. Les galeries réalisées par la sous-soleuse drainent le sol et y permettent le passage de l'air.

Un autre aspect de la lutte phytosanitaire porte sur la **qualité de l'eau d'arrosage**. Cette eau doit être **saine** et il faut donc surveiller le point d'eau pour qu'il ne soit pas pollué. Ramasser de l'eau d'arrosage dans des canalisations fétides est toujours dangereux pour les cultures. De même, prélever l'eau dans des puits creusés juste à côté de parcelles infestées par des champignons pathogènes ou des bactéries, pour arroser, c'est risquer de répandre les ravages.

**Surveiller le point d'eau** à partir duquel on arrose est nécessaire. On évite d'accumuler à proximité du point d'eau des matières putrescibles ou des déchets de cultures pouvant être des réservoirs de pathogènes ou d'insectes. De même, les outils, les pulvérisateurs, les boîtes de pesticides, ne doivent pas être rincés à proximité du point d'eau. Sans le savoir, on pourrait répandre des produits dangereux ou polluants sur les cultures.

L'utilisation d'eau saine est nécessaire aussi par rapport au consommateur. Si l'eau n'est pas surveillée, il se peut que s'y trouvent des germes de maladies humaines (amibiase, hépatites, dysenterie, choléra, etc.) ou des résidus de pesticides dangereux pour la santé humaine et animale.

### **Limiter les vents**

Si on se place du point de vue de la santé des cultures, on peut considérer plusieurs effets des vents:

- des **effets mécaniques**: les vents forts ou violents peuvent briser des branches ou abattre des plants (photo 59);



*Plantation de bananiers et de palmiers détruite par une tornade.*

59

- des **effets desséchants**: les plantes constamment soumises aux vents secs et chauds évaporent leurs réserves en eau. Le flétrissement ou la dessiccation est accentué lorsque les plantes ne trouvent plus à s'abreuver dans le sol;
- le vent peut avoir des **effets de salinisation** des terres; cela se passe surtout dans les sols inondés ou les terres de décrue;
- le vent joue également un rôle dans la **dissémination des germes** pathogènes et des semences de mauvaises herbes; il facilite le déplacement d'insectes vecteurs sur de grandes distances.

Partout où ces risques existent, il est utile de construire des barrières dont le but est soit de **ralentir** les vents, soit de les **faire remonter** en hauteur afin qu'ils atteignent moins directement les plantes cultivées. Il existe toutes sortes de brise-vent, des plus petits (photo 60) aux plus grands (photo 61). L'important est qu'ils soient homogènes et qu'on n'y trouve pas de passages par lesquels l'air s'engouffre en accélérant. Dans les jardins maraîchers, on peut lutter contre les effets du vents sur le sol en y disposant un **paillage**. Celui-ci empêche l'air en mouvement de frôler le sol lui-même et d'y provoquer l'évaporation (23).

Les haies favorisent la vie d'oiseaux, d'insectes, de rongeurs, etc. Une bonne partie de ces animaux est utile en tant qu'auxiliaires des cultures. Quelques-uns sont néfastes. C'est pourquoi les haies sont surveillées et entretenues régulièrement. Lors des entretiens, on élimine les nids d'oiseaux prédateurs des cultures et les plantes hôtes accueillant des insectes parasites susceptibles de ravager les espèces cultivées.



*De simples lignes d'herbes hautes réduisent fortement les vents circulant lentement à hauteur des plantes basses semées dans les parcelles avoisinantes.*



*Une haie brise-vent établie en ligne double.*

## Favoriser un ensemble de mesures écologiques

Sur cette photo, on note un ensemble de facteurs favorables à la santé des plantes cultivées:

- ⇒ l'irrigation en planches (ici du fourrage),
- ⇒ les haies de protection contre les vents constituant un habitat favorable aux auxiliaires des cultures,
- ⇒ un ombrage qui évolue autour de la parcelle durant la journée et qui tempère le micro-climat.



### Aménager le relief

La santé des plantes cultivées est aussi influencée par le relief du sol pour des raisons liées principalement au ruissellement et à l'érosion.

- ❑ L'eau qui ruisselle dans les champs **entraîne avec elle des germes** pathogènes, des larves, des fruits ou des graines occupés par des insectes, etc. Le ruissellement est donc souvent favorable à la propagation des ravageurs à partir des foyers d'infection ou d'infestation. Agir sur le relief des terres en vue de limiter le ruissellement fait donc partie de la lutte intégrée pour la santé des plantes.
- ❑ L'eau de ruissellement qui quitte une parcelle cultivée est évidemment **perdue** pour cette parcelle. Si, en plus, le sol est damé par la pluie, les plantes peuvent manquer d'eau dans le sol, malgré cette pluie.



*Au Kivu (R. D. du Congo), ces terres en pentes fortes sont aménagées en terrasses bordées de lignes herbeuses qui empêchent l'érosion.*



65

*Au Burkina Faso, le relief des sols en pentes relativement douces est modifié par des cordons pierreux.*

L'aménagement du relief des champs permet d'améliorer l'économie en eau du sol et de réduire les risques de flétrissement des plantes cultivées.

Les techniques d'aménagement du relief des parcelles cultivées sont multiples, soit lors des labours saisonniers, soit au moment d'aménagements plus permanents.

## Soigner le sol au bénéfice des plantes

Lorsque le sol est bien structuré, naturellement ou par des labours adaptés, les racines des plantes peuvent l'occuper pleinement. Si, en plus, les plantes trouvent dans le sol tous les éléments organiques et minéraux dont elles ont besoin pour se nourrir, elles se développent pleinement et augmentent leurs capacités de résistance aux attaques de ravageurs.

Envisageons successivement cinq aspects:

- faire vivre le sol autant que les plantes
- équilibrer fumures organiques et minérales
- apporter des oligo-éléments
- lutter contre l'acidité
- lutter contre la salinité

### ***Faire vivre le sol autant que les plantes***

Les espèces ont chacune leur façon de se nourrir. L'une préfère les sols sableux légers, l'autre les sols argileux lourds, une autre encore ne peut se développer que dans un sol riche en matière organique. Certaines sont capables de se développer dans des sols acides que d'autres ne supportent pas.

Il y a des éléments que les racines puisent en grandes quantités dans le sol (l'azote, le phosphore, la potasse ou N, P et K), et ceux qu'elles utilisent en petites ou très petites quantités. Ces derniers sont appelés micro-éléments, ou oligo-éléments. Ce sont par exemple le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le fer (Fe), le bore (Bo), le zinc (Zn), etc. Les racines se nourrissent aussi de

nombreuses substances complexes produites par l'activité des micro-organismes du sol.

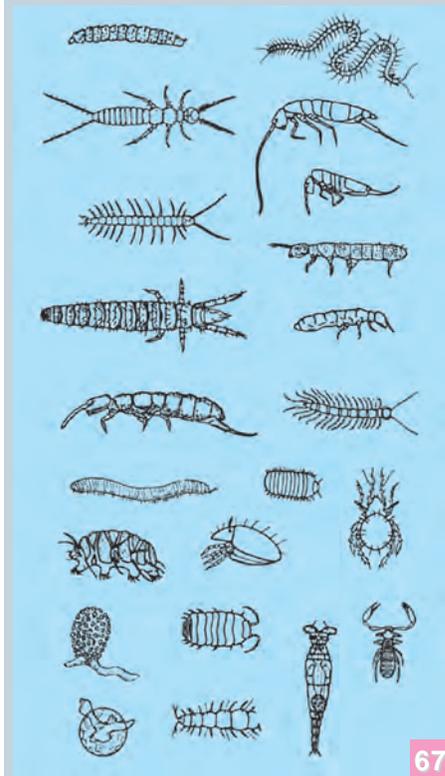
S'il se fait que l'un ou l'autre de ces éléments manque, la plante souffre de **carence**. Certains manques d'éléments minéraux induisent des symptômes de maladies. Le *cœur creux* de diverses racines s'explique par exemple par une carence en bore. La nécrose apicale de la tomate résulte d'une carence en calcium éventuellement induite par l'irrégularité des arrosages.

Les carences se manifestent souvent par des chloroses (jaunissement), des nécroses, une croissance réduite,... et une plus grande sensibilité aux parasites s'il s'agit de carences en potassium ou en phosphore. En milieu paysan, il est difficile de reconnaître précisément les carences, et de les corriger par des apports d'oligo-éléments spécifiques. Mieux vaut tenter d'apporter des **fumures de différentes origines** pouvant contenir le ou les éléments manquants.

Parfois, c'est l'inverse: un élément peut être trop abondant et provoquer une **intoxication** ou un surdéveloppement végétatif des plantes. C'est le cas par exemple si on apporte trop d'azote minéral. Le feuillage des plantes va avoir tendance à proliférer au détriment des fruits ou des grains. La sensibilité aux attaques peut être accrue par l'excès d'azote minéral.

Le but des amendements du sol est d'**équilibrer la masse des aliments** (ou *nutriments*) disponibles pour une bonne alimentation des plantes à travers leurs racines.

## 66 Exemples de faune du sol



*Vers de terre, collemboles, termites, araignées, cloportes, escargots, micro-organismes, vivant dans le sol, sont nécessaires pour la fertilité organique du sol.*



*Les bousiers: efficaces décomposeurs des crottins animaux, ils participent à la fertilisation du sol.*



Lorsqu'on parle d'**amendement**, plusieurs voies sont possibles:

- modifier la structure du sol**, en particulier au moyen de matières organiques végétales ou animales (compost, fumier, engrais verts,...) ou en augmentant le volume de biomasse racinaire;
- modifier les propriétés physiques et chimiques du sol**, par exemple par un apport de calcaire dans un sol acide;
- ajouter des macronutriments (NPK)** par application d'engrais chimiques naturels ou artificiels;
- ajouter des micro-éléments**;
- activer la microflore et la microfaune** du sol, par exemple pour favoriser les symbioses entre bactéries et plantes cultivées.

Chacune de ces actions a un résultat en soi sur le développement des plantes. Mais dans les exploitations polyculturelles, il y a une **priorité: la structure du sol**. Si elle est mauvaise, il est rare que des engrais chimiques l'améliorent à eux seuls, sauf dans le cas des sols acides dont la structure peut s'améliorer nettement après une application de chaux.

Les engrais chimiques sont efficaces pour accroître les rendements saisonniers immédiats. Mais leur utilisation permanente peut amener des déséquilibres.

En effet, si les végétaux profitent activement des minéraux apportés au sol, les micro-organismes du sol en profitent eux aussi. Plus actifs, ceux-ci consomment activement la matière organique et la minéralisent. Il en résulte que la structure du sol se dégrade et les sels minéralisés sont plus facilement emportés par l'eau de lessivage qui traverse le sol. L'utilisation d'engrais minéraux à eux seuls n'entraîne donc pas nécessairement l'amélioration de la fertilité à long terme. Si on n'y prend pas garde, à moyen et long terme, l'application excessive d'engrais chimiques risque d'être dangereuse et contre-productive du point de vue fertilitaire.

Ceci justifie les tentatives d'**utilisation indirecte des engrais minéraux**: au lieu d'épandre l'engrais minéral directement sur les plantes cultivées, on l'utilise pour produire de la biomasse végétale qui est ensuite enfouie dans la terre à cultiver sous forme de compost (engrais vert). Il y a alors un meilleur équilibre entre la matière organique du sol et les éléments minéraux.

Sur le plan de la santé des cultures, on peut faire **deux remarques**:

- utiliser beaucoup d'engrais chimiques, c'est **parier sur des apports extérieurs** à l'exploitation agricole. On est donc **dépendant** de firmes commerciales ou de services agricoles, pour les fournitures. **L'alimentation des plantes est déséquilibrée**, un peu comme l'alimentation d'un enfant est déséquilibrée si on lui donne trop de farine de manioc et pas assez de légumes et de protéines animales. Quand on compte trop sur les engrais, le sol est vu comme un simple **support** pour les plantes plus que comme un milieu de vie;



81

*Les engrais chimiques: une nourriture très rapidement consommée par les plantes.*

- produire les matières fertilisantes dans le champ ou dans l'exploitation elle-même, c'est **parier sur la vie du sol**. Celui-ci est considéré comme

un milieu de vie autant que comme support pour les plantes. Un sol vivant offre aux plantes une **alimentation complète et diversifiée**, comme celle de l'enfant qui recevrait aussi bien du couscous que de la viande, du lait, des légumes variés, des vitamines, etc. Dans ce cas, la santé des plantes est moins dépendante des apports extérieurs que dans le cas de l'utilisation abondante d'engrais chimiques.

Ce point est l'un de ceux qui justifient l'**intégration de cultures fourragères et de l'élevage** dans les exploitations agricoles familiales ou commerciales.

Une politique d'amendement du sol n'exclut pas l'autre, mais du point de vue de la santé des plantes cultivées, le pari sur la vie du sol – en fait sur la vie de tous les êtres qui vivent dans les chaînes alimentaires du sol – est toujours prioritaire.

Prenons un exemple. La concurrence entre les micro-organismes vivant dans le sol permet parfois de contrôler les germes phytopathogènes. Par exemple, la fusariose (maladie de flétrissement) est fortement réprimée par la présence de bactéries (*Pseudomonas*) qui utilisent le fer présent dans le sol. Ce fer est essentiel pour la croissance des deux micro-organismes. Mais comme la bactérie est plus active pour capter le fer, le fusarium a des difficultés à proliférer et à attaquer les plantes cultivées (13).

### **Équilibrer fumures organiques et minérales**

Lorsque la structure du sol est dégradée, qu'il manque de matières organiques et d'humus, et que les minéraux sont mal fixés dans la couche de terre occupée par les racines, la santé des plantes laisse à désirer. En fait, il ne faut **pas confondre vigueur et bonne santé**. De même que l'obésité d'une personne ne témoigne pas nécessairement de sa bonne santé, la vigueur d'une plante n'est pas nécessairement signe de résistance aux maladies et aux parasites. Elle est parfois liée, au contraire, à une forte sensibilité aux attaques (10).

Si l'alimentation minérale fournie par des engrais chimiques prédomine, la santé des plantes et les récoltes risquent d'être compromises pour plusieurs raisons:

- ❑ la croissance et la fructification sont rapides et les rendements sont élevés, mais la **qualité** des produits récoltés diminue: pourriture plus rapide, goût peu apprécié, plus grande sensibilité aux micro-organismes pathogènes, moins longue conservation, etc.;
- ❑ la **fertilité organique** du sol diminue. Les matières organiques sont détruites suite à l'activation de la faune et des micro-organismes du sol. Une partie des minéraux produits au cours de la minéralisation de ces matières est absorbée par les plantes, mais une autre partie est

emportée par l'eau qui ruisselle ou qui percole à travers le sol arable. Dès que la matière organique a disparu, le lessivage du sol augmente;

- ❑ **l'augmentation mal équilibrée du rendement quantitatif** due à une alimentation abondante en macro-nutriments (NPK) épuise les faibles réserves de micro-éléments présents dans le sol. Curieusement, quand le sol est abondamment amendé, il se peut que les plantes souffrent de carences. Les trois éléments NPK, souvent associés dans les formules d'engrais distribuées en Afrique, agissent différemment sur les plantes. Un excès d'azote (N) affaiblit souvent les plantes et les rend plus sensibles aux attaques de pucerons. La potasse (K) par contre renforce les résistances parce qu'elle permet aux plantes d'épaissir leurs parois cellulaires (55);
- ❑ les déséquilibres dans les fumures minérales peuvent aussi conduire à **intoxiquer** les plantes, surtout lorsque les engrais chimiques épandus ont tendance à se transformer en acides.

Pour s'assurer de la santé des plantes cultivées, c'est de l'ensemble des caractéristiques de la fertilité qu'il faut s'occuper de façon équilibrée. **On insiste particulièrement sur la vie du sol.** Nourrir les êtres vivants du sol est aussi important, sinon plus, que d'apporter de la nourriture immédiate – dont une partie risque d'ailleurs d'être emportée par l'eau de lessivage du sol.

Dans ce sens, la santé des plantes sera toujours améliorée par les **techniques** suivantes:

- **apport de compost** ou de fumier animal, de préférence en poquets au pied des plantes, dans les lignes de semis ou en étalement à la surface de la parcelle. Le compost doit avoir deux qualités:

- ➔ être **bien décomposé**: s'il y a trop de paille ou de bois non décomposés, les micro-organismes



*Fertilisation organique d'un pied d'aubergine cultivé en poquet.*

décomposeurs vont concurrencer les plantes pour obtenir l'azote dont ils ont besoin (rapport Carbone-Azote (C/N) trop élevé) (photo 83);

- ➔ **ne pas être infecté ou infesté.** Des agents pathogènes (champignons, bactéries, nématodes, par exemple) peuvent être transportés dans le

compost lorsqu'il est amené au champ. Pour cela, la méthode de **compostage à chaud** est la meilleure. En effet, si on constitue bien le tas lors du compostage, il se met à chauffer durant plusieurs heures, au-delà de 60 ou 70 degrés centigrades. La chaleur détruit les



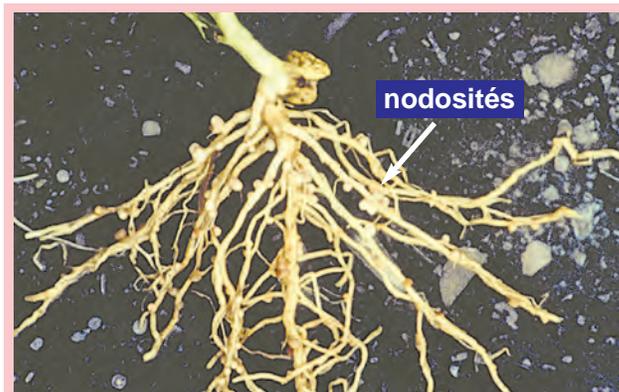
83

*Une compostière bien préparée.*

pathogènes. Lors du refroidissement, les bonnes bactéries spécifiques du sol ont vite fait de recoloniser le compost et de se remettre au travail;

- **association de plantes synergiques**, c'est-à-dire de plantes qui se renforcent entre elles plutôt que de se concurrencer. Les synergies sont nombreuses. C'est au cultivateur de les repérer dans sa propre zone. Les plus connues sont celles qui lient des céréales (maïs, sorgho, mil,...), des légumineuses (haricots, acacia, stylosanthès, mucuna, ...) et des bactéries (*Rhizobium*) qui se fixent dans les nodosités des racines de légumineuses et favorisent leur alimentation en azote puisé dans l'air du sol (photo 84).

Ce type d'associations synergiques a toujours des effets combinés sur la santé des plantes, sur le rendement global des champs, sur la qualité des produits et sur la fertilité générale des sols;



84

*Nodosités sur racines de légumineuse.*

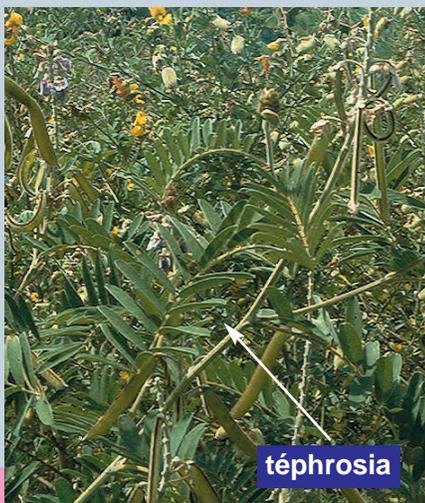
- insertion dans la rotation de **plantes fertilisantes** (engrais verts) dont le

seul but est de produire de la matière organique au bénéfice de la fertilité du sol. Durant une ou plusieurs saisons, au lieu de semer des plantes dont les produits seront récoltés et exportés du champ, on sème une espèce qui, au bout de son développement, retombera et pourrira dans le sol. La biomasse ainsi produite est enfouie dans le sol et participe à la fertilité (voir tableau 85).

Une légère **fumure minérale des plantes fertilisantes** peut amplifier l'amélioration de la fertilité du sol.

Plusieurs pratiques sont possibles en ce qui concerne les engrais verts. On peut les enfouir directement dans le sol lorsqu'ils sont arrivés à maturité, ou alors les faucher et les laisser sécher sur place pour en faire du foin qui, donné aux animaux, se transformera en fumier animal. Ceci a l'avantage de réduire un peu la présence de certains champignons, comme le rhizoctone qui s'attaque à de nombreuses plantes; il apprécie la matière fraîche plus que la matière sèche;

- semis de **cultures d'arrière saison**. Il se fait en fin de saison culturale afin de couvrir le sol de jeunes plants qui pourront retourner au sol ou être consommés par le bétail, en saison sèche;



86

85

## Quelques espèces fertilisantes

Le **crotalaire** (*Crotalaria* sp) enrichit le sol en humus, car il laisse tomber une grande quantité de feuilles qui pourrissent au sol. Il supporte des climats secs et des sols pauvres et, grâce à sa couverture dense et pérenne, il élimine la plupart des mauvaises herbes.

Le **java** (*Indigofera erecta*) croît très rapidement sur les sols riches et bien drainés qu'il enrichit en azote. En couvrant bien le sol, il étouffe les mauvaises herbes. On l'utilise par exemple dans les jeunes plantations de cacaoyers ou de palmiers.

Les **téphrosia** (*Tephrosia candida*, *T. Elegans*, *T. Purpurea*, *T. Vogeli*) enrichissent le sol par leurs feuillages denses et luttent contre les mauvaises herbes dans les jeunes plantations d'arbres (photo 86).

Le **pois cajan** (*Cajanus cajan*) améliore le sol grâce à son système racinaire profond. Son couvert dense donne un bon ombrage quand la saison sèche arrive. On peut aussi l'utiliser comme paillis. Il est parfois associé aux boutures de manioc auxquelles il procure un bon ombrage.

Le **bengol** (*Stylobium aterrimum*) pousse bien dans les régions humides. Il couvre rapidement le sol et l'enrichit en azote. Il est utilisé dans les vergers et les plantations.

Le **calopogonium** (*Calopogonium mucunoïdes*) enrichit le sol en azote et élimine les mauvaises herbes dans les cultures pérennes.

Le **lablab** (*Lablab niger*) produit une grande masse foliaire utilisée comme engrais vert ou comme fourrage et supporte la sécheresse. Son enracinement peut être très profond.

Le **centrosema** (*Centrosema plumieri*, *C. pubescens*) croît lentement mais supporte bien la sécheresse. Il est utilisé par exemple dans les jeunes plantations d'hévéa (*Hevea brasiliensis*).

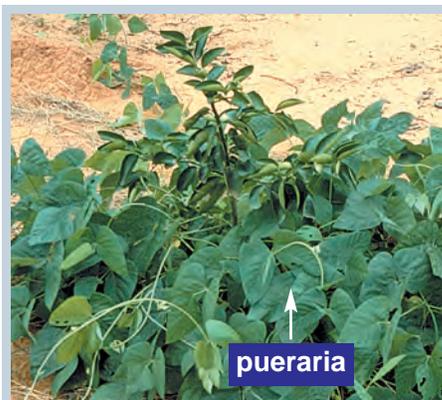
Le **siratro** (*Macroptilium atropurpureum*) couvre bien le sol et l'enrichit. Il est aussi un bon fourrage.

Le **pueraria** (*Pueraria phaseolides*) couvre rapidement le sol des plantations. Il s'y maintient facilement et étouffe les herbes adventices. Il est fertilisant (photo 87).

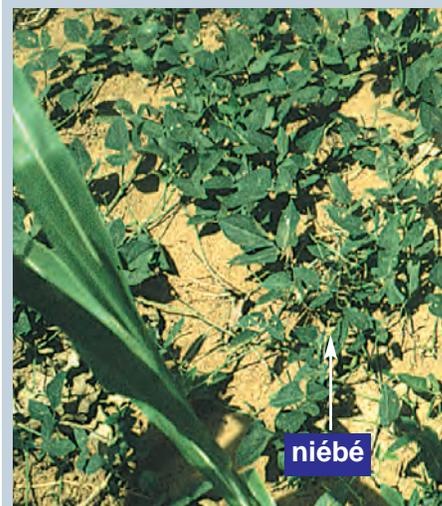
Le **haricot Lima** (*Phaseolus lunatus*) couvre bien le sol. Il est utilisé pour lutter contre l'*Imperata* sp et d'autres chiendents.

Le **niébé** (*Vigna unguiculata*) combine plusieurs avantages: il couvre bien le sol, il le fertilise grâce à sa symbiose avec le rhizobium et il produit des gousses alimentaires (photo 88).

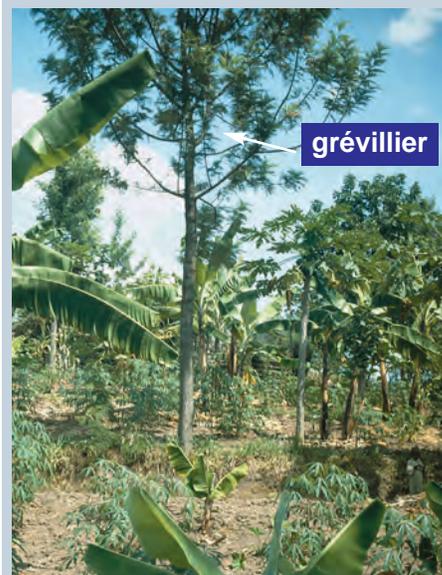
De nombreuses autres plantes, herbacées, arbustives ou pérennes, sont utilisées en couverture enrichissante pour le sol ou comme plante d'ombrage: *Sesbania* sp, *Grevillea* (photo 89), *Leucaena leucocephala*, *Albizia falcataria*, *Acacia albida*, black wattle, etc.



87



88



89

- la **mise en jachère** est une façon de reconstituer la fertilité organique d'un sol. Ce sont alors les **espèces spontanées** qui prédominent. La jachère peut être laissée à elle-même. Après de longues périodes de culture, le démarrage de la végétation naturelle de jachère est parfois trop lent au goût du cultivateur.

Les jachères peuvent aussi être **enrichies** par des espèces dont le caractère fertilisant est reconnu. Au moment où le champ est abandonné, on sème quelques espèces intéressantes sur le plan fertilitaire, afin d'accélérer la recolonisation végétale et de la diversifier.

- **plantation raisonnée d'arbres** fertilitaires à racines pivotantes et hydrophores. Ces arbres sont capables de ramener les minéraux du sous-sol vers la couche arable superficielle;
- l'association de l'agriculture et de l'élevage est traditionnelle. Mais elle peut être fortement améliorée au bénéfice de la santé des cultures, par des **semis fourragers intercalaires**. Par exemple, on peut semer une espèce fourragère à croissance rapide dans les champs cultivés, quelques semaines avant la récolte. Ces espèces pourront être fauchées ou pâturées lorsque les récoltes seront terminées, ou plus tard dans la saison sèche. D'une part, elles augmentent la matière organique du sol et donc sa structure, et d'autre part elles retourneront dans le sol plus tard, sous forme de fumier animal.

Dans tous ces cas, il est possible de bien valoriser les engrais chimiques. L'azote, la potasse, le phosphore ou les micro-éléments apportés au sol seront recyclés dans les espèces synergiques (ou auxiliaires). Ils seront redistribués lentement au bénéfice des espèces cultivées, tout au long des saisons culturales suivantes.

Notons que lorsqu'on sème des légumineuses qui fixent l'azote grâce à leur symbiose avec le rhizobium, il n'est pas intéressant d'épandre des engrais azotés. Les plantes, trouvant assez d'azote dans le sol, n'ont pas besoin de s'associer à la bactérie pour satisfaire leurs besoins de cet élément et il ne se forme que peu ou pas de nodosités. L'application d'azote minéral peut d'ailleurs apparaître comme une dépense à perte puisque l'inoculation des semences par rhizobium peut apporter des résultats supérieurs à l'application d'engrais azotés (8). Par inoculation de souches adaptées de rhizobium, peu coûteuses, des cultivateurs de soja du Zimbabwe, qui n'appliquent pas d'engrais chimiques, obtiennent des rendements à l'hectare deux fois plus élevés que ceux qu'ils observent en appliquant 145 kilos d'engrais industriels (45).

### **Équilibres et compléments en oligo-éléments**

Certains éléments minéraux comme le bore (Bo), le cuivre (Cu), le magnésium (Mg), le zinc (Zn), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), le fer (Fe), le

cobalt (Co), sont indispensables en infimes quantités dans le sol, pour le bon développement des plantes. On les appelle les **oligo-éléments**, ou les **micro-éléments**. L'absence de l'un ou l'autre d'entre eux provoque des carences, des déformations, la diminution de la floraison, des décolorations, des retards de croissance, etc., même si, par ailleurs, l'alimentation en azote (N), en potassium (K) et en phosphore (P) est suffisante (18).

Les micro-éléments contribuent aussi à augmenter la résistance des végétaux contre certaines maladies. Mais s'ils sont en excès, ils peuvent aussi leur être toxiques et provoquer des troubles.

Il n'est pas trop difficile de constater que les plantes souffrent d'un déséquilibre en oligo-éléments. Il est par contre compliqué de diagnostiquer avec certitude de quel déséquilibre il s'agit, et encore plus de le doser. Un tel diagnostic est actuellement impossible en milieu paysan.

Les **facteurs qui influencent** les déficiences ou les excès en oligo-éléments sont nombreux. Citons parmi d'autres éléments:

- une **fumure chimique déséquilibrée**;
- la **monoculture prolongée** durant plusieurs saisons: elle entraîne l'exportation excessive des mêmes oligo-éléments, sans repos pour la terre;
- l'**acidité du sol** ou son **alcalinité** qui font que certains micro-éléments se trouvent dans le sol sous une forme que les plantes ne peuvent pas assimiler;
- le **lessivage excessif du sol** par l'eau de pluie ou d'irrigation;
- la **présence d'éléments antagonistes**.

**C'est par la diversité des apports fertilisants** qu'on arrive à combattre les carences, plus que par des amendements minéraux spécifiques.

L'existence d'une carence ne signifie pas nécessairement que l'élément manque dans le sol. Il y existe parfois sous une forme que la plante ne peut pas assimiler du fait de l'acidité par exemple.

En milieu paysan, des **solutions** sont possibles pour améliorer l'équilibre en oligo-éléments:



*Ces feuilles présentent des signes caractéristiques de carences minérales.*

90

- mettre en œuvre toutes les **pratiques agricoles qui limitent l'exportation des éléments minéraux** en dehors du champ: lutte contre le lessivage et le ruissellement, agro-foresterie, etc.;
- **diversification des sources de fumures** en vue d'enrichir le sol en matière organique à partir de composts provenant de différentes zones. Par exemple: utiliser des boues ou des composts prélevés dans des bas-fonds pour enrichir des sols carencés du plateau ou des versants, échanger des composts entre des zones où les sols et les sous-sols ont des caractéristiques différentes;
- **modification de l'acidité (pH) par chaulage**, en vue de rendre assimilables par les plantes des oligo-éléments qui ne le sont pas;
- épandage de boues de marnage. Les **marnes** sont les dépôts alluvionnaires qu'on trouve dans les fonds de vallées régulièrement inondés par les crues des rivières d'eau douce;
- **diversifier les espèces** poussant dans les parcelles cultivées ou pratiquer la jachère, avec comme but de remonter en surface, dans le sol arable, des éléments du sous-sol;
- associer en permanence aux cultures des plantes ou des arbres à **enracinement profond** capables de puiser dans le sous-sol des éléments qui manquent dans la couche arable superficielle. L'agriculture multiétagée et l'agro-foresterie sont en effet capables de recycler les minéraux beaucoup plus activement et abondamment que les cultures pures;
- appliquer de bonnes quantités de **cendres provenant d'autres zones écologiques**;
- appliquer des cendres provenant de la calcination d'**os**, de **coquillages**, de **déchets de poissons** ou de plantes ayant poussé dans des milieux non carencés;
- l'urine **du bétail** peut être efficace en pulvérisation, surtout si ce dernier est transhumant ou qu'il bénéficie d'appoints en sels minéraux;
- appliquer des **engrais d'origine marine**: algues ou guano par exemple.

L'application de **compost enrichi** en éléments minéraux est une façon efficace d'apporter ces éléments aux cultures qui en ont besoin. L'enrichissement se fait en ajoutant au compost de petites quantités d'engrais minéraux phosphatés, potassiques ou calciques, ou en ajoutant de la **fiente de volaille**, riche en phosphore, potasse, calcium et magnésium, ou du fumier de bovins dont la richesse en calcium et en magnésium est intéressante (7). La chaux magnésienne, elle, change l'acidité du sol et, de ce fait, en modifie la structure.

Dans les fermes familiales disposant de peu de moyens, on compte donc surtout sur la **biodiversité** des espèces exploitant simultanément ou successivement plusieurs couches de sol et de sous-sol, et plusieurs zones écologiques.

Les firmes agro-chimiques ou phytopharmaceutiques proposent à la vente des **composés** d'oligo-éléments qu'on pulvérise dans les jardins ou les champs, ou qu'on mélange dans les composts. Avant de les appliquer, il est nécessaire de disposer d'analyses de sol faites en laboratoires. Sans elles, on risque de perdre inutilement de l'argent. L'équilibre entre les macro-éléments du sol, les micro-éléments et les besoins des plantes est en effet très subtil. Des erreurs peuvent même amplifier les maux qu'on veut soigner.

Le plus souvent, les oligo-éléments sont pulvérisés sur les feuilles. Mais pour que la pulvérisation soit efficace, il faut au préalable que les plantes soient déjà en bonne forme. Les oligo-éléments viendront alors leur donner un coup de fouet. Par eux-mêmes, ils n'arrivent pas à sauver des cultures mal nourries (10).

Les apparences sont parfois trompeuses. On attribue parfois au manque d'oligo-éléments des symptômes dus à d'autres facteurs: températures trop élevées ou gel, virus, nématodes des racines, pucerons ou autres.

### **Lutter contre l'acidité**

L'acidité d'un sol se mesure par son **pH**. C'est une échelle allant de 1 à 14. Le pH 1 est celui d'un acide pur (acide sulfurique, acide chlorhydrique, acide nitrique, ... Le pH 14 est celui d'un alcalin pur: la chaux vive ou la soude par exemple. Le pH 7 est celui



91

*Les traînées et les taches rouges, brunes ou noires dans les sols de bas-fonds sont souvent des manifestations de l'acidité du sol.*



92

de l'eau distillée qui ne contient ni acide, ni alcalin.

Le pH que l'on rencontre dans les sols se situe en général entre 3,5 et 8,5. Il y a de très grandes variations d'un site à l'autre. Certaines plantes tolèrent une forte acidité, d'autres en souffrent. De même pour l'alcalinité.

71

Dans la nature, des situations, plus que d'autres, engendrent l'acidité:

- ➔ les sols de **bas-fonds mal drainés** dans lesquels l'eau stagne,
- ➔ les **sols tourbeux**,
- ➔ certains sols recevant des **engrais acidifiants**.

Tous les sols mal aérés, très argileux et constamment gorgés d'eau, peuvent être considérés comme des sols acides. Les plantes y poussent mal. Leurs racines sont rabougries et pourrissent sur place.

L'utilisation d'engrais chimiques est souvent une cause d'acidification. C'est le cas des sulfates, des nitrates et des phosphates qui libèrent des acides dans le sol. Leur application pure et simple peut compromettre la fertilité à moyen terme. Ils doivent éventuellement être complétés par d'autres engrais capables de neutraliser l'acidité tels que chaux, guano ou composts.

Les moyens de lutte contre l'acidité sont les suivants:

- ❑ **dans les sols drainés** naturellement, le **chaulage** (c'est-à-dire l'apport de calcium) permet de relever le pH et de diminuer l'acidité du sol. Les quantités de chaux à épandre sont souvent importantes, pouvant aller de 0,3 à 0,5 kilo par mètre carré. Le calcium peut être apporté sous plusieurs formes plus ou moins solubles dans l'eau du sol: engrais calcique, marne, coquillages, os calcinés, etc.;
- ❑ **dans les bas-fonds argileux**, la première chose à faire est d'organiser le drainage de l'eau stagnante. L'eau de pluie ou d'irrigation qui traversera ensuite le sol pourra compléter le lessivage des substances acides. Après que le sol a été drainé et aéré, il devient possible de prévoir un apport de calcium. On peut par exemple réduire la gravité de maladies comme le rhizoctone, maladie fréquente et commune à de nombreuses plantes et qui provoque la pourriture des racines et du collet;
- ❑ quant à la **tourbe**, amas de matières organiques accumulées au cours des siècles et se décomposant très mal et très lentement, elle est un milieu peu favorable à la culture, même si cela se fait fréquemment.

Notons que si les plantes ont chacune leurs préférences, les micro-organismes les ont aussi. Par exemple, lorsque le pH d'un sol est supérieur à 7, la bactérie de la pourriture brune de la pomme de terre ou celle du flétrissement bactérien de la tomate semblent moins bien se développer. Certaines maladies microbiennes pourraient donc être combattues par une modification de l'acidité du sol (chaulage, par exemple), mais cela demande d'être expérimenté.

## Lutter contre la salinité

Les causes de la salinisation sont soit une irrigation avec une eau ayant une trop forte concentration en sels, soit une concentration progressive en surface du sel présent dans le sol, soit une remontée capillaire d'eau salée se trouvant dans le sous-sol. Cette concentration est provoquée par une évaporation de l'eau à la surface du sol qui entraîne la concentration du sel dans ses pores.

Si les plantes souffrent de trop de sels dans le sol, il y a quelques possibilités de lutte:



*Dégâts causés par la salinité dans une bananeraie.*

93

- **lessiver le sol** avec de l'eau douce avant les semis, si celle-ci est disponible en bonne quantité. En général, ce n'est possible que dans les bas-fonds inondables bien aménagés comprenant des canaux d'amenée d'eau et des drains;
- **réduire l'évaporation** à la surface du sol par toutes sortes de techniques protectrices. Lorsqu'on paille le sol, par exemple, l'évaporation diminue et les pluies s'infiltrent plus abondamment vers le sous-sol en lessivant la couche arable. La réduction de l'évaporation peut se faire par paillage, binage, amendements organiques, placement de brise-vent, etc.;
- **améliorer la rétention de l'eau par le sol**, au moyen de fumure végétale ou animale;
- lors des arrosages ou de l'irrigation, **limiter les apports d'eau** aux quantités strictement nécessaires aux plantes cultivées et adapter le calendrier des arrosages en fonction des besoins périodiques des plantes. Cette précaution est d'autant plus indispensable que l'eau d'arrosage est saline;
- assurer le **drainage** de collature dans les périmètres irrigués; l'eau d'irrigation traverse le sol cultivé et se retrouve plus bas, dans le canal de collature;
- **arroser en dehors des heures chaudes** de la journée.

Si la salinisation ne peut être combattue par ces quelques moyens, il faut faire appel à des **variétés** cultivées tolérant la salinité.

## Organiser les plantes cultivées en vue de la lutte sanitaire

Pour produire, le cultivateur choisit les espèces et les variétés qu'il va semer, aménage leur environnement et les dispose de façon plus ou moins organisée pour qu'à chaque période, elles se trouvent à l'aise dans leur milieu de vie. Il y a plusieurs facteurs essentiels pour cette mise à l'aise: le **travail du sol** qui facilite la pénétration des racines jeunes, puis adultes, l'**humidité du sol** qui est nécessaire pour que la plante puise sa nourriture à travers la paroi de ses racines, et la **composition** plus ou moins nutritive du sol. Ensuite viennent d'autres facteurs: la **concurrence** que se font les plantes entre elles pour se nourrir. Cette concurrence peut se manifester entre plantes d'une même espèce ou entre plantes d'espèces différentes. Ou encore les **synergies** qui peuvent exister dans l'espace souterrain ou aérien.

L'**agriculture multiétagée** privilégie les complémentarités et les synergies d'espèces et de variétés différentes, en associant les plantes utiles dans un même champ. Elle compte beaucoup sur la biodiversité. Elle vise d'une part l'obtention d'une production variée, d'autre part l'équilibre naturel entre les plantes cultivées, leurs ravageurs et les prédateurs de ceux-ci (auxiliaires des cultures). **Le champ est considéré comme un ensemble dont on assure la santé globalement**, en évitant de "mettre tous les œufs dans le même panier".

La **culture pure** privilégie, à chaque saison, une seule espèce par parcelle. Cette espèce fait l'objet de tous les soins et l'on tente d'éviter la concurrence de toute autre espèce. En culture pure, c'est la santé d'une seule espèce qui est recherchée, sans considération pour les autres espèces et parfois sans beaucoup d'attention pour la vie du sol et sa stabilité.

Entre les deux tendances, agriculture multiétagée et culture pure, toutes sortes de combinaisons sont évidemment possibles.

### Limiter les concurrences entre les plantes

La concurrence entre les plantes se manifeste dans le sol pour l'eau et l'alimentation minérale, et dans l'espace aérien, pour la lumière et l'air. Les plantes d'une même espèce sont toujours très concurrentes, car elles ont exactement les mêmes besoins aux mêmes moments. Des espèces différentes qui sont complantées peuvent être soit concurrentes entre elles, ce qui les affaiblira, soit synergiques, ce qui favorisera les complémentarités dans le champ. Tout cela dépend des périodes où se manifestent leurs besoins respectifs en eau ou en minéraux. Si ces périodes se correspondent, les plantes souffriront de la concurrence. Si elles sont décalées, des complantations et des complémentarités sont possibles dans le champ.

Sur le plan sanitaire, on vise toujours à **diminuer la concurrence entre les plantes cultivées** dans un champ et aussi à diminuer la concurrence que leur font les adventices ("mauvaises herbes"). En culture pure, on se limite à cela.

Les pratiques permettant de limiter la concurrence sont les suivantes:

- ❑ des **écartements** corrects permettent d'éviter que les racines des plantes qui se côtoient ne s'interpénètrent et n'exploitent les mêmes volumes de sol. Les écartements sont déterminés par le rayon de l'assiette racinaire des pieds ayant atteint leur plein développement. Parfois, c'est le rayon de la végétation aérienne qui détermine l'écartement optimal;
- ❑ le **démariage** permet d'éviter la concurrence entre plantes d'une même espèce semées ensemble de façon trop serrée dans un poquet ou sur une ligne de semis. Dans les poquets, un équilibre est à trouver quant au nombre optimal de pieds à conserver;
- ❑ le **sarclage** consiste à éliminer toutes les plantes spontanées qui germent entre les pieds cultivés et qui pourraient faire concurrence à la culture, soit dans le sol, soit dans l'espace aérien (par exemple, en étouffant les plantes cultivées). Un bon sarclage veille évidemment à extirper les racines des herbes combattues;
- ❑ on pratique parfois aussi le **désherbage chimique** entre les lignes de plantes cultivées. Cette opération est délicate puisqu'elle empoisonne les végétaux et une partie des micro-organismes du sol;
- ❑ le **désherbage thermique** consiste à tuer les toutes jeunes plantules par la chaleur, au moyen d'un brûleur. Cette méthode n'est actuellement pas à la portée des cultivateurs africains;
- ❑ dans les terres irriguées par inondation (les rizières, par exemple), on pratique aussi le **noyage** des jeunes plantules d'adventices, avant la mise en culture. Un premier arrosage léger et court provoque la germination des graines d'adventices. Puis on inonde complètement les casiers durant quelques jours pour étouffer les plantules.

### Développer les complémentarités: associer les cultures, accroître la biodiversité

Toutes les espèces ne sont pas concurrentes entre elles, pas plus que les variétés d'une même espèce. L'expérience, et la connaissance des cycles de développement des plantes, permet d'organiser des complémentarités entre espèces semées dans un même champ, tout en améliorant l'état sanitaire de celui-ci.

On parle de **biodiversité**, dans un champ ou dans une région, lorsque le nombre d'espèces végétales et animales qui cohabitent est élevé. La biodiversité dans un champ offre plusieurs avantages. Ils sont résumés dans le tableau ci-après.

### Avantages de la biodiversité dans un champ cultivé

- ⇒ les **produits** du champ sont **variés**, ce qui est intéressant pour l'agriculture d'autosuffisance familiale;
- ⇒ les **risques** liés au climat et aux ravageurs sont limités pour chacune des espèces en présence et pour l'ensemble du champ;
- ⇒ la diversité des plantes crée des conditions favorables à la prolifération des **auxiliaires** des cultures;
- ⇒ des **synergies** peuvent être créées entre les espèces: plantes, insectes, bactéries symbiotiques, etc.

en fonction des cycles végétatifs naturels des espèces pérennes saisonnières et plurisaisonnières. Les semis et les récoltes sont gérés au jour le jour. Lorsqu'une espèce est ravagée ou disparaît, l'autre prend le relais de la production. Des espèces dominantes s'installent pour un temps, puis elles laissent la place à d'autres.

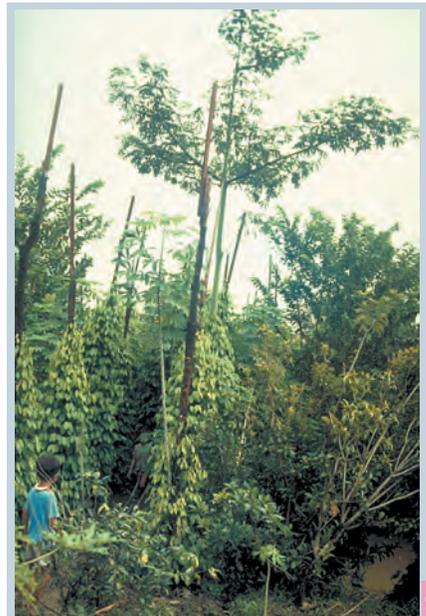
Les mélanges polyculturels se font soit sans ordre apparent, lorsqu'une partie des arbres ou des plantes saisonnières croît spontanément sur le terrain, soit selon un dispositif plus régulier mis en place dans le cadre de techniques agroforestières.

On peut aussi complanter diverses variétés différentes d'une même espèce dans des **mélanges polyvariétaux**. Cela permet d'éviter que tous les pieds d'une même espèce cultivée soient attaqués ou malades en même temps. La composition

Toutes sortes d'associations culturales et de complantations sont possibles et recherchées par les cultivateurs en fonction de leurs buts et de leurs contraintes. Mettons en évidence quelques caractéristiques intéressantes.

### Des rendements variés

Dans des **mélanges polyculturels**, plusieurs espèces utiles à l'économie familiale sont complantées sur un même terrain, sans ordre apparent. On y trouve des arbres, des plantes érigées ou rampantes, des tubercules, des légumineuses, des céréales, des légumes. Le champ s'organise dans le temps



*Ce champ polyculturel est composé de caféiers, de poivriers (sur tuteurs) et d'arbres fruitiers dont les cimes sont éclaircies.*

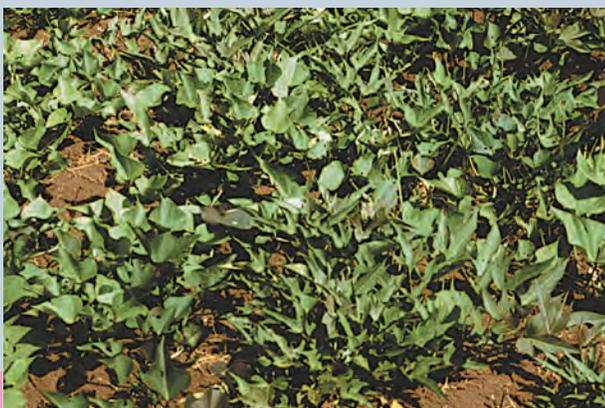
des mélanges se fait en fonction des risques de ravages que l'on entrevoit. Par exemple, on associe une variété de manioc très productive, semi-tardive et sensible à la cochenille, à une autre qui est précoce, mais moins sensible à ce ravageur, et à une troisième, tardive, moins productive en tubercules, mais résistante aux attaques de la cochenille.

Dans de nombreux pays d'Afrique centrale, on mélange plusieurs variétés de haricots qui pousseront ensemble dans un même champ, qui réagiront différemment aux événements climatiques et aux attaques parasitaires, et dont les récoltes seront avantageusement étalées dans le temps (photos 96 et 97).



96

*Mélange variétal de haricots au Kivu (R. D. du Congo).*



97

*Mélange variétal de patates douces.*

Dans les associations polyculturelles et polyvalentes, **les risques d'attaques et de perte de rendement généralisées sont moindres** qu'en culture pure. Lorsque les conditions sont défavorables à l'une des espèces ou variétés, elles ne sont pas nécessairement défavorables à d'autres. L'incidence des dégâts provoqués par chacun des ravageurs potentiels est limitée

par rapport à l'ensemble des plantes présentes dans le champ.

Les avantages sont fréquents, mais il peut y avoir des inconvénients. Certains parasites généralistes peuvent en effet se maintenir plus longtemps dans des champs où les cycles des différentes variétés sont décalés dans le temps.

### ***Transformation écologique du milieu***

Mais il y a d'autres avantages, par exemple lorsqu'on parvient à associer des plantes à fort rendement agricole avec d'autres qui ont un rôle plus écologique à jouer pour le maintien de la fertilité du sol, pour l'ombrage, ou pour constituer un milieu favorable aux auxiliaires des cultures.

Prenons l'exemple de ce champ de sorgho établi sous grévillier (photo 98). Cette espèce agro-forestière influence la santé du sorgho et des autres plantes saisonnières qui poussent à sa base au cours des saisons successives. Tout en produisant du bois, il joue un rôle écologique en protégeant ces cultures saisonnières sous-jacentes contre les ardeurs du soleil et du vent.



98

*Cultures intercalaires sorgho - grévillier.*

De plus, ses feuilles sont fertilisantes pour le sol lorsqu'elles y tombent. Ici, le grévillier est à considérer comme une culture au même titre que le sorgho. On le plante avec beaucoup d'attention, on l'élague, on l'entretient régulièrement.

Des **plantes à fleurs** appréciées par les auxiliaires des cultures sont utilement cultivées dans les jardins. Elles attireront par exemple les syrphes dont les adultes se nourrissent de nectar et de pollen, alors que leurs larves sont d'efficaces carnassières. Les plantes à fleurs peuvent être plantées en bordure du jardin ou du champ.

### **Les compagnonnages**

Lorsque des plantes cultivées sont complantées, elles se rendent souvent des services mutuels. Prenons l'association du maïs et de l'arachide. Il est probable que la présence de l'arachide diminue l'incidence de la pyrale *Ostrinia furnacalis* qui attaque le maïs. L'arachide favoriserait en effet l'arraignée *Lycosa*, prédatrice de la pyrale.

Le niébé, pour sa part, serait protégé contre la chenille *Anoplocnemis curvipes* qui s'attaque aux gousses, lorsque le maïs est présent. L'insecte préfère pondre sur le maïs, mais il n'y cause pas de dégâts importants.

Une espèce de mylabre préfère les inflorescences de maïs aux fleurs de niébé. Le maïs souffre moins de l'attaque que les fleurs du niébé qui sont entièrement détruites (34).

Des effets comparables sont obtenus dans des vergers. Par exemple, à Zanzibar, une chute prématurée des noix de coco est provoquée par la punaise *Pseudothoraptus wayi*. La présence de citrus et d'anacardiers entre les lignes de cocotiers diminue l'incidence de la punaise, car elle favorise la prolifération de ses prédateurs.

Il y a plusieurs **explications** aux effets bénéfiques des compagnonnages:

- ➔ une ou plusieurs espèces créent un **milieu favorable au développement de prédateurs ou de parasites** des ravageurs d'une autre espèce,
- ➔ une espèce **détourne l'attention** d'un ravageur d'une autre espèce,
- ➔ une espèce crée une **barrière** empêchant le ravageur de se propager.

L'étude approfondie des relations de synergie, de compagnonnage ou de concurrence entre les plantes cultivées permet de créer des associations très efficaces sur le plan de la protection sanitaire. S'il est intéressant de tenter toutes sortes d'associations culturales, il faut toutefois prendre en considération certains **antagonismes** entre espèces. C'est l'observation en champs qui permet de relever les antagonismes (tableau 99) (26).

La **complantation** d'espèces complémentaires est une pratique courante dans les exploitations familiales africaines. Plusieurs espèces saisonnières, plurisaisonnières ou pérennes cohabitent dans un même espace cultivé. Certaines sont semées, d'autres, éventuellement, se sont établies spontanément. Les complantations se font soit au hasard, soit de façon plus ou moins organisée. On com plante des espèces dont les assiettes racinaires, les ports aériens, les cycles végétatifs, les besoins alimentaires, les parasites, etc. sont différents. La notion d'écartement s'applique alors entre les pieds d'une espèce, mais pas nécessairement entre celle-ci et les pieds d'espèces différentes. Les espèces végétales qui sont sensibles aux mêmes ravageurs doivent par contre être semées à distance et à des moments différents.

Outre la diversification des produits agricoles, les pratiques de complantation et, plus généralement, de l'agriculture multiétagée, cherchent à mettre en valeur des synergies entre espèces cultivées, agricoles ou fourragères, et à créer des barrières physiques ou chimiques contre les ravageurs.

### ***Synergie d'espèces végétales et microbiennes***

Les complantations les plus intéressantes et les plus efficaces pour la santé des espèces cultivées sont celles qui permettent d'accroître le rendement global du champ, grâce à des synergies. Une **synergie** est une **complémentarité active**. Les plantes ne se contentent pas seulement de tolérer leurs voisines, mais elles s'apportent mutuellement quelque chose sur les plans de la santé, du rendement ou de la qualité des produits. Le rendement d'une association culturale synergique est donc plus élevé que la simple addition des rendements de deux espèces poussant côte à côte.

Les plantes aromatiques annuelles, par exemple, peuvent jouer un rôle efficace pour la protection des jardins contre les insectes ravageurs. On les intercale dans les rangs de la culture principale, ou en alternant les lignes (67).

### Synergies

Les associations suivantes sont généralement **positives**:

- le cerfeuil dans les rangs de laitue
- le poireau, l'oignon ou l'ail avec la carotte
- le chou et l'ail
- les haricots et la sariette
- le basilic et le concombre
- le chou et la pomme de terre
- le céleri et la laitue, la tomate, ou le chou-fleur
- le tabac et le chou
- l'aubergine et le haricot blanc
- le poivron et le petit pois

Il n'y a pas de règle générale. Ce qui est positif dans une zone ne l'est pas nécessairement dans l'autre. Les complantations ne se font que sur la base d'une bonne observation du compagnonnage au cours de saisons successives, et des effets obtenus sur les ravageurs.

### Antagonismes

- le haricot, le petit pois et l'oignon
- les crucifères (choux, radis, betterave, navet, ...) et la tomate
- le concombre et la pomme de terre
- la carotte et l'aneth
- la tomate et la pomme de terre ou le chou-rave

D'une façon générale, on évite de complanter des espèces appartenant à la même famille.

Un exemple très connu de synergie est celui de l'association de **légumineuses fixatrices d'azote** aux plantes d'autres familles (graminées, tubercules, etc.) (17). Des accroissements considérables de rendement quantitatif et qualitatif en céréales sont obtenus grâce à des complantations d'espèces de la famille des légumineuses. Celles-ci se montrent d'autant plus efficaces qu'elles sont correctement infectées par des bactéries

fixatrices d'azote qui s'installent dans les nodosités racinaires (photo 100). Ces synergies peuvent être améliorées grâce aux techniques d'inoculation dont nous parlerons dans la quatrième partie.

La luzerne (*Medicago sativa*) est une légumineuse fourragère. Des expériences ont montré que, inoculée par la bactérie *Rhizobium*, elle arrive à dominer les herbes adventices concurrentes et à les étouffer. La luzerne inoculée se maintient sur les parcelles durant plusieurs saisons, alors qu'en l'absence d'inoculation, elle disparaît dès les premières semaines (8).

Un large champ d'expérience est à développer dans ce domaine, en particulier pour adapter les souches bactériennes aux caractéristiques de leurs hôtes.



100

*Nodosités sur racines de légumineuses*

### **Les barrières physiques**

Lorsque les espèces poussant côte à côte ont des ennemis différents, ceux-ci sont freinés dans leur expansion. Ainsi par exemple, les populations de *Delia brassicae*, un diptère qui s'attaque aux choux, sont réduites de 30 % si du trèfle est planté en intercalaire entre les rangs de choux (34). D'autres exemples figurent dans la quatrième partie.

Pour se nourrir ou pour pondre, certains insectes sont très spécialisés. Ils passent d'un pied d'une espèce à d'autres pieds de la même espèce, mais ils n'aiment pas se trouver sur des plants d'autres espèces. Lorsque ceux-ci

sont intercalés, ils agissent comme **barrières intercalaires**. Ces barrières gênent et limitent la progression du ravageur.

La **culture en couloirs** ou en **lignes alternées** est une façon d'associer les plantes cultivées (photo 101). Elles sont disposées en lignes juxtaposées, les unes profitant éventuellement des



101

*Cultures en couloirs de coton et de maïs.*

autres. Il peut y avoir deux ou plusieurs espèces ou variétés ayant des cycles de vie différents et complémentaires, des résistances et des susceptibilités différentes aux ravages et aux maladies, et éventuellement des potentialités synergiques. Les plantes associées en couloirs ne doivent pas être attaquées par les mêmes parasites et ne doivent pas servir d'hôtes aux parasites de leurs associées. On évite les concurrences racinaires et aériennes. Éventuellement, le ravageur progresse dans la ligne où il existe un foyer d'infection, mais il n'a pas trop tendance à passer vers d'autres lignes de la même espèce situées de l'autre côté de la barrière.

Si les ravageurs sont des champignons ou des bactéries qui sont entraînés par l'eau de ruissellement, des **lignes d'herbes** bien serrées à la base peuvent arrêter l'eau de ruissellement et les organismes pathogènes qu'elle transporte. Bien conçues, des rangées d'herbes parcourant les champs en lignes de niveau peuvent en outre être productives, par exemple sur le plan fourrager. Elles servent aussi d'habitats aux auxiliaires des cultures.

L'effet mécanique ou de barrière est surtout efficace contre la propagation des insectes non polyphages et non volants et contre les maladies fongiques ou bactériennes transmises par contact entre les racines. Les effets mécaniques sont moindres contre les insectes polyphages comme les criquets.

La mise à écartement des pieds cultivés est aussi une façon de créer des barrières physiques. On veille à ce que les pieds pouvant souffrir des mêmes ravageurs ne soient pas en contact direct.

Les effets de barrières peuvent exister aussi du fait de l'**étouffement** ou de la **mise à l'ombre** de certaines mauvaises herbes. Par des pratiques de com-



102

*Complantation de maïs et de patates douces.*

plantations adéquates, il est possible de lutter contre la prolifération de mauvaises herbes de faibles hauteurs. Dans un champ de maïs, par exemple, les mauvaises herbes peuvent être étouffées par des concombres ou des patates douces poussant en sous-étage. Les larges feuilles de ceux-ci vont empêcher la lumière d'atteindre les herbes germant à la surface du sol, alors que le maïs les surplombera.

Ou alors, on peut semer des espèces fourragères au pied des maïs. Elles feront concurrence aux mauvaises herbes qui seront fauchées en même temps qu'elles.

## Les barrières chimiques

Les techniques d'associations culturales sont intéressantes pour protéger les semis en pleine terre grâce aux barrières chimiques que constituent autour d'elles certaines plantes. Sur la photo 103, on voit par exemple la carotte associée au chou. En général, on associe une espèce répulsive à une autre qui risque d'être attaquée. L'**effet répulsif** provient de substances émises dans l'air ou dans le sol. C'est le cas aussi de l'hyptis, de la tagète, du lantana, du guiera, etc.

Le paillage des planches de culture avec des feuilles odorantes d'eucalyptus, de cyprès, d'euphorbes, etc. est une autre technique permettant de protéger des semis.

Les barrières chimiques peuvent être nécessaires à un moment de la crois-



103

*Association du chou et de la carotte*



104

*La tomate est semée dans le même trou de plantation que la bouture de manioc pour protéger ce dernier contre les termites.*

sance de la plante cultivée, et non à l'autre. Par exemple, les pieds de tomate étroitement associés aux boutures de manioc ont évité que ces dernières ne soient rongées par les termites (photo 104). Les boutures d'euphorbes ont servi de la même façon à protéger un manguier. Les deux espèces ont ensuite continué à cohabiter (photo 105). Ailleurs, la complantation de divers eucalyptus aux cyprès plantés le long de la crête Congo-Nil diminue la propagation du puceron des cyprès (*Cinara cupressi*) (photo 106).

La lutte contre les termites ou contre d'autres ravageurs vivant dans le sol comme les nématodes, les vers blancs ou les myriapodes, peut se faire en incorporant dans le sol, autour des racines des plantes risquant d'être attaquées, des feuilles d'eucalyptus, de salanes (*Euphorbia turicalli*), de tagètes, de neem, etc. Ces matières détournent les ravageurs des plantes qu'on cherche à protéger.

Le tableau 244 (p.183) fournit une série d'indications sur des plantes ou des arbres à caractère répulsif.

L'effet de barrière est parfois tel qu'il permet d'éradiquer certains parasites. On parle alors de **plantes éradicatives**. L'arachide et la tagète, par exemple, sont éradicatives. La tagète stimule l'éclosion des œufs de nématodes tout en produisant des substances nématocides qui les tuent. En associant la tagète à d'autres cultures, au cours de plusieurs saisons successives, on réduit la présence des nématodes dans le sol. La complantation de crotalaires



105

*Les euphorbes ont protégé le jeune manguiers contre les attaques de termites.*

dans les planches de culture peut aussi amener la diminution du nombre de nématodes.

### Choisir et sélectionner les variétés

Le choix des variétés à cultiver dans un champ dépend d'une masse d'éléments: pluviométrie et climat, sol, objectifs de la culture, risques phytosanitaires, etc. Le cultivateur va tenter de choisir les variétés de plantes qui s'adaptent au mieux à ces éléments. Il n'y a pas de règles générales ou de recettes pour choisir les variétés. Seule l'expérimentation en champ permet de procéder à des choix judicieux.



106

*Un peuplement mélangé (Cupressus lusitanica et Eucalyptus sp) permet de limiter les dégâts du puceron du cyprès (Cinara cupressi).*

### **Comment les variétés sont-elles caractérisées?**

Les variétés végétales sont caractérisées d'une part par des critères botaniques et d'autre part en fonction de certains comportements. Relevons quelques caractéristiques liées à l'utilisation agricole des variétés:

- ⇒ elles sont **précoces** (hâtives) ou **tardives**,
- ⇒ d'**ombre** (sciaphiles), de **soleil** (héliophiles) ou **indifférentes**,
- ⇒ **sociables** ou non **sociables**,
- ⇒ **résistantes, sensibles, tolérantes, immunes** (toujours *par rapport* à un ravageur ou une maladie précise),
- ⇒ **dressées, grimpantes, rampantes, haute tige, basse tige**,
- ⇒ à **enracinement profond** ou **superficiel**,
- ⇒ **plastiques** (capable de s'adapter aux circonstances climatiques) ou non plastiques,
- ⇒ **bouturables** ou non,
- ⇒ **greffables** ou non,
- ⇒ **douces** ou **amères**,
- ⇒ **fertiles** ou **stériles**,
- ⇒ **spontanées, sélectionnées, hybrides, fixées** ou **non fixées**,
- ⇒ etc.

Pour assurer la santé des plantes et d'un champ dans son ensemble, on veille à choisir les variétés les plus adaptées aux circonstances que l'on pense rencontrer au cours de la saison culturale. Si la pluviométrie risque d'être irrégulière, on choisit plutôt des variétés plastiques capables de sommeiller durant les périodes plus sèches, pour reprendre leur croissance ensuite. Si on se trouve en agriculture multiétagée, on veille à ce que la variété de l'étage le plus bas ne craigne pas trop l'ombrage, et on choisit une variété dont l'enracinement est profond si l'autre espèce complantée développe son enracinement superficiellement. On choisit donc une variété plastique, tolérante à l'ombrage et à l'enracinement profond, sans trop s'occuper des autres caractéristiques variétales.

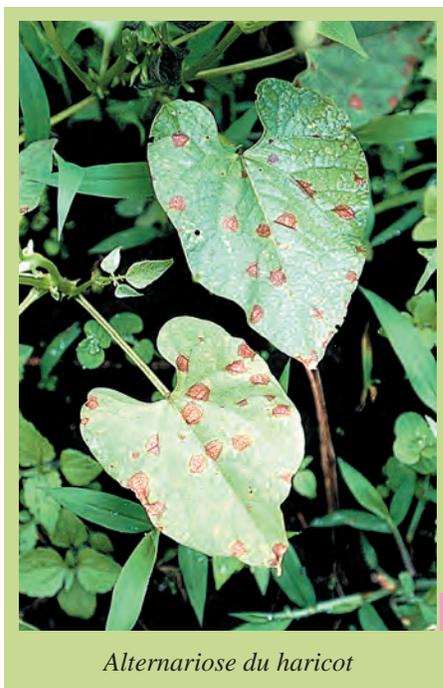
Dans un autre cas, on cherchera une variété fixée, dressée, sociable et tardive, dans les stations de recherche agricole voisines ou dans le milieu, ou alors, on entreprend des recherches amélioratives en fonction de ces critères.

Savoir ce qu'on cherche à obtenir, et dans quelles circonstances, est toujours nécessaire avant de déterminer des choix variétaux.

Par rapport aux ravageurs des cultures, ou aux maladies, le **critère de résistance** est souvent essentiel par rapport aux autres aspects de la culture. L'usage de plantes résistantes est une méthode sûre pour lutter

contre les maladies ou les ravageurs. Mais **une résistance est toujours liée à un ennemi précis**. L'identification de l'ennemi doit donc être exacte, sans quoi on risque des déboires. Plusieurs questions se posent:

- ➔ quel est le **ravageur précis** (ou la maladie) contre lequel la variété est considérée comme résistante?
- ➔ **dans quelles circonstances** de culture et d'environnement la variété exprime-t-elle sa résistance? (Une variété résistante dans un milieu donné peut être sensible dans un autre milieu),
- ➔ la même variété est-elle **sensible à d'autres** ravageurs ou maladies susceptibles de causer des dégâts dans le même environnement?
- ➔ quelles sont les **autres caractéristiques** positives ou négatives de la variété?



*Alternariose du haricot*

108

La connaissance du cycle de vie du parasite est aussi importante. Prenons le cas de l'alternariose du haricot (photo 108). Il lui faut un certain temps pour se développer sur les feuilles de haricot. Même sensibles, les champs ensencés avec des variétés à cycle court seront moins atteints que les variétés plus tardives.

Plus le cycle d'une plante est bref, plus limité est le risque dû à un parasite qui a besoin de temps pour s'installer. Les variétés à cycle court sont donc intéressantes là où la pression parasitaire de ce type de ravageur est forte.

Le port dense de variétés de tomates ou de pommes de terre favorise des maladies du feuillage, comme le mildiou. Pour attaquer le feuillage, le champignon responsable a besoin d'humidité durant une période assez longue. Les variétés à port dressé sont mieux ventilées et donc plus sèches. La durée et le taux d'humidité y sont diminués et l'incidence des attaques du mildiou est moindre.

### Combiner les caractéristiques variétales par greffage

Par le greffage, on peut combiner les caractéristiques variétales des espèces ligneuses pluriannuelles. Le greffage permet de combiner une variété dont les caractéristiques sont positives sur le plan sanitaire et une autre intéressante sur le plan des rendements et de la qualité des produits.



109

*Greffage du mangoier*

Par exemple, là où la terre est infestée de nématodes, on peut planter des porte-greffes qui ne sont pas atteints par ces vers et y placer des greffons d'une variété sensible. Cela se pratique notamment pour les agrumes.

### Sélection des semences ou des boutures

Il y a deux types de semences: les **graines** qui sont issues de la fécondation des fleurs et les **semences végétatives** qui sont des parties de plantes: bulbes, boutures, rejets, marcottes, stolons, bulbilles, etc. Les méthodes de semis et de plantation diffèrent selon le type de semence qu'on utilise, mais les principes relatifs à leur santé sont toujours les mêmes.

- **Les plants sur lesquels on prélève** les graines ou les semences végétatives doivent toujours être **sains et bien développés**. Aucune trace de maladie ou d'attaque parasitaire ne doit y apparaître, surtout s'il s'agit d'attaques microbiennes (fongiques, bactériennes ou virales).

Lorsqu'une plante est attaquée par des microbes, ceux-ci se retrouvent dans la sève et remontent jusqu'aux fruits et aux graines. Cela ne se voit pas nécessairement sur celle-ci, mais le micro-organisme en dormance peut se manifester après la germination de la graine. Ceci est vrai aussi pour les greffons.

Les porte-greffes sont généralement issus de variétés très rustiques et robustes. On les produit à partir de graines ou de boutures saines. S'ils sont atteints de maladies microbiennes, il y a toutes les chances pour qu'ils transmettent ces maladies aux greffons.

- **Les semences ne doivent présenter aucun signe d'attaque**. Il est inutile par exemple de prélever des boutures de caféier déjà occupées par des scolytes. La présence de ces insectes foreurs détruit le bois et favorise la pénétration de micro-organismes pathogènes. Si une tache de mildiou, si petite soit-elle, apparaît sur une pomme de terre, elle s'étendra inmanquablement à tout le tubercule. Il est inutile et dangereux de l'utiliser comme semence et même de la joindre à un lot de semences apparemment saines, même après avoir éliminé la partie malade.

Les graines ou les boutures malades seront à l'**origine des foyers primaires d'infection**, dans le nouveau champ. L'introduction d'une nouvelle maladie dans une région se fait souvent lors de l'utilisation de graines ou de boutures obtenues de l'étranger et non contrôlées. C'est pourquoi les services agricoles mettent en œuvre des centres de quarantaine dans lesquels les semences sont testées et vérifiées avant d'être diffusées dans les campagnes.

■ La **peau** des semences et des graines doit être intacte.

■ Les **réserves alimentaires de la semence doivent également être intactes**. Une graine de haricot creusée par une bruche n'est pas une bonne semence. Une partie de ses réserves alimentaires est déjà consommée et l'alimentation de la jeune plantule va s'en ressentir. La blessure provoquée par la bruche est aussi une porte d'entrée pour d'autres ravageurs (photo 110).



110

*Dans ces graines, les réserves dont la plantule a besoin pour germer sont entamées et les germes sont abîmés. Leur germination est compromise.*

■ Pour les boutures, les **réserves en eau** doivent aussi être suffisantes. Si la bouture est trop sèche, elle risque de ne pas avoir la force de faire pousser les premières racelles qui commenceront à puiser leur nourriture dans le sol.

Pour maintenir la fraîcheur des boutures et éviter que des micro-organismes pathogènes pénètrent dans les sections, on peut **protéger les bouts** en les trempant dans de la parafine fondue, de la cire, ou tout autre produit naturel qui imperméabilise les bouts (photo 111).



111

*Bouts de boutures trempés dans de la parafine pour éviter le dessèchement et l'infection.*



112

*Ne pas contaminer le tissu actif de l'écusson de greffage en le touchant ou en le déposant sur le sol.*

- Les semences doivent toujours être **propres**. On évite qu'elles ne traînent sur le sol ou dans des lieux malpropres. On sépare bien les lots de diverses provenances, afin qu'un lot contaminé n'infecte pas des lots sains. Avant de les sécher, on peut aussi laver les graines apparemment saines, afin d'enlever la gangue de terre qui les entoure. Mais l'eau doit être propre.
- La propreté est aussi indispensable lors des greffes. **Les greffons sont très sensibles** à toutes sortes de contaminations. Il faut absolument **éviter de toucher avec les doigts**, ou d'autres choses, les parties du greffon et du porte-greffe qui doivent entrer en contact intime pour que prenne la greffe (photo 112).

- S'il s'agit de graines, il faut qu'elles soient fraîches et aient gardé leur **pouvoir germinatif**. Le pouvoir germinatif d'une graine est sa capacité de germer dans de bonnes conditions. On peut tester le pouvoir germinatif d'un lot de semences, afin de vérifier s'il est encore satisfaisant (photo 113). La capacité germinative des graines varie d'une espèce à l'autre. Certaines peuvent rester vivantes durant plusieurs dizaines d'années, d'autres de deux à cinq ans. Le principe d'une bonne agriculture est évidemment de choisir les semences les plus fraîches possibles.

- Toutes les semences, mais particulièrement les graines, peuvent être **désinfectées ou protégées** contre les microbes ou les insectes. Des produits chimiques industriels sont commercialisés pour la désinfection des semences ou leur protection contre les ravageurs. Mais il existe



113

*Test du pouvoir germinatif: on compte le pourcentage de graines qui ont germé.*

aussi des méthodes utilisant toute une gamme de matières naturelles: extraits de plantes ou huiles végétales par exemple.

## Multiplication de plants à partir de boutures

Dans les conditions fermières, la reproduction par graines garantit rarement toutes les qualités d'une variété cultivée, à l'exception de la rusticité. Elle n'est réellement sûre que dans les conditions strictes de stations agricoles semencières dans lesquelles il est possible de contrôler entièrement la fécondation des fleurs.

Par contre la multiplication des plants par boutures de tiges ou de racines, ou par rejets végétatifs, garantit que les plantes filles auront exactement les **mêmes qualités** que celles de la plante mère, et en particulier les mêmes qualités de résistance contre les ravageurs microbiens ou les virus.

Les techniques de bouturage varient d'une espèce à l'autre, mais certains principes généraux sont toujours d'application. A titre d'exemple, le [tableau 114](#) indique une procédure pour la multiplication rapide d'une variété de manioc résistante à la mosaïque ou à la bactériose (28).

114

### *Une méthode pour la multiplication rapide de boutures de manioc résistant*

- ⇒ repérer en champ la variété résistante à multiplier (contre la mosaïque, la bactériose ou les acariens)
- ⇒ prélever du bois dont l'écorce déjà bien formée est encore tendre (bois aoûté) et sur lequel les entre-nœuds sont assez courts
- ⇒ découper nettement et proprement des boutures comprenant deux nœuds
- ⇒ les planter serrées l'une contre l'autre en germe bien ombragé, dans un mélange de terre et de sable maintenu humide, durant trois semaines
- ⇒ les boutures sont ensuite placées dans l'eau jusqu'à mi-hauteur, après quoi elles se mettent à développer des racines
- ⇒ 15 jours plus tard, elles sont plantées en champs et arrosées régulièrement jusqu'à la reprise
- ⇒ avant la plantation, les boutures sont trempées dans une substance qui les protège contre les termites ou les champignons.

## Certification des semences

On trouve dans le commerce ou les services techniques des **semences certifiées**: graines, boutures, plants, etc. La certification est faite par des firmes ou des centres spécialisés qui en garantissent les qualités, en fonction d'un **cahier des charges** précisant les techniques culturales mises en œuvre.

### 115 *Que doit indiquer la certification d'une semence ?*

Le certificat de qualité d'une semence doit indiquer les éléments suivants:

- ⇒ le **nom** de l'espèce et de la variété
- ⇒ l'**origine** de la semence
- ⇒ l'**organisme certificateur**
- ⇒ les **maladies qui ne sont pas présentes** sur les semences

La multiplication des semences à partir des centres spécialisés se fait en générations successives. Si la sélection de variétés ou la création d'hybrides de qualité a lieu généralement en station, la multiplication peut se faire soit dans des **champs contrôlés** par les firmes productrices, soit chez des fermiers spécialisés qui ont à respecter certaines méthodes de culture et de préparation des semences.

Lorsqu'un producteur achète des semences certifiées, le vendeur doit pouvoir présenter les certificats de vente émanant de services officiels ou de sociétés de certification agréées.

## Les OGM (Organismes Génétiquement Modifiés)

Dans le cadre des recherches sur les organismes génétiquement modifiés (**OGM**), des firmes multinationales distribuent des variétés résistant à certains ravageurs. Par exemple, des variétés de maïs résistantes à la pyrale qui sont capables de produire elles-mêmes des substances systémiques toxiques pour la pyrale. Des variétés de tomate sont créées par des firmes en vue de résister à des marques d'herbicides produites par ces mêmes firmes. Lors des pulvérisations, toutes les herbes sont tuées à l'exception des plants de tomates. Il y a bien d'autres exemples.

La création d'OGM se fait en insérant dans les semences d'une variété cultivée, des gènes provenant d'autres espèces végétales ou animales.

Les OGM sont mis au point, fabriqués et commercialisés par des firmes internationales, **pour les agricultures des pays développés** recherchant de très hautes productivités. Ils ne sont pas adaptés aux agricultures fermières visant l'autosuffisance familiale ou l'exploitation commerciale à petite échelle. Cette inadaptation s'explique:

- les semences OGM sont mises au point pour des **systèmes monocultureaux** intensifs;
- elles sont **coûteuses** et souvent hors de portée des fermes familiales;
- elles ne peuvent se développer que grâce à un attirail de **pratiques agricoles intensives**, de fumure minérale et de pesticides achetés (en général aux mêmes firmes qui les produisent);
- elles sont cultivées dans des **champs entièrement artificialisés** dans lesquels les équilibres écologiques sont perturbés;
- leur approvisionnement est entièrement **dépendant des firmes** qui les ont brevetées;
- les **risques** qu'elles font courir aux consommateurs sont encore très mal connus;
- leurs **effets écologiques** sont mal connus aussi. Certains de leurs gènes modifiés se mêlent à des espèces spontanées du milieu qui, par suite d'hybridation, deviennent parfois elles-mêmes des pestes.

L'utilisation d'OGM peut être tentante. Mais il faut y regarder de près pour mesurer tous les risques de cette utilisation.

## Les techniques culturales et la santé des plantes

La santé des plantes individuelles et des champs ou des vergers doit beaucoup aux techniques culturales. Leur but est de **construire et d'entretenir un milieu de vie favorable** aux plantes cultivées. Les quelques principes qui guident la construction de milieux favorables sont les suivants:

- favoriser le **développement racinaire**, en profondeur et en largeur,
- permettre aux **organes aériens** de se développer au mieux en vue de la production,
- permettre aux plantes **de satisfaire leurs besoins** en eau, en aliments, en lumière et en air,

tout cela en évitant les concurrences néfastes ou les proliférations de ravageurs, et en recherchant les complémentarités et les synergies possibles sur le champ cultivé et sur les parcelles se succédant d'une saison à l'autre.

Nous n'allons pas décrire ici toute la variété des techniques culturelles rencontrées en Afrique. Nous allons simplement relever quelques-unes parmi celles qui sont directement en relation avec la santé, d'abord pour les pépinières, ensuite pour les grands champs et les jardins.

### *Protection des jeunes plants dans les pépinières*

Les pépinières et les germoirs sont des lieux où on fait naître des plantules et où on les élève jusqu'à ce qu'elles soient assez fortes pour être repiquées dans les champs, les plantations ou les jardins. Plusieurs étapes sont parfois nécessaires avant le repiquage définitif, surtout pour les grands arbres: germination dans un germoir, développement des plantules, renforcement des jeunes plants, mise en place.

Une pépinière bien conduite fournit des plantules robustes, saines et prêtes à être repiquées. Plus longtemps les parasites seront tenus à l'écart des plantules, plus celles-ci seront saines et résistantes au moment de leur mise en place dans les champs.

#### **Choix du site**

La pépinière est installée dans un **environnement sain**. La proximité des mauvaises herbes, des vieilles cultures ou des tas de déchets qui abritent des maladies, des insectes ou des vecteurs de virus est évitée.

Toutes les techniques qui diminuent le nombre d'insectes ou de spores aboutissant sur les semences ou les plantules sont intéressantes. On racle la terre entourant la pépinière afin d'isoler le site. On entoure la pépinière d'une protection contre les vents qui pourraient amener des insectes volants ou des spores. Tout est fait pour artificialiser le site de la pépinière et créer les conditions optimales pour les seules plantules en germination.

**La surélévation d'une pépinière sur une table** est intéressante pour éviter les ravageurs marchant ou rampant sur le sol et qui n'ont pas tendance à monter sur les pieds de la table (photo 116). De plus, les pathogènes vivant sur le sol ne sont pas projetés sur les plantules par le splash de la pluie frappant le sol.



*Pépinière établie sur table. La couche de terre disposée sur la table doit être bien épaisse.*

116

Si la table est bien établie et que les arrosages sont réguliers, il n'y a pas de risque d'asphyxie des racines. L'eau d'arrosage traverse en effet la terre de la pépinière, sans l'engorger. Par contre, il y a un risque de dessiccation du lit de germination si les arrosages sont irréguliers.

Un autre principe pour l'établissement d'une pépinière est que les racines des plants doivent pouvoir se développer facilement, sans rencontrer d'obstacles à leur croissance, et être déterrées sans trop de dégâts pour les radicelles. On évite donc la présence de matériaux durs comme des cailloux, des morceaux de branches, des mottes d'argile compacte, etc.

### Disposer d'un point d'eau saine

Parmi les conditions à respecter pour établir une bonne pépinière, il y a la proximité immédiate d'un **point d'eau saine**. Si cette dernière est polluée par des pesticides, des savonnées, des déchets de toutes sortes, elle ne convient pas, car elle risquerait d'empoisonner ou de contaminer les pousses.

Si l'eau est salée, elle provoque des déformations, des maladies de croissance ou des nécroses qui sont néfastes pour la suite du développement végétatif.

### Gestion correcte de l'ombrage

La pépinière bénéficie d'un **ombrage adapté** aux besoins des plantules. Les espèces appréciant l'ombre (espèces sciaphiles), n'ayant pas besoin d'insolation directe, peuvent être semées à l'abri des arbres. Les espèces aimant le soleil (espèces héliophiles) sont semées sous des claies ombrageantes qui seront progressivement allégées au fur et à mesure de la croissance des plantules. Si l'ombrage est trop fort, les entre-nœuds s'allongent et les plantes seront plus fragiles au moment de la plantation dans les parcelles.

L'ombrage provient d'une toiture, d'un lattis déroulé sur des fils ou des branches surélevées, ou d'un voile. Il est permanent ou temporaire.



*Le volume des sachets est insuffisant pour les plants et l'absence d'ombrage accentue les risques de dessèchement.*

Lorsque l'ombrage est mal adapté, on peut risquer ce qui suit:

- ❑ le **dessèchement** des toutes jeunes pousses, par suite d'une trop forte insolation;
- ❑ l'**étiollement** des plantules qui s'allongent à la recherche de la lumière et qui, en s'étiolant, s'affaiblissent;
- ❑ le **dessèchement rapide de la fine couche de terre** dans laquelle les **graines** doivent s'imbiber d'eau et prennent racine. Si la graine manque d'eau juste au moment où la radicule jaillit de la graine, c'est toute la germination qui est compromise.

Les risques de dessèchement existent aussi pour les **boutures** si elles subissent trop l'ardeur des rayons solaires.

### Préparation du sol de la pépinière

La terre des pépinières est préparée avec beaucoup plus d'attention que celle des grands champs. Sa structure est légère et elle doit être indemne de tout germe microbien, d'œufs, de larves, de limaces, etc., et plus particulièrement tout ce qui peut attaquer les jeunes collets apparaissant à la surface du germe.

- La **structure du sol** doit être bonne, composée en proportion équilibrée de sable, d'argile et surtout de matière organique (en règle générale). Une structure légère évite aux jeunes pousses de dépenser trop d'énergie à étendre leurs racines dans le sol. C'est essentiel dans les toutes premières étapes de l'installation, puisque la semence ne dispose que de ses propres ressources nutritives pour allonger ses racines. Une terre très argileuse et lourde serait défavorable à cette phase du cycle de la plante.
- Avant les semis, il est utile, si on le peut, de **chauffer la terre** de la pépinière ou de l'exposer au soleil en la ratissant régulièrement. Cet échauffement, accompagné de dessiccation, permet de diminuer le nombre de pathogènes présents dans le sol de la pépinière, en particulier les œufs, les vers, les nématodes, les limaces, etc.

Si on veut stériliser la terre de la pépinière, on peut la chauffer dans une touque dans laquelle on verse un peu d'eau. Le chauffage à la vapeur est en effet le plus efficace, car cela tue tout ce qui vit. On peut aussi chauffer sur une tôle une couche de 15 à 20 centimètres de terre, durant une ou deux heures, en mélangeant de temps en temps et en humidifiant. Après le chauffage, on la stocke dans un endroit propre, durant quelques jours, afin de permettre aux toxines gazeuses de quitter le tas. Avant le semis, on y mélange un petit peu de compost préparé de façon saine, pour permettre à la flore naturelle et non pathogène de se remettre progressivement en activité.

- Une bonne conduite du **compostage** permet aussi des élévations de température qui tuent les pathogènes. Pour cela, on constitue le tas de déchets **en une seule fois** en prenant soin d'y mélanger des matières fraîches fermentescibles, on **arrose** et on retourne le tas de temps en temps. La chaleur provient de l'activité des micro-organismes présents dans le compost, et qui décomposent les matières organiques. Au bout de quelques mois, le compost entièrement formé peut être mélangé à du sable ou de la terre préalablement stérilisés sur une plaque chauffante. Pour les pépinières, on se méfie des composts préparés à froid qui contiennent souvent des germes et des semences indésirables.
- La **solarisation** est une méthode de traitement du sol à la chaleur. Le principe consiste à recouvrir une parcelle ou une planche de culture bien dégagée et exposée au soleil, par un film en plastique transparent. Cela provoque le réchauffement du sol. Les jeunes plantules adventices viennent butter contre le film en plastique et leur développement est compromis. Pour que la solarisation soit efficace, on ameublir le sol, on l'arrose et on maintient le film en place durant plus d'un mois. La solarisation permet d'éliminer une partie des semences de mauvaises herbes avant de procéder aux semis.
- Lorsqu'elle est disposée en planches, ou sur la table, **la couche de sol est régulière**. On évite que l'eau d'arrosage ne ruisselle ou ne s'accumule par endroits.
- Une **fertilisation équilibrée** du sol est importante, notamment en azote, phosphate et potassium. De la **matière organique bien décomposée** ajoutée à la terre des pépinières assure une bonne disponibilité de ces 3 éléments. Cette matière végétale et animale en décomposition est en effet le reflet de la composition chimique des plantes et des animaux. Elle maintient une concurrence entre les diverses espèces de microbes, ce qui limite les proliférations de champignons et de bactéries phytopathogènes. La matière organique et le compost qu'on utilise en pépinière sont bien décomposés et légers. Les déchets trop gros, encore mal décomposés, en cours de première putréfaction ou de fermentation active, ne conviennent pas, de même que les matières ligneuses ou les pailles.
- La **salinité du sol ou de l'eau** d'irrigation peut expliquer les difficultés de croissance des plantules. Chaque espèce végétale ou chaque variété a ses tolérances pour la concentration en sel. Certaines résistent mieux que d'autres aux fortes concentrations. En général, une concentration de 2 à 4 g de sel par litre d'eau rend les plantes malades.

### Protection de la pépinière

La fragilité des plantules en phase de germination et d'installation justifie un maximum de protection. La gestion de l'ombrage en est une, mais il y a aussi la protection contre d'autres facteurs climatiques, comme la **pluie** ou le **vent**.

De toute jeunes plantules écrasées par de grosses gouttes de pluie et dont les feuilles sont couvertes de boue, ont des difficultés à se redresser et consomment pour cela beaucoup d'énergie. La terre déposée sur les feuilles gêne la photosynthèse. Mieux vaut donc que les grosses gouttes de pluie ne bousculent pas les plantules. Quand les risques de tornades sont importants, la toiture de la pépinière doit être solide, tout en veillant à éviter un ombrage trop dense.

S'il n'y a pas de toiture, on dispose un paillage léger, mais assez épais pour absorber le choc des gouttes de pluie (photo 118). La paille est enlevée progressivement. Bien conduit, le paillage évolutif en pépinière est efficace contre les effets du splash, lorsque celui-ci projette des bactéries ou des champignons sur les feuillages, ou que l'eau a tendance à ruisseler et à propager des micro-organismes pathogènes en chemin.

S'il y a des risques liés aux vents, on protège la pépinière au moyen de haies, de claies, de palissages ou de murs. Ces aménagements ralentissent l'action des vents secs ou trop violents et sont un frein aux déplacements des ravageurs.

Lorsque les plantules risquent d'être attaquées par des insectes, en particulier des insectes volants, on installe parfois de la toile moustiquaire autour de la pépinière. La protection par des voiles crée une barrière pour les insectes.

Dans les pépinières, il est parfois nécessaire de placer des barrières empêchant certains ravageurs comme des oiseaux, des rats, des singes, des criquets, des mouches, etc., d'attaquer les jeunes plants. Ces barrières peuvent être faites de films en plastique, de grillage ou d'autres matériaux (photo 119).



118

*Après le semis (planche de gauche), on dispose de la paille pour protéger et ombrager le sol.*



119

*Une barrière en bambous fendus va protéger la pépinière contre les attaques de rongeurs.*

## Semis

Dans les pépinières, les semis sont faits à la **volée** (en ordre dispersé), en **lignes** ou graine **par graine**. On évite de semer trop densément pour prévenir d'éventuelles contagions ou l'étirement des plants en hauteur. Les petites semences sont enterrées par ratissage à quelques millimètres de la surface du sol finement ameubli. Les plus grosses sont enfouies à deux ou trois centimètres de profondeur. La technique du semis vise à faciliter l'installation des jeunes pieds:

- les **radicelles** qui sortent de la graine **s'ancrent immédiatement** dans le sol ameubli sur plusieurs centimètres de profondeur et s'y nourrissent facilement;
- la **tigelle**, ses cotylédons et ses premières feuilles **atteignent rapidement l'espace aérien** et y trouvent la lumière et l'air nécessaires à leur respiration. Il est mauvais, pour la santé des plantules, de forcer les graines à nourrir des tigelles très allongées et sensibles aux attaques, avant même qu'elles ne soient apparues à l'air libre. Au plus vite les jeunes feuilles se développent en pleine lumière, au plus vite les plantules trouveront l'énergie nécessaire pour bien se défendre dans le milieu. Les très petites graines sont semées en surface du sol (gardée bien humide) ou à quelques millimètres de profondeur. Les graines plus grosses et mieux fournies en réserves alimentaires peuvent être semées plus profondément;
- **à chaque phase** de la germination et de l'installation du plant, tant la graine que sa tigelle et ses radicelles ont besoin d'une bonne humidité. Un seul déficit en eau, même temporaire, peut compromettre entièrement la santé et le développement des plantules, et cela jusqu'au moment où les racines seront bien enfoncées, les feuilles actives et les réserves en eau du plant suffisantes pour résister à de courtes périodes de sécheresse.

Lorsque les jeunes plants ont deux ou quatre feuilles, en plus des cotylédons, on commence à réduire progressivement l'ombrage pour faire entrer la lumière et favoriser la photosynthèse. Tant que celle-ci ne se fait pas activement, le plant dépend exclusivement des ressources alimentaires des cotylédons de la graine pour pousser.

Les **grosses graines** d'arbres sont souvent plantées une à une dans des paniers, des bambous taillés, des sachets en plastique ou même des grosses briques compactées auxquelles on a donné une forme creuse. L'arrosage se fait à l'arrosoir, ou alors par bain de pieds comme on le voit sur la [photo 120](#).

Pour l'**arrosage en bain de pieds**, on veille aux points suivants:

- la terre des sachets permet la **remontée capillaire** de l'eau du pied vers le sommet;



*Arrosage en bain de pieds.*

- ❑ les sachets sont **percés** à leur base afin que l'eau puisse pénétrer et remonter dans la terre du sachet;
- ❑ le fond du bassin est rendu **imper-méable** pour que l'eau puisse s'y maintenir;
- ❑ dans les sachets, l'eau **ne stagne pas à la hauteur des graines et des racines**;
- ❑ elle est **saine et peu salée**;
- ❑ on prévoit un **exutoire** au fond du bassin, pour les cas où l'eau deviendrait putride.

L'arrosage en bain de pieds est intéressant pour les grosses graines qui mettent longtemps à germer et dont les plantules seront repiquées en mottes plus tard. Vu

la réserve d'eau constituée dans le bassin, les arrosages peuvent être un peu moins fréquents. Ce mode d'organisation des pépinières ne convient pas pour les petites semences maraîchères par exemple. Il est préférable de les semer dans des terres régulièrement arrosées, mais bien drainées.

Chez certaines espèces dont les graines sont contenues dans une **coque dure** (palmier à huile, rônier, manguier, etc.), la germination prend du temps. Il faut que l'eau du sol traverse la coque et atteigne les cotylédons, ce qui nécessite une humidité constante. Pour éviter l'irrégularité des germinations dans des lots de graines devant servir à l'établissement de plantations, on constitue des germoirs en **stratification**. Les graines sont disposées en couches superposées, dans du terreau qu'on arrose très régulièrement. Une certaine homogénéité de la germination dans le temps est assurée puisque toutes les graines sont soumises à la même humidité (20).

## Repiquage

Les plants germés en pépinière sont repiqués lorsqu'ils sont assez vigoureux pour résister dans les champs ou les jardins. Il y a deux techniques de repiquage: **en motte** et **à racines nues**. Bien pratiquées, elles ont de bons résultats chacune. Pratiquées sans soins, les résultats peuvent être mauvais, même pour des plants vigoureux.

Lors de la transplantation **à racines nues** (photo 121), on fait attention aux points suivants:

- on dé plante **en prélevant l'ensemble de la racine**, surtout si l'espèce développe une racine pivotante. Lorsqu'on tient toute la plante, **on**

**l'habille** proprement au moyen d'un couteau ou de ciseaux tranchants: on écourte éventuellement les feuilles pour limiter la transpiration; on taille les racines trop longues, mais on respecte le pivot;

- on repique dans un sol ameubli en veillant à **ne pas replier les racines** sur elles-mêmes;
- le **collet** est très bien positionné, ni plus haut, ni plus bas que la surface du sol;
- **on tasse** soigneusement tout autour du plant et on arrose. L'arrosage se fait tôt matin ou en fin d'après-midi, **jamais** en pleine chaleur.

Mal repiqués, les plants se mettront à pousser de façon ralentie. Des bouts de racines se mettent à pourrir, faute de travailler, et cela ouvre la porte à des pathogènes.

Le **repiquage en motte** doit respecter les mêmes principes (photo 122). Les racines restent enveloppées dans de la terre au moment où les plants sont mis en place. Si la motte est contenue dans un sachet en plastique, on le crève pour que les racines puissent s'enfoncer et s'étendre en largeur, ou on enlève le sachet. Souvent, lorsque les sacs sont devenus trop petits ou que le repiquage a tardé, les racines sont enroulées en spirale en bordure de la motte. Il est alors indispensable de **dérouler ces racines** et de les couper. De nouvelles racines se formeront qui, elles, pousseront naturellement dans le bon sens (photo 123).

Le repiquage en motte comporte des avantages du point de vue de la santé des plantes:

- une **protection** contre les insectes dans les pépinières: les sachets ou les tronçons de bambous constituent un barrière pour tout ce qui rampe à la surface du sol;



121

*Plant à racines nues.*



122

*Plant transplanté en motte.*

123



*Les racines sont enroulées dans la gaine (à gauche); avant de planter, on les ouvre (à droite).*

- ❑ le **risque de contamination** immédiate de la motte entourée d'une gaine, par des ravageurs habitant dans le sol de la plantation, est elle aussi rendue plus difficile lorsque la gaine n'est pas retirée;
- ❑ le pied repiqué en motte **souffre peu de sa transplantation** puisqu'une bonne quantité de racines reste entièrement active dans la motte;

- ❑ les sachets doivent toujours être **assez vastes** pour que les racines s'y développent à l'aise. Le cas échéant, on repique dans une seconde pépinière, en sachets ou dans d'autres conteneurs plus grands.

Qu'il s'agisse de plants greffés ou non, il n'est pas bon d'attendre trop longtemps pour procéder au repiquage des jeunes arbres. Des plants ayant crû très longtemps en pépinières et ayant beaucoup grandi, ne pousseront pas nécessairement plus vite que des plants moins âgés mais plus capables de s'adapter à leur nouveau milieu de vie. Plus l'arbre a vieilli, plus la motte qu'il faudra transplanter avec lui sera volumineuse et lourde.

Quel que soit le type de repiquage, on veille à ce que le trou de plantation soit large et profond. Le sol y est riche et bien ameubli. Si tel n'est pas le cas, les racines en croissance viendront butter sur le sol dur des parois et s'étaleront difficilement.

### Arrosage de la pépinière

La bonne méthode d'arrosage est celle qui permet de bien humidifier la terre de la pépinière, **sans créer les conditions d'une contamination** des plantules par des bactéries ou des champignons. Tout ce qui entretient l'humidité du feuillage est favorable aux contaminations. Il y a donc plusieurs



124

*Le damage du sol par l'eau de pluie ou d'arrosage n'est pas souhaitable au moment du semis.*

solutions pour arroser les pépinières:

- **l'arrosage gravitaire** en rigoles longeant les lignes de semis ou les planches. L'eau imbibé le sol sans que les feuillages ne soient mouillés;
- les **arrosoirs** simulant la pluie. On évite les grosses gouttes écrasant les jeunes plants au sol ou damant celui-ci (photos 124 et 125);



125

*Le paillage évite le damage du sol au moment des arrosages.*

- **l'aspersion** permanente en fines gouttelettes n'est pas conseillée, car elle maintient sur les jeunes feuillages une humidité constante favorable au développement des champignons et des bactéries.

## Désherbage et élimination des sources d'infection

Dans les pépinières, les jeunes plants sont très **sensibles à la concurrence** pour l'espace, l'eau et les éléments nutritifs. On élimine donc les plantes qui peuvent occasionner ces concurrences. Mais le désherbage est important pour d'autres raisons:

- ❑ si la pépinière est très envahie par des mauvaises herbes, **l'humidité de l'air** entourant les plantules est élevée. Les conditions sont donc favorables pour le développement des micro-organismes pathogènes;
- ❑ certaines mauvaises herbes servent de refuges pour des germes de ravageurs; elles peuvent être des **foyers d'infection**.

Le désherbage est donc systématique dans les pépinières. On y procède chaque jour, dès que les mauvaises herbes apparaissent.

## Enrobage des semences

L'enrobage est une technique qui consiste à tremper les graines dans une **pâte** afin de leur apporter des éléments nutritifs ou des micro-organismes symbiotiques (*Rhizobium*) qui renforcent le développement des plantes (photo 126). Il permet aussi de protéger les jeunes racines contre les attaques des ravageurs souterrains.

L'enrobage des graines, des boutures, des rejets ou des éclats de souches est fait, par exemple, dans de la cendre ou des produits fongicides ou bacté-

ricides. Ces matières découragent de nombreuses attaques de champignons, d'insectes, de vers ou de termites vivant dans le sol.

La pâte, le plus souvent de l'argile, reste collée aux graines au moment du semis. Lorsque la graine germe, elle profite directement des minéraux ou des bactéries symbiotiques contenus dans l'enrobage. Celui-ci peut se faire après la germination des graines qui intervient quelques heures ou jours après un trempage dans l'eau. Cela favorise le contact entre la racicelle et la matière d'enrobage.

Cette technique est également pratiquée pour les repiquages à racines nues.



*Enrobage de graines et de racines*

## Désinfection et protection des semences

Une semence est tout ce qui permet de reproduire les plantes: graines, boutures, rejets, rhizomes, bulbes, etc. Dans chaque cas, des mesures de désinfection ou de protection peuvent être prises pour éviter les attaques d'insectes, de champignons, de bactéries, de termites, etc.

La première règle à appliquer est de bien choisir les semences. Il ne sert à rien de prendre des mesures de protection des semences si elles sont malades ou porteuses de germes.

Il y a plusieurs façons de désinfecter les semences:

- ➔ le **lavage**,
- ➔ la désinfection **chimique**,
- ➔ la **fermentation**,
- ➔ l'**ébullition**.

Lorsqu'il s'agit de graines, et surtout de grosses graines qui pourraient avoir été infectées en surface par des bactéries ou des champignons, on les **lave** avec de l'eau savonneuse. Ou on les enrobe de pesticides naturels ou artificiels, selon les risques qu'on prévoit: insecticide si les risques proviennent d'insectes, fongicide si on craint des attaques fongiques, etc.

Pour les graines incluses dans des fruits charnus, il est intéressant de laisser fermenter leur chair autour des graines, avant de séparer celles-ci. La **fermentation** produit des substances protectrices naturelles. Par exemple, la technique d'extraction des semences de la tomate par fermentation de la pulpe des fruits empêche l'infection des graines par les bactéries et certains champignons. Les fruits mûrs sont mis dans un récipient fermé pendant 2 ou 3 jours pour qu'ils y fermentent. Puis le contenu du récipient est versé sur une passoire et passé sous l'eau; les semences restent dans la passoire. L'acidité due à la fermentation tue les germes de maladies.

Les grosses graines peuvent être désinfectées par la chaleur. On les jette dans **l'eau bouillante** durant quelques secondes. Les micro-organismes se trouvant en surface sont tués. Ce procédé ne convient pas pour des petites graines qui risqueraient de cuire.

La **protection chimique** se fait par enrobage ou par épandage de pesticides autour des semences ou des boutures. Les substances phytosanitaires sont soit collées aux graines par enrobage, soit mélangées à la terre autour des jeunes pousses. C'est facile à réaliser dans les germinoirs ou lorsque les semis se font en sachets.

## *Dans les grands champs et les jardins*

La lutte intégrée pour la santé des plantes tient compte d'un ensemble de techniques que nous allons passer en revue:

- ➔ le travail du **sol**, l'amélioration de sa structure et de sa fertilité,
- ➔ les **dispositifs** de plantation,
- ➔ les **calendriers** agricoles et les rotations culturales,
- ➔ les **pratiques** agricoles et sanitaires,
- ➔ la **gestion de l'eau**.

### Le travail du sol

#### Labour

Le labour, le désherbage, éventuellement le hersage, sont les opérations qui démarrent les saisons culturales. On ameublisse le sol dans des couches plus ou moins épaisses, selon le type d'outil utilisé et la puissance de travail

développée (main, traction animale, traction mécanique, etc.). Le labour a pour conséquences:

- d'ameublir le sol afin de **faciliter la pénétration** et le développement racinaire,
- d'**améliorer la structure** du sol, son aération, son drainage,



127

*Une pupe*



128

*Après un labour, les larves du sol sont exposées au soleil et à leurs prédateurs naturels.*

- d'éliminer une partie des **herbes adventices** pouvant constituer une concurrence et des foyers d'infection ou d'infestation,
- d'**enfouir** les matières organiques et les engrais,
- de **déranger les larves** d'insectes se trouvant dans le sol et de les exposer au soleil pour les

tuer (photo 128). Dans les zones où la saison sèche est longue, de nombreuses larves ou des pupes d'insectes ravageurs se cachent dans les premiers centimètres du sol pour y attendre le retour des pluies. Si les sols sont légers, on procède à un **labour en début de saison sèche**; une partie de ces larves est ainsi ramenée à la surface du sol, puis éliminée par échauffement sous les rayons du soleil.

### **Binage**

Le binage consiste à briser la couche superficielle du sol, endurcie par le choc des gouttes de pluie (le splash) (photos 129 et 130). Il permet de diminuer l'évaporation des réserves en eau du sol raciné par les cultures et donc de combattre son assèchement. On pratique le binage entre les lignes et les pieds cultivés, ou circulairement autour des arbres et des plants.

Le binage a plusieurs **effets** sur le plan de la phytosanté:

- ❑ les ressources en **eau** du sol profitent mieux aux plantes cultivées,
- ❑ la **salinisation** en surface est diminuée et par conséquent les risques sanitaires liés à la présence de sel,
- ❑ les **larves** logeant dans la couche superficielle du sol sont exposées à l'air libre comme dans le cas du labour.

Lorsque des volailles peuvent parcourir le champ, le binage facilite leur activité d'auxiliaires des cultures.

### **Buttage des plantes**

Le buttage poursuit différents objectifs. On le réalise éventuellement **avant de semer**, dans un **but de drainage ou d'irrigation**. Les plantes semées au sommet des buttes enfoncent leurs racines dans le sol ameubli et aéré et trouvent de l'eau à la base de la butte. Cette technique évite que leur collet soit en contact direct avec l'eau d'irrigation.



129



*Le binage rompt la continuité des pores du sol. Sous les petites mottes, la chaleur et l'évaporation sont moins intenses.*

Le buttage se fait aussi en vue de **favoriser l'apparition de racines adventives (\*)** qui **renforcent l'enracinement** et l'alimentation des plantes. Certaines plantes sont particulièrement concernées, comme la tomate, la pomme de terre, le maïs, ... Ces racines apparaissent parfois d'elles-mêmes, mais leur apparition peut aussi être provoquée par le buttage de la terre au-dessus du niveau du collet (photo 131).

Chez la tomate, lorsque le collet est atteint par un chancre, le buttage autour de jeunes racines adventives sauve le plant. Les nouvelles racines formées dans la butte au-dessus du collet vont prolonger sa vie.



*Racines adventives sur un plant de tomate.*

De même, des plants de haricot attaqués au collet par la mouche *Ophiomyia* sp sont capables d'émettre des racines adventives et de reformer un enracinement grâce au buttage, à condition qu'il y ait assez d'humidité dans le sol.

Dans le cas de l'igname, le buttage est favorable parce



132

*L'igname a été planté sur des buttes. La cultivatrice complante quelques pieds d'arachide qui profitent du sol bien ameubli.*

que le tubercule peut grossir sans avoir à dépenser trop d'énergie à repousser la terre pour se faire de la place. Il est bien aéré dans le sol de la butte et on évite la pourriture qui résulterait d'une trop forte présence d'eau (photo 132).

La pomme de terre aussi demande à être buttée afin qu'apparaissent beaucoup de tiges souterraines porteuses de tubercules. En l'absence de buttage, les tubercules exposés à la lumière vont verdir. Leur peau contiendra alors des substances toxiques. Si la butte est craquelée sous l'effet de la sécheresse, le mildiou, maladie très grave de la plante et des tubercules, descendra facilement jusqu'à ces derniers.

### **Profondeur du labour, du semis et de la plantation**

Les profondeurs de labour, de semis et de plantation influent sur la santé des plantes. Notons plusieurs raisons à cela, parmi d'autres.

- Il se peut que des insectes ravageurs aient plus de difficultés à atteindre les racines ou les tubercules semés en profondeur plutôt qu'en surface du sol. Il apparaît par exemple que si on sème les pommes de terres à 10 centimètres de profondeur, elles sont nettement moins attaquées par la teigne *Phthorimaea operculella* (photo 133) que lorsqu'on les plante à 6 centimètres (34).
- Les racines des plantes **pénètrent plus facilement** dans les sols ameublis que dans la terre compacte. Le volume raciné



133

*Phthorimaea operculella: teigne de la pomme de terre*

134

est plus important dans le sol labouré profondément que dans les terres travaillées superficiellement. Les plantes y trouvent plus d'aliments.

- Lorsque le labour est profond, il est possible de bien enfouir les grosses semences. Celles-ci sont **mieux protégées** contre certains insectes vivant à la surface.
- La profondeur de repiquage des arbres dans les parcelles revêt aussi une grande importance. Beaucoup d'espèces d'arbres issus de semis, ne supportent pas bien d'être repiqués trop haut ou trop bas par rapport à la **position de leur collet** (20).

### Choix des dispositifs de plantation

Le dispositif de semis ou de plantation est important pour la santé des plantes pour deux raisons:

- la **concurrence** entre plantes de la même espèce ou d'espèces différentes, ou, inversement, les **complémentarités**,
- et la **création d'un milieu** de vie favorable ou défavorable aux plantes cultivées, à leurs auxiliaires et à leurs parasites.

Quelques principes guident le choix des dispositifs de plantation:

- **éviter** que les racines des plantes d'une même espèce ne s'entrecroisent trop dans le même volume de sol. Chacune de ces plantes a exactement **les mêmes besoins en eau et en aliments**. Il y a donc une forte concurrence entre elles et il est nécessaire de bien respecter les écartements qui sont surtout déterminés par l'extension des racines en largeur;
- lorsqu'on associe les espèces cultivées, on les choisit de telle sorte qu'elles aient des **modes d'enracinement différents** et des **besoins périodiques qui ne se chevauchent pas trop** (photo 135);



135

*Pour associer les cultures, choisir des plantes dont les enracinements sont différents dans l'espace et dans le temps.*

- on veille aussi à ce que les plantes **ne s'étouffent pas l'une l'autre** lorsqu'elles auront atteint leur plein développement;
- il faut encore **que l'on puisse passer** dans le champ ou entre les planches au moment des travaux d'entretien, des récoltes partielles, etc.;
- le dispositif permet une **bonne aération** et un **ensoleillement correct** des plantes poussant dans les étages aériens les plus bas;
- si une partie des travaux est mécanisée, le dispositif tient compte du passage des **animaux** et des **outils**.

Les dispositifs de plantation sont variés: en parcelles, en planches, en simples ou doubles lignes, en quinconce. Le choix du dispositif dépend surtout des espèces et des travaux qui vont se



136

*Dispositif de plantation associé à un modelage du sol.*



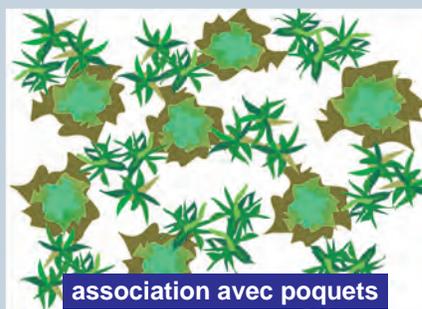
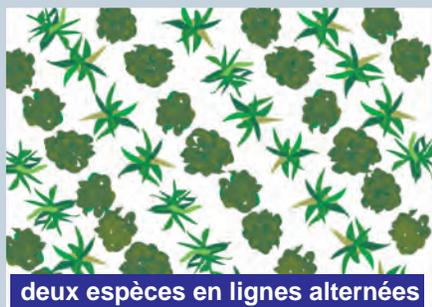
137

*Cultures alternées maïs - patate douce.*

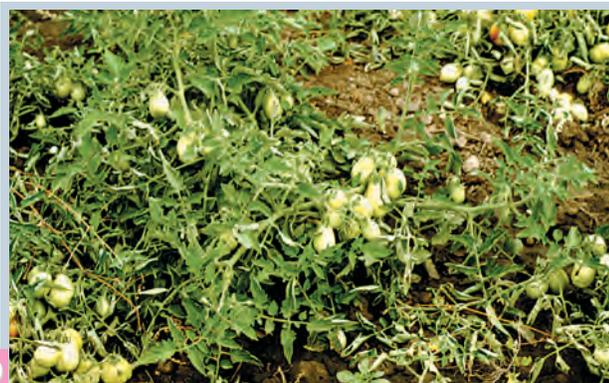
succéder. Dès qu'il y a complantation ou qu'on organise des cultures multi-tagées, les dispositifs sont constitués à l'image des objectifs de l'exploitation et des espèces en présence. Il y a le dispositif des arbres et des plantes pérennes qui se maintient d'année en année dans les étages supérieurs et il y a les dispositifs saisonniers. Les deux se superposent. Selon les espèces choisies, on améliore le dispositif par un travail spécialisé de la terre (figure 138).

Le travail de la terre permet d'améliorer la santé des plantes dans la mesure où on peut par exemple semer au sommet des buttes des plantes dont les racines ne supportent pas un sol trop humide, et au contraire, dans les sillons, une plante dont les besoins en eau sont plus importants (photo 136).

## Quelques dispositifs de plantations pour les associations culturales ou l'agro-foresterie



### Tuteurage



139

*Le feuillage des pieds de tomate non tuteurés repose sur le sol. L'humidité au ras du sol est favorable à la germination des spores de champignons, comme le *Phytophthora infestans*. Les fruits seront également contaminés.*

Le tuteurage des plantes consiste à les soutenir au moyen de piquets, de grillage, de fils tendus, de claies, etc. (photos 139 à 143). Ses avantages sont les suivants:

- les feuilles et les fruits ne sont **pas en contact direct avec le sol**; ils sont moins touchés par les champignons et les bactéries pathogènes qui s'y trouvent en réserve;
- l'**aération** est meilleure que si la plante reste couchée sur le sol. Il y a **moins d'humidité** autour des organes végétatifs, ce qui est moins favorable au développement des pathogènes.



141

*Plants de tomates tuteurés.*



140

*Tuteurage des tomates sur cadre.*

La réalisation du tuteurage demande une **attention sanitaire particulière**.

- Si le matériel utilisé (tuteurs et liens) est récupéré d'une autre culture contaminée, il risque d'amener les maladies dans la nouvelle culture.

- ❑ Si les plantes à symptômes ne sont pas éliminées avant le tuteurage, les maladies s'étaleront lors de cette opération.

Le tuteurage doit se faire dans de bonnes conditions d'hygiène et l'opérateur veille à garder les mains propres.



143



142

*Champ de haricots tuteurés sur des tiges de roseaux.*

### Tailles

Il existe toutes sortes de tailles destinées à conduire les plantes vers une bonne production: tailles de formation des arbres, tailles d'entretien, étêtages, tailles de

récolte, etc. Mais celles qui nous intéressent le plus ici sont les **tailles sanitaires**. Il s'agit en fait d'éliminer toutes les parties de plantes mal-saines, malades ou douteuses, susceptibles de contenir des ravageurs: rameaux piqués ou morts, feuilles attaquées, fruits envahis ou en cours de pourriture, racines attaquées. Tout ce qui est taillé pour des raisons sanitaires est brûlé.



144

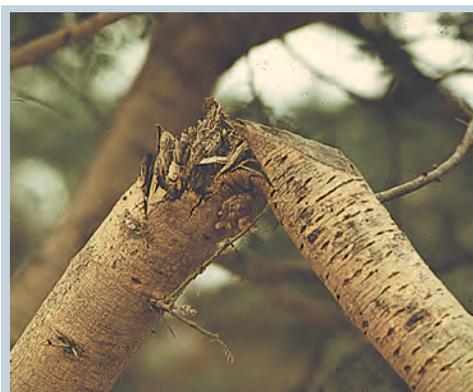
*Éliminer les chancres par la taille, afin d'éviter le maintien d'un foyer d'infection.*

L'**effeuillage** ou l'allégement des plants permet une meilleure aération de ceux-ci et un renouvellement du feuillage.

Les tailles sanitaires ou autres sont indispensables pour beaucoup de cultures maraîchères et fruitières. Mais elles comportent des risques: le fait de couper des branches, des feuilles ou des racines, **ouvre des portes d'entrée** pour les ravageurs. Elles favorisent éventuellement la propagation des agents infectieux par les outils de taille. On respecte donc quelques principes:

- procéder à des **coupes nettes**, au moyen de couteaux ou de sécateurs bien coupants; elles sont plus facilement colmatées par la plante que les coupes irrégulières (photo 145);
- **tailler d'abord les plants sains** avant de passer aux plants malades, ceci afin d'éviter que les outils ne transportent la maladie vers les plants sains;
- **ne jamais arracher des parties** de plants en blessant celles-ci. Les blessures ne manqueront pas d'être rapidement envahies par toutes sortes d'agents pathogènes.

Chez des plantes à fleurs, comme par exemple le pyrèthre, on taille sélectivement les tiges qui ont terminé de fleurir. Cela permet d'éviter leur pourriture sur pied et d'aérer les plantes pour les renforcer (9).



145

*Cette façon de couper la branche en la blessant ouvre la porte aux infections microbiennes.*

### **Collectes manuelles et arrachages des plants malades**



146

*Les nids de la chenille défoliante de la patate douce (Acraea acerata) doivent être récoltés et détruits avant que les chenilles ne se dispersent.*

Parfois, les insectes tels que chenilles, criquets, punaises, charançons,... de grandes tailles peuvent être collectés à la main, lors de rondes sanitaires régulières. Leur collecte est facile lorsqu'ils vivent groupés (photo 146).

Certaines chenilles peuvent être délogées des plantes et des arbustes sur lesquels elles se nourrissent, par **secouage**. On agite fortement les branches de façon à faire tomber les chenilles par terre et on les ramasse.

La concentration et le ramassage des insectes sont facilités par la mise en

place de plantes pièges ou de perches. Les criquets, par exemple, ont tendance à monter sur les perches au cours de la nuit. Ils sont alors cueillis tôt matin par le cultivateur et détruits.

L'arrachage manuel des plants malades ou parasités constituant des foyers de propagation parasitaire est une mesure de lutte importante. Il se fait dès que le parasitage apparaît. Les plants arrachés sont immédiatement détruits par le feu.

## Choix et aménagement du calendrier agricole

Un ravageur se développe selon une dynamique qui lui est propre, en passant par plusieurs phases (œuf, larve, nymphe, adulte). C'est à un moment précis qu'il rencontre, sur une espèce végétale, la nourriture particulière qui lui convient (feuilles jeunes, rameaux aoûtés, boutons floraux, fruits jeunes ou fruits mûrs, etc.). S'il ne rencontre pas cette nourriture spécialisée, il ne se reproduit pas bien et ne prolifère pas.

En ajustant le calendrier des semis et les variétés, il est possible de faire **que le cycle des plantes et celui du ravageur ne se croisent pas au bon moment.**

Par exemple, la culture de l'arachide subit d'importants dégâts dus au virus de la rosette. Le virus est transporté de plante en plante par le puceron *Aphis craccivora* qui apprécie les feuilles tendres. Si le semis et la variété d'arachide sont très précoces, le feuillage sera déjà plus coriace au moment où le puceron entrera en phase de reproduction rapide. Il attirera moins les pucerons et la propagation du virus sera ralentie (photo 147) (34).

Un phénomène semblable paraît exister pour des variétés précoces de maïs semées très tôt. Elles seraient relativement moins attaquées par la foreuse de la tige. De bons résultats seraient aussi obtenus sur le niébé semé précocement: il est déjà bien installé au moment où se manifestent les attaques de l'insecte *Oothea benningseni* sur sa végétation, et ses grains sont mûrs avant la prolifération d'un autre insecte: *Acanthomia* (34).



Colonie de pucerons *Aphis craccivora* sur niébé

147

L'inverse peut éventuellement exister, lorsqu'une variété est semée tardivement, après que le ravageur ait dépassé la phase agressive de son cycle de vie.

En Afrique, de nombreuses variétés traditionnelles de mil et de sorgho arrivent à maturité à la fin de l'hivernage (la saison pluvieuse). Les épis et les grains ne sont alors plus soumis aux attaques d'insectes et de champignons, car la plupart des ravageurs ont achevé leur cycle de vie et l'humidité n'est plus suffisante pour la prolifération de champignons (34).

## Rotations culturales

Lorsqu'une espèce est cultivée en forte densité sur une parcelle, ses ravageurs spécialisés sont favorisés et ils prolifèrent. Si la même espèce est cultivée sur une terre saison après saison, l'incidence des ravageurs spécialisés augmente parfois jusqu'à empêcher les plantes de se développer encore.

On constate aussi qu'après quelques saisons de culture, le sol "se fatigue" et que les résultats culturaux diminuent. Il y a plusieurs explications à cela :

- **l'exploitation trop rapide de micronutriments** indispensables aux plantes. Il faut alors un certain temps pour que ces micronutriments se dégagent des argiles dans lesquelles ils se cachent;
- la forte présence d'une espèce cultivée et les exportations de minéraux en dehors du champ qui en résultent, provoquent un **déséquilibre entre les diverses espèces de microbes** se trouvant dans le sol: les micro-organismes pathogènes prennent de plus en plus de place, au détriment des micro-organismes minéralisateurs ou symbiotiques non pathogènes;
- il peut aussi y avoir **accumulation de substances toxiques** provenant de certaines plantes cultivées, telles que l'oignon par exemple.

Les pratiques de rotation des cultures se justifient en rapport avec ces processus.

On parle de **rotation des cultures sur une parcelle** lorsqu'à chaque saison culturale, on change la ou les espèces qui y sont cultivées. Au bout de 3 ou 4 ans, on peut resemer la même espèce. Par exemple, on sème la pomme de terre durant la première saison, puis successivement, au cours des saisons suivantes, le haricot, le sorgho, le manioc et le maïs. On resème ensuite la pomme de terre, et on recommence un autre cycle cultural.

Les principaux ravageurs spécialisés de la pomme de terre, mildiou ou bactériose par exemple, n'attaquent pas le haricot. Celui-ci par contre est attaqué par la mouche du haricot qui, elle, ne se développe pas sur le sorgho. Les ravageurs de celui-ci n'ont pas prise sur le manioc, ni les ravageurs du manioc sur le maïs. On comprend que si, au cours d'une saison, un ravageur spécialisé s'en donne à cœur joie sur son espèce préférée, durant les 4 autres années que compte la rotation, il ne trouve plus

cette espèce. La pression du ravageur diminue faute de nourriture. C'est dans ce sens que la rotation des cultures est favorable à la santé des plantes cultivées: **elle permet de diminuer la pression parasitaire** exercée sur les cultures, du moins si le ravageur est spécialisé.

La rotation des cultures est la méthode la plus efficace et la moins coûteuse pour lutter contre les nématodes spécialisés (par exemple sur la tomate, le niébé, l'arachide). On fait alterner les plantes sensibles et non sensibles.

On peut pratiquer la **rotation d'associations culturelles**. Prenons un exemple. La première année, c'est le sorgho et le niébé qui sont associés dans la parcelle. Ces deux plantes sont synergiques et ne sont pas attaquées par les mêmes pestes. L'année suivante, c'est l'arachide qui est semée dans le champ en semis serrés, mais, à mi-saison, on plante des boutures de manioc entre les pieds d'arachide. Celui-ci n'est pas concerné par les ravageurs spécialisés de l'arachide, du sorgho et du niébé. Lorsque le manioc achève son cycle, 12 à 16 mois plus tard, le maïs le suit et on lui associe des légumes variés tels que tomates cerises, taros, courges, etc. Le sorgho revient ensuite avec le niébé. Ici, **ce sont des associations culturelles qui se succèdent dans la rotation**. On constate alors ce qui suit:

- il y a le **jeu des barrières mécaniques ou chimiques** au sein des associations culturelles saisonnières, tel qu'il a été expliqué plus haut. Ces barrières se manifestent dans le sol ou dans la végétation aérienne;
- et la **diminution de la pression des parasites** résultant de la rotation, tel qu'on vient de l'expliquer.

Dans les rotations culturelles, qu'elles soient de cultures pures ou d'associations culturelles, on veille à ce que des plantes de la même famille ou des plantes accueillant les mêmes parasites ne se succèdent pas. On peut aussi intégrer dans la rotation des cultures fourragères, des jachères ou des cultures d'engrais verts.

La rotation n'a pas nécessairement d'effets sur la pression des ravageurs généralistes qui consomment tout ce qu'ils trouvent (comme par exemple les criquets).

### Mise en jachère

La jachère est une terre qu'on arrête de cultiver pendant une ou plusieurs saisons, afin de permettre au sol de se reposer et de se reconstituer. Le **repos** vient du fait que toute la biomasse végétale, racinaire et aérienne, reste sur place, contrairement aux produits de la culture qui quittent la parcelle avec les sels minéraux qu'ils contiennent. La **reconstitution** vient de ce que l'activité des racines, de la microfaune et de la microflore du sol va lui redonner une structure et une composition favorables aux plantes cultivées qui suivront, lorsque la jachère sera remise en culture.

Il y a **plusieurs sortes de jachères**.

La **jachère nue** est très peu pratiquée en milieu paysan. La terre est entièrement nettoyée de toute mauvaise herbe. Puis elle est laissée à elle-même. Dès que les graines d'herbes ont germé, on repasse des outils pour les éliminer. D'autres germent, et on procède à nouveau à leur élimination. Après trois ou quatre passages, le stock de graines de mauvaises herbes a fortement diminué.

Il y a de gros risques d'érosion dans ce type de jachère et le sol ne bénéficie pas du tout de l'activité de plantes reconstitutrices. Des apports de compost ou de fumier animal seront nécessaires ensuite pour reconstituer la fertilité.

La **jachère noire** est une terre abandonnée à elle-même. Des herbes s'y développent spontanément à partir du stock de semences présentes dans la terre. Au bout d'une ou de quelques saisons, on défriche pour réinstaller des cultures. Dans les zones forestières, les jachères sont souvent arbustives ou arborées, alors qu'en zones de savane, ce sont des espèces herbacées qui ont le dessus.

La pratique des jachères noires a des avantages et des inconvénients. Parmi les **avantages**, on note:

- ▲ une **restructuration du sol**,
- ▲ un **approfondissement** de la couche racinée qui fait que des éléments minéraux remontent du sous-sol vers la couche superficielle du sol,
- ▲ une reconstitution de la **biodiversité** et en particulier des nombreux prédateurs pouvant ultérieurement servir d'auxiliaires de cultures,
- ▲ une **diminution du nombre de parasites spécifiques** des plantes cultivées.

Les **inconvénients** de la jachère noire sont les suivants:

- ▼ si le nombre de ravageurs spécifiques diminue, **la pression des mauvaises herbes s'accroît** dans la parcelle. Le stock de graines retombant sur le sol et le volume des rhizomes se développant dans le sol augmentent puisque les herbes se développent sans contrôle;
- ▼ la remise en culture est **exigeante en travail**, surtout dans les systèmes de cultures manuels;
- ▼ souvent, pour limiter le travail de redéfrichement, le cultivateur utilise le **feu**, ce qui fait perdre une partie des acquis de la jachère.

Pour éviter les plus gros inconvénients, tout en augmentant les avantages, il existe des techniques de **contrôle des jachères**. Ce sont les suivantes:

- **l'enrichissement** consiste à semer des espèces fertilisantes (voir figure 85, p.66) ou à planter des boutures sur les parcelles laissées en jachère.

Parmi ces espèces bénéfiques, il y a les **plantes pièges** qui attirent certains ravageurs comme des punaises, des charançons, des nématodes, etc. Lorsque ces parasites sont installés sur les plantes hôtes, on les cueille ou on les arrache pour aller les brûler en même temps que les parasites;

- le **fauchage**. Afin d'éviter l'accroissement du stock de semences de mauvaises herbes, on fauche la jachère avant que les plantes n'y aient mûri leurs graines. Le fauchage manuel est un gros travail, mais il est relativement aisé à réaliser avec une débroussailleuse mécanique. On peut faucher sélectivement certaines espèces et pas d'autres;
- le **feu** est efficace pour détruire les graines de mauvaises herbes et ravageurs. Mais il a de gros inconvénients. Il détruit en effet indistinctement les ennemis et les amis des cultures. La matière organique consommée est transformée en cendres qui risquent d'être emportées par ruissellement de l'eau de pluie ou par lessivage dans le sol. S'il est régulier, le feu favorise les espèces à racines rhizomateuses et celles qui poussent en fortes touffes. Dans toute la mesure du possible, on limite le feu aux seuls matériaux portant des parasites.

On peut aussi penser à la **jachère cultivée**. Au lieu de laisser pousser spontanément les espèces se trouvant en réserve dans le sol, on sème un **mélange d'espèces ayant des qualités reconstitutives** pour le sol. Si le mélange est bien choisi, il va dominer les espèces poussant spontanément. On veille à ce que les espèces semées ne s'imposent pas plus tard de façon gênante dans les cultures, par leurs graines, leurs rhizomes, des trop fortes touffes, etc.

La jachère cultivée peut efficacement être **orientée vers les fourrages** et on peut éventuellement y faire paître le bétail.

Dans la jachère cultivée, on peut intégrer des légumineuses ou d'autres plantes fertilitaires comme des luzernes, du stylosanthès, du pueraria, etc. et introduire certaines espèces pièges.

Dans les systèmes d'agriculture multiétagée, il est possible de pratiquer la jachère sous les arbres fruitiers, en la contrôlant. Le contrôle se fait selon un système de rotation culture-jachère, par fauchage ou par broutage. Dans ce dernier cas, les arbres doivent être protégés contre les dents des animaux.

## Lutter contre les plantes adventices

On appelle plante **adventice** ou **mauvaise herbe** toute plante qui pousse dans un champ où elle n'est pas désirée, même si par ailleurs elle peut être d'une grande utilité (sur le plan médicinal par exemple) (31)(36)(39)(41)(65).

Les herbes adventices sont parfois **gênantes** pour la santé des plantes cultivées:

- elles leur font **concurrence** pour l'eau et les aliments et elles les affaiblissent,

- ❑ certaines sont des **réservoirs** pour des parasites,
- ❑ elles créent parfois des **conditions d'humidité** favorables au développement de champignons ou de bactéries pathogènes,
- ❑ certaines herbes s'enroulent autour des plantes cultivées et les **étouffent**,
- ❑ à moins qu'elles ne **se nourrissent de la sève** des plantes cultivées.

A certaines périodes plus qu'à d'autres, la lutte contre les adventices est **essentielle**:

- **au moment de la germination et de l'installation des jeunes plantes cultivées.** C'est une période de croissance rapide au cours de laquelle elles ont plus de difficultés à se défendre dans leur milieu que lorsque leur développement est déjà avancé;
- **avant la fructification** des mauvaises herbes. On évite qu'elles produisent et répandent leurs graines dans le champ;
- celles qui se reproduisent par rhizomes sont combattues par **arrachage** au moyen de crocs ou de dents, si possible. Les **dents** sont plus efficaces que les lames tranchantes, car elles découpent moins les rhizomes. Elles permettent aussi de bien exposer ceux-ci aux rayons du soleil afin qu'ils se dessèchent.

La concurrence des mauvaises herbes par rapport aux plantes cultivées n'agit pas de la même façon sur des plantes jeunes et sur des plantes adultes. Lorsque, par exemple, le maïs ou le sorgho ont atteint le stade de la fructification, il n'est pas inutile de laisser se développer les adventices afin qu'elles fournissent un fourrage de saison sèche ou qu'elles travaillent le sol.

Il y a plusieurs méthodes de **lutte mécanique** contre les adventices: arrachage, fauchage, dessouchement, étouffement, binage, buttage, etc. Il y a aussi la **lutte chimique** au moyen d'herbicides et, dans certains cas limités, la destruction des jeunes plantules par la **chaleur**. Passons ces techniques en revue.

### ***Sarclage et arrachage des adventices***

C'est la technique de lutte la plus simple et la plus accessible à chacun. Le sarclage se fait par temps sec. Les mauvaises herbes sont déracinées et tuées par dessiccation sous les rayons du soleil. Si la terre est mouillée, les plantes éradiquées sont capables de se remettre en activité. Le **sarclage** est assisté par un outil qui ameublisse la terre autour des racines à arracher et qui les soulève: dents, crocs, houes, hermines, sarcleuses tractées, etc.

- ❑ **On évite de découper les plants ou les rhizomes** en morceaux, car chacun peut bourgeonner et se remettre à pousser.

- ❑ **On évite de piétiner** les zones sarclées, afin de ne pas replanter ce que l'on vient d'arracher.

Plusieurs passages sont nécessaires pour nettoyer le champ ou, éventuellement, éradiquer des espèces de mauvaises herbes particulièrement gênantes. La mécanisation du sarclage impose pratiquement la technique de semis en lignes.

La pratique du sarclage ou des labours de **saison sèche** est intéressante. En effet, en même temps que les plantes et les racines éradiquées, on expose au soleil toute une faune d'insectes nuisibles dont les œufs ou les larves passent normalement la saison sèche enfouis dans le sol.



148

*Le sarclage élimine la concurrence entre les plantes adventices et les espèces cultivées. Il permet de donner plus d'air et de lumière à celles-ci.*



149

*Sarclage manuel sous bananeraie, au Rwanda.*



150

*Sarclage mécanique.*

### **Les faux semis**

La technique du faux semis permet d'épuiser une partie du stock de graines d'adventices se trouvant dans une planche de culture, un champ, ou un casier irrigué. Le sol est entièrement préparé comme pour un semis normal, mais on n'y dépose pas

les semences des espèces à cultiver. La terre est alors arrosée. Les adventices germent. Après 3 ou 4 jours, on procède à un sarclage par temps sec, afin de tuer les jeunes plantules. Le semis des plantes cultivées se fait ensuite.

La technique du faux semis permet donc de diminuer la concurrence entre adventices et plantes cultivées, en début de saison.

### **Fauchage**

En fauchant les mauvaises herbes, on en **retarde le développement**. Si le fauchage intervient avant la fructification, on retarde l'apparition de nouvelles plantules adventices. Cela donne le temps aux plantes cultivées de surmonter les adventices et de mieux leur résister. Dans les champs, le fauchage manuel est pénible. Par contre, le fauchage au moyen de débroussailleuses mécaniques est parfaitement praticable, surtout dans les dispositifs de semis en lignes (photos 151 et 152).

Sous les arbres d'un verger, le pâturage par du bétail a des effets comparables, quoique non similaires, à ceux du fauchage. Certaines espèces sont préférées par le bétail, d'autres sont délaissées. Ce sont alors ces dernières qui se mettent à proliférer, plutôt que d'autres.

### **Buttage**

Le buttage a le même effet que le sarclage. En construisant les buttes, on arrive à dessoucheur les mauvaises herbes. On les dispose alors soit au sommet des buttes pour les couvrir et les protéger contre l'érosion, soit dans les sillons où elles pourriront.

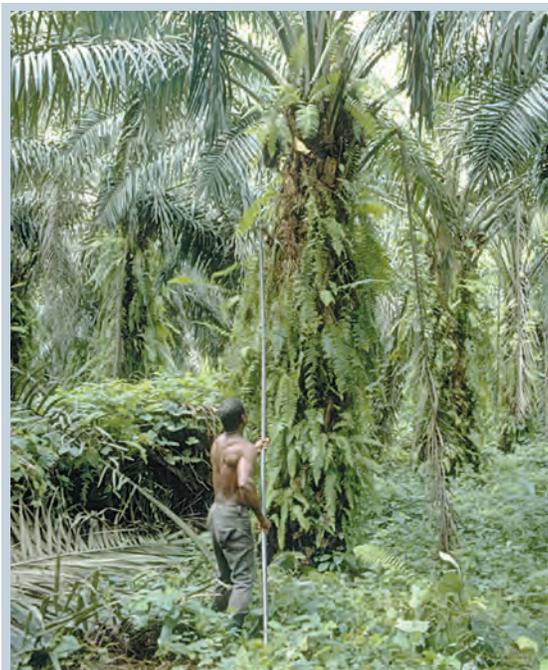


*Une débroussailleuse mécanique et sa lame triangulaire.*

## Étouffement

Certaines plantes cultivées sont très **couvrantes**. C'est le cas par exemple des cucurbitacées telles que courges, concombres, ou de légumineuses rampantes comme *Pueraria* ou *Centrosema*. On les sème soit en association avec des plantes érigées (photo 153), soit dans certaines phases de la rotation (photo 154), afin qu'elles étouffent ce qui pousse sous elles.

L'utilisation de plantes étouffantes doit être étudiée en fonction du développement des autres espèces cultivées. Celles-ci auront déjà atteint un stade de développement qui leur permet de surmonter les plantes de couverture.



153

*Le pueraria couvre le sol de la palmeraie et étouffe les mauvaises herbes. Il peut être pâturé par le bétail.*



154

*Sur une défriche forestière, la courge joue le rôle d'espèce pionnière et étouffe toutes les autres espèces.*

## Noyage

Dans les périmètres ou les casiers inondables, on combat les adventices par noyage. Après le nettoyage de la terre, on humidifie brièvement le sol. Les jeunes plantules adventices germent et se mettent à pousser. Dès qu'elles ont atteint quelques centimètres de hauteur, on submerge les casiers durant quelques

jours. Les jeunes plantules sont tuées. S'il le faut, on recommence l'opération une seconde fois afin de réduire encore plus le stock de semences adventices. La mise en culture vient ensuite. Dans les casiers rizicoles par exemple, le riz est semé après l'opération de noyage, car ses jeunes plantules seraient également étouffées si elles étaient submergées (72).

## Brûlage

Pour les jardins maraîchers et sur des surfaces restreintes, il existe des appareils spécialisés qui projettent des flammes à température élevée et qui brûlent les plantules. Mais cet équipement coûte cher et son approvisionnement en gaz aussi.

## Désherbage chimique

Il consiste à arroser ou à pulvériser un produit herbicide sur les plantes adventices avant la mise en culture ou pendant la croissance des plants cultivés, entre leurs lignes.

Les **avantages** du désherbage chimique sont les suivants:

- ▲ la **destruction** des mauvaises herbes est **rapide**,
- ▲ l'application est **facile**, un arrosoir ou un pulvérisateur suffisent,
- ▲ il n'est **pas nécessaire de travailler le sol**, comme dans le cas du sarclage,
- ▲ si on choisit bien l'herbicide, on peut éventuellement **agir sélectivement** sur les plantes (par exemple sur les plantes dicotylédones et monocotylédones). Les espèces dicotylédones sont celles qui, au moment de la germination, étalent 2 cotylédons. Leur graine se divise facilement en 2 parties égales (par exemple: l'avocatier [photo 155], le haricot, le gombo, le pois [photo 156],...). Les graines des espèces monocotylédones ne se divisent pas en 2 parties. Il n'y a pas étalement de cotylédons au moment de la germination (par exemple: les graminées).

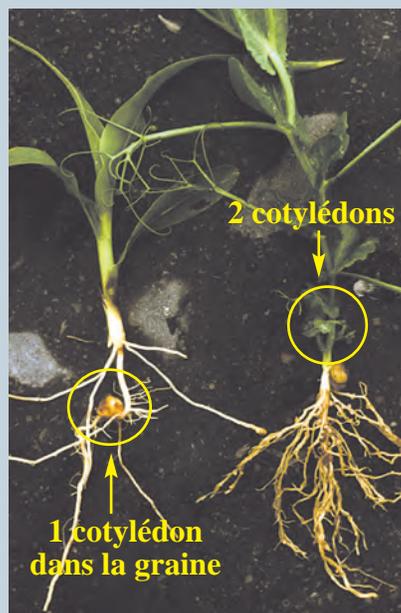
Les **inconvénients** et les risques sont les suivants:

- ▼ l'herbicide est composé de **substances dangereuses**. Il empoisonne les plantes mais aussi l'environnement et



155

*L'avocatier est une plante dicotylédone, comme on le voit lorsque sa graine germe.*



156

*A gauche, une plantule de maïs avec 1 cotylédon (plante monocotylédone).*

*A droite, un pied de pois avec ses 2 cotylédons (plante dicotylédone).*

parfois l'homme qui l'utilise. Il faut donc être particulièrement prudent dans ses applications;

- ▼ les herbicides sont des produits commerciaux, souvent **coûteux**;
- ▼ en cours de culture, l'application d'herbicide contre les plantes adventices est souvent **dangereuse pour les plantes cultivées** elles-mêmes, par suite de débordements (photo 158);
- ▼ en tuant les mauvaises herbes, l'herbicide **élimine** aussi bon nombre d'**auxiliaires des cultures**.

On verra plus loin (dans la 5<sup>e</sup> partie) les caractéristiques de ces produits.

La prudence s'impose pour toute application d'herbicides. Cette application s'avère parfois utile ou nécessaire lorsque les moyens mécaniques à mettre en œuvre pour venir à bout des adventices sont trop insuffisants, par exemple lorsqu'une terre est très envahie par des adventices à rhizomes et qu'on n'a pas d'outil assez puissant pour les extirper. On choisit alors des herbicides systémiques dont les fournisseurs ou les services techniques garantissent une décomposition rapide, sans risques importants pour l'environnement.

Les **herbicides systémiques** appliqués sur les feuilles pénètrent dans les plantes et s'y répandent en empoisonnant tous les organes, y compris les racines. L'exemple le plus connu est le "Roundup". L'application d'herbicides systémiques sur des plantes ayant déjà atteint leur maturité n'est pas utile car le transfert de la substance active des feuilles déjà desséchées vers les autres organes de la plante (translocation) se fait mal.



157

*Un herbicide sélectif a attaqué les espèces dicotylédones, mais pas les espèces monocotylédones.*



158

*Le maïs a été empoisonné par un herbicide répandu dans la parcelle voisine.*

Les **règles** suivantes s'imposent lors de l'utilisation des herbicides systémiques:

- ❑ la substance est appliquée sur des plantes dont le **feuillage bien actif** va l'assimiler rapidement à travers ses stomates foliaires. On l'applique par temps sec, lorsque les stomates sont ouverts;
- ❑ on prévoit qu'il n'y aura **pas de pluie avant plusieurs heures**, pour éviter que le pesticide ne soit emporté dans le sol par l'eau, plutôt que d'être absorbé;
- ❑ on respecte scrupuleusement les **doses** conseillées par le fournisseur de l'herbicide.

### Contrôler les plantes parasites

Il existe deux types de plantes parasites qui **sucent la sève** de leur hôte:

- les **holoparasites** dépendent entièrement de leur hôte pour toute leur alimentation en eau, en minéraux, en sucres, en protéines, etc. Ils ne font pas eux-mêmes la photosynthèse, attendant que l'hôte la fasse à leur place. On y compte entre autres les orobanches (*Orobanche* spp, photo 160) et les cuscutes (*Cuscuta* spp, photo 159).



160

*Orobanche cernua*



159

*Cuscuta campestris*

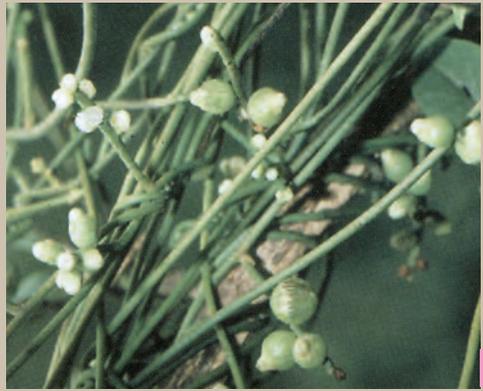
- les **hémiparasites** se nourrissent de l'eau et des minéraux de leur hôte, mais ils forment aussi des feuilles capables de faire la photosynthèse à partir des gaz de l'air; c'est le cas du *Striga* spp, du *Cassitha filiformis* (lauracée) (photo 162) et des espèces de la famille des loranthacées

(*Tapinanthus* spp, photo 161) dont certaines s'installent sur les karités et sur l'acacia albida ou d'autres acacias (\*) (16).



161

*Tapinanthus ophioides*



162

*Cassytha filiformis*

On distingue aussi les plantes parasites **épiphytes** qui s'installent dans les parties aériennes des plantes hôtes (cuscutes, "guis", ficus) et les **épirhizes** qui se nourrissent sur leurs racines (striga, orobanches). Leurs modes de reproduction et de dissémination diffèrent.

Les graines d'orobanches, de cuscutes et de striga sont nombreuses et très petites: 10.000 à 50.000 graines par plant pour le striga, 2.500 à 3.000 par



163

*Les racines du striga se fixent sur les racines de la plante hôte qu'il parasite, et il apparaît à la surface comme une plante ordinaire.*

*Lorsqu'il suce les racines d'un pied de mil, le striga empêche la sève de nourrir la tige et les feuilles.*



164

(\*) Il faut noter que, parmi les loranthacées, certaines sont très recherchées par les populations à cause de leurs propriétés médicinales.

pied pour la cuscute. Elles tombent sur le sol puis elles sont disséminées par le vent, l'eau de ruissellement, les instruments aratoires, les animaux. Lorsqu'elles germent, il faut que les plantules trouvent très rapidement à se fixer sur un hôte, sans quoi elles meurent (3 à 4 jours pour une plantule de striga). Si on laisse se reproduire le striga ou la cuscute, le stock de semences s'accroît dans le sol et il devient de plus en plus difficile de combattre ces parasites. C'est pourquoi il faut **tout faire pour que leurs pieds n'arrivent jamais à maturité**. Si les plants sont éliminés radicalement à chaque saison, le stock de semences diminue et l'incidence du parasitisme va baisser progressivement.

Avant tout, il est nécessaire de bien connaître le cycle de développement de la plante parasite. Par exemple, la germination des graines du striga est initiée lorsque les racines du sorgho, du mil, du maïs, de la canne à sucre ou de graminées sauvages, libèrent certaines substances dans le sol. Ce sont ces substances qui attirent la racicelle du striga vers les racines de l'hôte, jusqu'à ce qu'un suçoir s'y fixe et commence à nourrir la jeune plantule parasite. S'il n'y a pas d'émission de substance, la graine reste en dormance dans le sol (photos 163 et 164).

Les "guis" (*Tapinanthus* spp) sont des plantes pérennes, contrairement aux précédentes qui sont saisonnières. Leurs graines, peu nombreuses, sont généralement transportées par des oiseaux sur les branches de l'arbre hôte. Leurs radicelles forment une **ventouse** appelée **haustorium**, qui leur permet de sucer la sève de la plante hôte (photo 165). Dès que l'haustorium s'est implanté, il devient difficile d'éliminer le parasite sans **sectionner la branche** sur laquelle il s'est installé.

Il y a aussi les plantes épiphytes **qui étouffent** leur hôte sans en sucer la sève. Elles l'utilisent comme tuteur autour duquel elles s'enroulent en spirale. Leurs lianes enserrant la tige de la plante hôte. En s'épaississant, elles empêchent cette tige, ou le tronc, de se développer normalement (photo 166). La seule méthode de lutte efficace contre ce type de parasites est l'arrachage et le déracinement des plants dès qu'ils apparaissent.



165

*On remarque l'haustorium qui permet au gui de sucer la sève de l'arbre hôte.*



166

*Ce jeune ficus finira par étouffer le palmier avec ses racines adventives.*

La **lutte contre les striga et l'orobanche**, ou d'autres plantes parasites, est possible dans plusieurs directions:

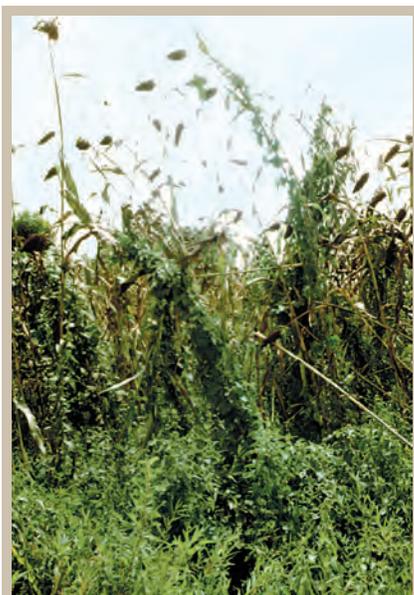
■ **l'arrachage** est efficace **en début d'infestation**, lorsque le stock de semences présent dans le sol est limité. Il se fait nécessairement **avant toute fructification**, c'est-à-dire au plus tard au moment où apparaissent les premières fleurs. On passe chaque jour dans les champs et on élimine systématiquement tous les plants de striga qu'on rencontre;

■ la **fertilisation** organique d'un champ de céréales **renforce sa vitalité**. La nuisibilité du parasite suçant les racines est moindre sur des plants robustes que sur des plants chétifs et malnutris. Mais le renforcement de la vitalité n'enlève pas la nécessité des rondes sanitaires;

■ les **rotations culturales** sont organisées en fonction de la lutte contre le parasite. On introduit dans la rotation des plantes **faux hôtes** comme le soja, le coton, l'arachide ..., à l'exclusion des graminées. Les faux hôtes émettent dans le sol des substances qui provoquent la germination des graines du striga. Mais les racines des faux hôtes ne conviennent pas à ce parasite qui n'arrive pas à achever son développement, et en particulier à fleurir et fructifier. Au bout de trois ou quatre ans, le stock de semences de striga a fortement diminué dans le sol, faute de renouvellement. S'il en subsiste, les rondes sanitaires éliminent au fur et à mesure les nouveaux pieds du parasite;

■ **l'association des cultures** est une autre façon de lutter. Si les plantes associées au mil sont des faux hôtes, elles vont désorienter une partie des plants de striga. Mais aussi, les espèces complantées peuvent étouffer ceux-ci et les empêcher de fleurir. Les meilleures espèces à complanter dans les champs de céréales sont les légumineuses comme le niébé ou l'arachide, ou surtout le crotalaria ou le mucuna (*Mucuna pruriens*) qui sont efficaces contre la prolifération du striga.

Tous ces principes de lutte sont valables pour combattre la cuscute. Mais il faut agir très tôt, dès l'apparition des plantules et si possible avant que la plante ne fixe ses suçoirs sur les pieds hôtes. S'ils sont installés, il reste la solution d'arracher complètement la plante hôte afin de couper l'alimentation du parasite et de l'empêcher de fructifier.



167

*Pour lutter contre le "liseron", il faut l'arracher à la racine, couper les lianes qui enserrent la tige et éviter à tous prix qu'il ne produise des graines.*

**Faux hôtes du striga:**

*Arachis hypogea* (arachide), *Glycine maximum* (soja), *Gossypium* spp (cotonnier), *Helianthus annuus* (tournesol), *Linum usitatissimum*, *Ricinus communis* (ricin), *Vigna unguiculata* (niébé)

**Faux hôtes de l'orobanche:**

*Gossypium* spp (cotonnier), *Lathyrus ochrus*, *Linum usitatissimum*, *Phaseolus vulgaris* (haricot commun), *Vigna radiata*

**Gestion de l'eau et santé des plantes**

La gestion de l'eau du sol en relation avec la santé des plantes suppose qu'on tienne compte de ses différents mouvements dans le champ:

- ▼ les **quantités d'eau apportées** par la pluie ou les systèmes d'irrigation,
- ▼ l'**évaporation** de l'eau du sol dans l'air et sa transpiration par les plantes,
- ▼ l'infiltration de l'eau dans le sol et sa **percolation** vers le sous-sol,
- ▼ la **remontée** de l'eau des nappes aquifères vers la couche occupée par les racines des plantes cultivées.

La **qualité** de ces eaux, plus ou moins salées, acides ou polluées, entre aussi en ligne de compte.

**Arroser au bon moment**

La santé des plantes dépend de leur **alimentation en eau aux moments précis** de leur développement où elles en ont besoin. Il suffit parfois de très peu de chose pour qu'une récolte soit compromise, surtout pour les plantes peu plastiques supportant mal les déficiences de pluviométrie. (17)

La présence de l'eau aux moments où les plantes en ont le plus besoin est évidemment au cœur de la réussite des cultures. Plus les risques de déficits pluviométriques périodiques sont élevés, plus il est nécessaire d'adapter les techniques compensant ces déficits, en fonction des possibilités de chaque exploitation, champ ou jardin (21). Par exemple, le mil que nous voyons sur la photo 169 a souffert d'un déficit en eau durant 3 semaines en pleine période de croissance. Son développement s'est arrêté. Si, au bout de 8 ou 10 jours de déficit pluviométrique, il avait bénéficié d'un arrosage d'appoint, même limité, il aurait peut-être été sauvé. Passé ce délai, sa montaison était définitivement compromise.

Prenons aussi l'exemple du maïs. Une période très sensible est celle de la floraison des fleurs femelles (photo 170). Quelques jours de sécheresse et d'insolation à ce moment précis où les pistils sont exposés à l'air libre peuvent compromettre la fécondation. Si celle-ci est déficiente, de nombreux grains manqueront sur l'épi. Un ou deux arrosages d'appoint réalisés



169

*Mil arrêté dans son développement. A noter, l'effet positif de la présence de l'arbre.*



170

*Fleur femelle du maïs. Les pistils craignent fortement la sécheresse.*

dès le moment où on constate la déficience pluviométrique sauvera la production. Si un déficit pluviométrique intervient à d'autres phases du cycle, l'incidence sur le développement des plantes et sur la production sera moins conséquente.

En général, les périodes de floraison et de nouaison des fruits sont des périodes très sensibles à la sécheresse du sol. Les "nœuds" floraux doivent rester bien humides pour que la fécondation se fasse normalement. Mais d'autres périodes du cycle des plantes sont sensibles également, comme par exemple les périodes de montaison au cours desquelles les tissus, les racines, les jets, les feuilles et les fleurs sont en pleine activité (17).

C'est l'observation de chaque espèce et de chaque variété cultivée qui informe le cultivateur sur les périodes de sensibilité et de plasticité importantes pour une saine évolution des plantes.

## Arroser sainement

Lorsqu'on arrose les plantes, on est attentif aux **risques de transporter des germes pathogènes** ou des substances polluantes. Par exemple, l'eau prélevée dans des mares insalubres ou celle qui coule dans des rigoles malpropres charrient des micro-organismes, des œufs, des insectes, des semences, parfois des produits polluants comme des détergents ou des

pesticides. Elles sont donc facteurs de propagation des maladies. Les conseils à suivre sont les suivants, tant pour les champs et les jardins que pour les pépinières:

- ❑ **utiliser de l'eau saine** provenant de points d'eau bien entretenus ou de forages,
- ❑ **éviter de salir les points d'eau** avec des déchets de culture,
- ❑ **ne jamais préparer les pesticides** à proximité immédiate des points d'eau.

L'eau des puits et des forages est parfois **salée**. Son utilisation provoque les maladies de la salinité. Dans ce cas, deux principes sont adoptés:

- ne distribuer aux plantes que le **minimum** d'eau indispensable, afin de limiter la quantité de sel déposée sur le sol,
- et **combattre l'évaporation** à la surface du sol.

Vu sous l'angle des risques pour la santé des plantes, tous **les systèmes d'irrigation ne se valent pas**:

- **l'irrigation à la raie** (photo 171) a l'avantage de ne pas mouiller les feuilles. Celles-ci sont donc moins attaquées par les bactéries et les champignons qui, pour la plupart, apprécient



171

*Arrosage à la raie au Cap Vert.*



172

*Arrosage en micro-bassins*

l'humidité. Par contre, les micro-organismes pathogènes du sol se répandent dans les raies. On évite donc que les tiges et les feuilles soient en contact avec l'eau s'écoulant dans les raies;

- **l'arrosage par poquets** (photo 55, p.54), **en bassins ou en microbassins** (photo 172), a l'avantage d'éviter les propagations microbiennes; l'eau ne se déplace pas d'un poquet ou d'un bassin à l'autre;
- **l'irrigation par aspersion** projette l'eau sur le feuillage (photo 173). Les maladies foliaires sont favorisées par

ce type d'arrosage. Constamment humide, le feuillage est assez facilement attaqué par les bactéries et les champignons. Si l'eau est salée, les feuilles risquent d'être brûlées quand elle s'évapore à leur surface;

- **l'irrigation par inondation** est la plus efficace pour répandre les micro-organismes pathogènes de façon homogène dans un champ. A l'exception du riz qui supporte de rester les pieds dans l'eau, on limite l'inondation des cultures à la durée utile et indispensable. Outre le risque lié à l'expansion des micro-organismes du sol, il y a celui de l'asphyxie des racines, de la salinisation du casier ou de son acidification.



173

*Irrigation par aspersion d'une jeune bananeraie.*



174

*Irrigation par inondation d'une rizière.*



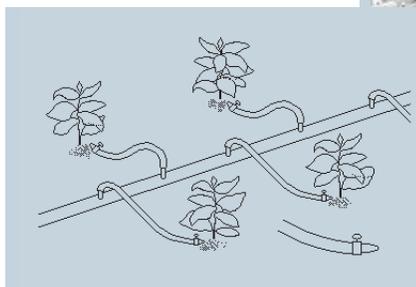
175

*Ce canari placé dans le sol diffuse son eau très progressivement. Les racines de la courge s'abreuvent à proximité de la paroi. C'est un système efficace et très économique.*

Dans tous les cas d'inondation en casiers, il y a lieu de **prévoir le drainage** des eaux excédentaires. En l'absence de drainage, les racines se développent mal, faute d'air, et elles ont tendance à pourrir;

- **l'irrigation au goutte à goutte**, lorsqu'elle est possible, comporte beaucoup d'avantages (photo 176). Elle

est économe en eau et très régulière dans le temps, mais l'équipement est assez coûteux. On ne risque pas l'asphyxie des racines ni la trop grande humidité des feuillages. On contrôle régulièrement l'installation et plus particulièrement les goutteurs.



*L'irrigation au goutte à goutte est très économe en eau.*

176

## limiter l'évaporation

Pour croître, les plantes ont besoin de transpirer de l'eau qu'elles prélèvent en partie dans le sol qu'elles exploitent avec leurs racines. Au plus vite le sol raciné s'assèche, au plus rapidement les plantes souffrent de la soif, éventuellement jusqu'à se flétrir. Le sol raciné perd son eau de trois façons :

- ❑ la **percolation** de l'eau vers le sous-sol peut être légèrement diminuée par une **amélioration de sa structure** et la fertilisation organique;
- ❑ l'**évaporation à la surface du sol** est diminuée grâce au **paillage**, au **mulching** et au **binage**;
- ❑ la **transpiration** des plantes est diminuée lorsque celles-ci sont protégées par un léger **ombrage**.

Si toutes ces pratiques sont mises en œuvre ensemble, il est possible de ralentir le dessèchement du sol raciné de quelques heures ou quelques jours.

Les **brise-vent** complètent ces résultats puisqu'ils diminuent les volumes d'air qui passent au-dessus des plantes, et les ralentissent. Ils participent donc aussi à la santé des plantes et, chose non négligeable, les matières végétales qu'ils laissent tomber sur le sol servent de mulch.

Briser les vents se fait en plantant des haies ou des arbres dans des emplacements bien étudiés, ou en plaçant des claies. Mais, à plus petite

échelle, toutes sortes de pratiques sont intéressantes: complantation d'espèces couvrant bien le sol autour des plantes cultivées, établissement de lignes herbeuses, paillage, etc.

La santé des plantes dépend beaucoup de l'environnement. La destruction des arbres, des bocages, des massifs boisés, etc. est tout à fait néfaste pour la santé des cultures. Celui qui arrose son jardin nuit et jour, tout en détruisant son environnement immédiat ou sans le construire, perd son efficacité et son argent.

### Enrichir l'eau d'arrosage

Dans les cultures maraîchères, il est intéressant de disposer du compost dans les poquets ou entre les lignes. Lorsqu'on verse l'eau d'arrosage, on veille à ce qu'elle traverse le compost. L'eau ainsi filtrée entraîne avec elle des substances utiles aux plantes cultivées. Cette méthode d'arrosage évite le compactage du sol nu par les gouttes de pluie. En outre, les feuilles ne sont pas mouillées, ce qui serait favorable à la propagation des micro-organismes pathogènes.

### Drainer

Le drainage est parfois nécessaire pour assurer la santé des plantes. Il s'impose dans les cas suivants:

- dans les **bas-fonds** humides où, naturellement, on trouve un **sol saturé en eau**. Pour des plantes qui ne se développent pas les pieds dans l'eau, le drainage se fait alors soit par la création de canaux, soit par la surélévation de la terre sous forme de planches (photo 177) ou de buttes. Le but de ces travaux est d'aérer le sol dans lequel les plantes ont à se développer;
- dans les **périmètres irrigués et inondables**, on veille à faire circuler l'eau; on évite qu'en stagnant, elle ne devienne putride. Après avoir traversé le sol, elle est reprise dans des canaux de drainage appelés **collatures**, situés légèrement en contrebas (photo 178). Le réglage



177

*Drainage en planches: la terre prélevée dans les canaux est déposée sur les planches pour les rehausser.*

ge du drainage est important. On cherche à ce que l'eau douce de la pluie ou de l'irrigation apportée au périmètre soit juste suffisante pour emporter les surplus de sel.

- là où il existe un **risque de salinisation** de la terre, on le combat également par un bon drainage. Si les pluies fournissent suffisamment

d'eau douce, celle-ci traverse le sol en emportant une partie des sels qui se retrouvent ensuite dans les collatures.



*Dans ce bas-fond irrigué, l'eau provient de la gauche et de la droite. Le canal central (collature) draine une partie de l'eau passant à travers les planches de culture.*

178

### Utiliser les nappes d'eau souterraines

Certaines pratiques traditionnelles d'agriculture en Afrique consistent à semer les graines dans des trous de 15 à 20 centimètres de profondeur (afin qu'elles profitent de l'humidité souterraine), au moment où la couche de sol superficielle se dessèche par évaporation et faute de pluies (photos 179 et 180). Pour réussir de tels semis, on évite que les trous ne se referment sur les collets des jeunes plantes.



179



180

*Les graines de niébé ont été semées à 20 cm de profondeur afin qu'elles profitent de l'eau de la nappe résiduaire.*

Mais l'utilisation des eaux souterraines peut aussi se faire d'autres façons:

- ❑ utiliser des **plantes à enracinement profond** ou à racines hydrophores (les doliques par exemple) pour entourer des cultures sensibles. Ces plantes ramènent de l'eau en surface et maintiennent donc un peu d'humidité dans l'air ambiant au bénéfice de plantes à enracinement moins profond. Certaines espèces d'arbres ou d'arbustes peuvent remplir ce rôle;
- ❑ si on en a les moyens, on construit des **barrages souterrains**; ils sont établis dans les bas-fonds en pente qui ont tendance à s'assécher par drainage vers l'aval. Une nappe d'eau souterraine est formée devant le barrage.

## Les pièges et les leurres

Il existe toutes sortes de pièges utilisables dans la lutte contre les ravageurs des cultures tels que mouches, papillons, grillons, criquets, limaces, rongeurs, oiseaux, etc. On les fabrique **après avoir minutieusement examiné les habitudes de vie** du ravageur qu'on veut combattre: sa nourriture préférée, ses heures de sorties, ses pistes, sa sensibilité aux couleurs et à la lumière, les endroits de concentration, ses nids et ses phases de développement, etc.

Les pièges comportent en général **deux parties**:

- un élément **attire** le ravageur, c'est l'**appât**,
- un élément le **surprend** alors qu'il ne s'y attend pas et l'immobilise ou le tue.

L'élément attirant est un **aliment** apprécié ou une **condition du milieu** favorable. Pour les insectes nocturnes, une **source lumineuse**, flamme ou ampoule électrique, attire par éblouissement. Cela peut aussi être une **couleur** ou une **odeur**.

L'appât **attire** et conduit le ravageur vers un piège mécanique qui contient un **poison**.

## Quelques types de pièges

Passons en revue quelques types de pièges.

Des boîtes ou des bouteilles sont conçues comme des **nasses** dans lesquelles les ravageurs attirés par un appât solide ou liquide entrent facilement, mais desquelles ils ne peuvent pas sortir (photo 181). Les pièges à souris ou à rats sont munis d'un **mécanisme** qu'ils actionnent eux-mêmes et qui se referme dès qu'ils touchent à l'appât (photo 182).

Toutes sortes de **pièges mécaniques** sont fabriqués par des artisans locaux ou des piégeurs traditionnels. On en trouve aussi dans les commerces spécialisés.

Un piège simple est réalisé au moyen d'une planchette disposée en équilibre au bord d'un récipient placé en terre. L'appât est disposé au bout de la planchette, au-dessus du vide. Lorsque l'animal à piéger s'avance pour saisir l'appât, il déséquilibre la planchette et tombe dans le récipient. On remplit celui-ci d'un liquide dans lequel l'animal se noie (eau, white spirit, huile).



181

*Pièges à insectes en forme de nasses contenant un liquide fermenté.*



182

*Piège à rat ou à agouti.*

Les insectes sont souvent **attirés par des couleurs**. En les observant, on peut percevoir leurs préférences. La couleur jaune est assez connue pour son attraction vis-à-vis de plusieurs espèces d'insectes. Des panneaux jaunes englués de poix ou recouverts d'insecticides sont disposés dans les plantations.

Certains criquets ont froid et ont tendance à monter sur les tiges à la tombée de la nuit. On peut les tromper en plaçant des **perches** dans le champ ou le jardin. Ils vont monter sur ces perches et il sera possible de les cueillir tôt le lendemain, puis de les tuer (photo 183).



183

*Les criquets aiment monter sur le sommet de plantes ou de perches.*

Dans les **bananeraies** envahies par les charançons *Cosmopolides sordidus*, il est possible de placer des appâts constitués de pseudo-troncs de bananiers fendus en long ou en tronçons de 30 à 50 centimètres de longueur. Le côté coupé est placé à terre. Les charançons, appréciant les jus sucrés, s'y dirigent. Il est alors facile de collecter les pièges tôt le matin et d'aller les brûler.

Les **plantes pièges**, elles, attirent les insectes par leurs couleurs ou leurs parfums. Certaines espèces d'insectes viennent s'y délecter. Lorsqu'ils sont concentrés sur la plante, on les détruit en les collectant manuellement, ou en projetant un insecticide. Il existe aussi des plantes pièges pour les nématodes.

La punaise (*Anoplocnemis curvipes*) qui s'attaque aux gousses du niébé (*Vigna unguiculata*) montre une préférence pour le maïs, sans toutefois causer de dégâts sur ce dernier. Si on associe le maïs au niébé, au lieu de pondre ses œufs sur des plantes de niébé, la punaise pond sur le maïs. Mais les larves de la punaise ne causent pas de dommages visibles au maïs. Il en est de même du mylabre (*Mylabris farquharsoni*) qui s'attaque aux fleurs du niébé. En association avec la maïs, ces coléoptères sont attirés par les panicules de maïs auxquelles ils ne causent aucun dégât.

Les pièges peuvent aussi être des **plantes attirantes** pour l'insecte ravageur. Celui-ci envahit la plante naturellement. On peut alors arracher les plantes pièges et les brûler.

Par exemple, les nématodes à galles *Meloidogyne* se maintiennent en dormance dans le sol sous une forme libre ou enkystée fort résistante. Ils sont parfois en si forte densité que les cultures ne sont plus possibles. Pour diminuer leurs populations et rendre la culture à nouveau possible, on peut utiliser des **plantes pièges**. Par exemple, l'arachide attire le nématode mais celui-ci ne peut pas y achever son cycle complet et pondre ses œufs. Lorsqu'on arrache les plants d'arachide, les galles sont détruites. La population totale de nématodes diminue dans le sol du champ.

Les plantes pièges d'un ravageur, placées dans la rotation ou en association avec les cultures, permettent donc de réduire le potentiel d'infection du ravageur. Lorsque le crotalair est complanté dans un verger fruitier, il attire la mouche du fruit. De même, il attire certains ravageurs du maïs lorsqu'il est complanté dans les lignes de cette céréale (40).

Les **faux semis** sont aussi une forme de piégeage. Par exemple, les graines de striga germent lorsque les racines du mil commencent à se développer. Leurs radicules partent à la recherche des racines du mil pour les sucer. Le faux semis consiste à semer le mil puis à l'éliminer au bout de trois semaines. Les racines du striga ne trouvent pas à se fixer. Elles vont mourir. Comme elles n'accomplissent pas leur cycle de développement complet, il n'y aura pas de nouvelles graines. La population du striga diminuera donc.

Les insectes sont souvent attirés par les **couleurs** claires et lumineuses telles que le jaune ou le blanc. Une feuille jaune se couvre rapidement de

pucerons. Ils y seront piégés si la feuille est couverte de glu. Des feuilles blanches posées sur le sol attirent certaines mouches, surtout si ces feuilles sont légèrement humides. Un insecticide imprégnant les feuilles tue les mouches.



184

*Piège à lumière composé d'une lampe à pétrole et d'une soucoupe remplie d'huile ou de pétrole.*

Les insectes volant la nuit peuvent être attirés par des **pièges lumineux**. S'il s'agit d'une flamme vive, ils viennent s'y brûler les ailes et tombent. Mais il est difficile de garder des flammes vives en plein air, dans les jardins ou les champs. Le piège peut alors être formé par la source lumineuse que l'on place au-dessus d'un récipient contenant du pétrole ou de l'huile. Les insectes tournoient autour du point lumineux et tombent dans le récipient. Ils y sont immobilisés et tués.

Les **pièges à phéromones** sont efficaces mais encore trop peu utilisés en Afrique. On en voit un exemple sur la photo 185. Les femelles de papillons émettent des substances chimiques qui attirent les mâles. Ces substances sont appelées phéromones. Le principe du piège est d'y placer une petite quantité de phéromone dans une capsule. Les mâles sont attirés en masse et atterrissent sur le plancher du piège. Celui-ci est couvert de glu et les mâles qui s'y déposent sont capturés. Le nombre de mâles présents dans le milieu diminue fortement. Les femelles n'étant plus fécondées, l'espèce finit par disparaître du milieu.

Des pièges à phéromones existent pour les principaux insectes ravageurs des cultures maraîchères (*Trichoplusia*, *Heliiothis*, *Agrotis*). Si la construction du piège est assez simple et peu coûteuse, les substances phéromonales sont par contre relativement coûteuses.



185

*Ce piège à phéromones est constitué d'un plancher couvert de glu, d'un petit toit et d'une capsule contenant les phéromones.*

## Les appâts

Dans la lutte phytosanitaire, les appâts sont des matières qui **attisent l'appétit** de certains ravageurs, et qui les **attirent**. L'appât est associé à un poison ou à un piège.

La méthode la plus efficace pour constituer les appâts est la suivante:

- une **pâte alimentaire** constituée de grains broyés et cuits (sorgho, maïs, riz, etc.), de farine de manioc, de tourteaux, ou d'autres nourritures appréciées par le ravageur contre lequel on lutte;
- un **complément gustatif** attirant pour le ravageur: sucre, mélasse, miel, sel, glu de gombo, etc.;
- un **poison** choisi en fonction du ravageur combattu (insecticide ou rodenticide);

Pour améliorer la consistance ou l'aspect de l'appât, on ajoute éventuellement:

- un **liant**, blanc d'œuf, glu, etc. dans la fabrication des boulettes,
- de la **sciure** de bois ou du **son**.

On ajoute un **colorant** afin qu'il soit possible de reconnaître l'appât et d'éviter qu'il soit avalé par des enfants, des hommes ou des animaux.

Pour préparer un appât, on observe les habitudes et les **goûts** de celui qu'on veut combattre: se nourrit-il de farines, de feuilles, de tourteaux, de fruits, ...? On fabrique ensuite des boulettes avec ces aliments et on les place aux **endroits** où le ravageur a l'habitude de passer et de se nourrir ou au pied des plantes que l'on veut protéger, mais hors de portée des enfants et des animaux domestiques.

Les vers gris, les vers blancs, les courtilières ravageant les collets des jeunes plants, sont combattus au moyen d'appâts empoisonnés. Des appâts placés sous des écorces posées à terre attirent les escargots. Les criquets sont tués au moyen d'appâts composés de son, de crottins ou d'herbes hachées (par exemple *Citrullus vulgaris*) auxquels on ajoute un insecticide d'ingestion.

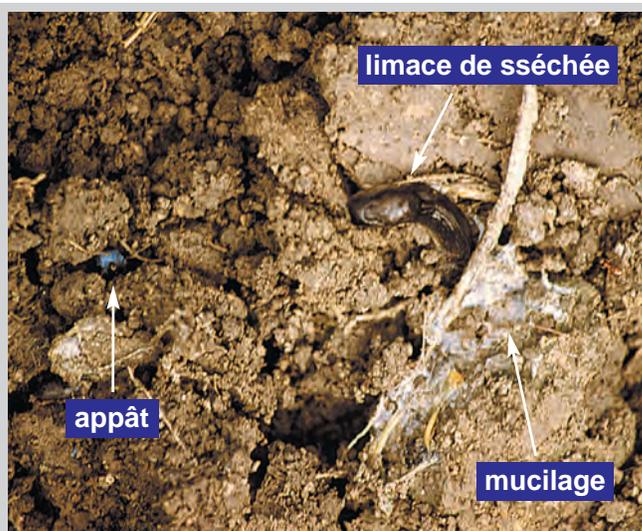
Contre les oiseaux mange-mil (*Quelea quelea*), on utilise des tourteaux de ricin broyés à froid (27). On les dispose à proximité des dortoirs et des lieux de concentration des oiseaux.

La "mort aux rats" est un exemple d'appât commercialisé. Des grains trempés dans un poison sans goût marqué (strychnine ou coumarine) sont déposés aux endroits de passage des souris ou des rats.

La photo 186 montre des appâts limacides. La substance toxique bloque certaines fonctions vitales de la limace qui s'immobilise, se dessèche et meurt.

Quel que soit l'appât utilisé, il faut absolument **éviter que les cadavres des animaux empoisonnés soient consommés**.

Pour combattre les rongeurs, les appâts peuvent être associés à des **drogues** plus ou moins dangereuses. Celles-ci sont mélangées à des aliments bien appréciés par les rongeurs. Lorsqu'ils les consomment, ils sont drogués durant quelques heures. On les ramasse lors des rondes sanitaires. La drogue provient de plantes locales (*Tevesia*, *Adenium*, *Callotropis*, par exemple), ou est achetée dans le commerce.



*Un appât limacide provoque la dessiccation des limaces qui le consomment.*

Les mouches des fruits sont aussi combattues au moyen d'appâts humides, sucrés ou fermentés, constitués par des matières qu'elles apprécient autant ou plus que les fruits qu'elles attaquent habituellement. On ajoute un insecticide d'ingestion puissant ou un peu de poudre de *Bacillus thuringiensis*. Les appâts sont placés dans des coupes disposées à proximité des arbres fruitiers ou des planches maraîchères. Avec de tels moyens, on peut lutter par exemple contre les noctuelles (papillons de nuit) qui pondent leurs œufs dans le sol et dont les larves s'attaquent ensuite aux cultures.

**187**

### **Préparation d'un appât contre les souris et les rats**

- ⇒ 100 grammes de son ou de farine,
- ⇒ 10 grammes de sucre
- ⇒ une cigarette infusée dans un peu d'eau chaude

On mélange ces ingrédients, en prenant soin de filtrer préalablement l'infusion, jusqu'à l'obtention d'une pâte en miettes. Ne pas toucher avec les mains. Disposer l'appât dans des boîtes ajourées d'un côté, à proximité du passage des rats. Veiller à ce que les enfants ou la volaille ne puissent y avoir accès.

## Leurres et épouvantails

Un leurre est un objet qui trompe. Par exemple, une forme découpée représentant un oiseau de proie et flottant dans un arbre peut faire peur à de petits oiseaux. De même, un épouvantail représentant un homme peut contribuer à **effrayer** les oiseaux.

Il existe toutes sortes de leurres et d'épouvantails fabriqués avec des moyens simples; ils ne sont pas toujours très efficaces. En voici quelques exemples.

Une statuette en forme de singe habillée de peau de singe ou de tissu de même couleur est accrochée à un arbre planté dans le champ. Les singes la confondent à une victime de chasse et ont peur de subir le même sort.

Des bandes de tissus enduites d'huile de karité et sur lesquelles on a saupoudré de la poudre de fusil font s'éloigner les phacochères.

Beaucoup d'oiseaux sont effrayés par les cadavres puants de leurs congénères. La vue d'un oiseau mort peut les chasser.

En cas d'attaque des cultures par des oiseaux, on utilise parfois des **épouvantails sonores**. Des fils sont tendus dans les parcelles à protéger auxquels on attache des objets bruyants. Ils sont agités par le vent, ou par des gardiens aux moments où les oiseaux sont les plus envahissants. Il existe aussi des canons à air comprimé qui simulent des coups de feu à intervalles réguliers.



188

*Épouvantails à oiseaux en toile en plastique. Les toiles sont assez légères pour donner prise au vent. On peut y ajouter des morceaux d'objets étincelants (miroirs, papier d'argent, etc.)*



## Quatrième partie

# Les auxiliaires des cultures

Les auxiliaires des cultures sont les êtres vivants, animaux et micro-organismes principalement, **qui s'attaquent significativement aux ravageurs** des cultures sans s'attaquer aux plantes cultivées elles-mêmes.

La première partie du livre posait une série de questions relatives à la vie des ravageurs des plantes cultivées. L'une d'elles était de savoir si les ravageurs avaient eux-mêmes des ennemis capables de limiter leur expansion. Ces ennemis avaient été présentés comme auxiliaires utiles à l'agriculteur.

### Qui sont les auxiliaires des cultures et comment les repérer?

Il existe de nombreuses espèces d'auxiliaires des cultures dont l'activité est plus ou moins facile à observer. On en distingue plusieurs catégories.

- Les **prédateurs** chassent leurs proies pour s'alimenter eux-mêmes ou pour nourrir leur descendance. Ce sont des insectes ou des araignées, des oiseaux, des crapauds ou des grenouilles, des lézards, des serpents, des petits mammifères, des volailles, etc.
- Les **parasitoïdes** sont des espèces d'insectes ou de vers dont les œufs ou les larves se développent à l'intérieur du corps d'autres espèces et, pour ce qui nous intéresse, à l'intérieur du corps des ravageurs. Les parasitoïdes se logent dans les chenilles, les larves, les nymphes, etc. Ils les affaiblissent et finissent par les tuer. Lorsqu'ils sortent de la chenille parasitée, il n'y a plus qu'une carcasse sèche. Les prédateurs utiles peuvent eux aussi être attaqués par des parasitoïdes.
- Les **entomopathogènes** sont des micro-organismes qui provoquent des maladies chez les insectes, qu'ils soient ravageurs ou auxiliaires. Certains n'attaquent que des espèces d'insectes spécifiques. Parmi les micro-organismes entomopathogènes, on compte des bactéries, des champignons microscopiques et des virus.

Il existe une multitude d'auxiliares, visibles ou invisibles à l'œil nu (tableau 189). Malheureusement, on ne dispose pas encore d'assez d'informations sur les meilleures façons de les faire travailler au bénéfice des cultures et de favoriser leur prolifération. De nombreuses recherches devraient être faites dans le domaine de la lutte biologique et des pratiques utilisables dans les champs et les jardins (34) (43) (4). Certains instituts de recherche s'y intéressent (\*).

189

### Quelques auxiliares des cultures



190



192



196



(\*) En particulier l'IITA d'Ibadan, au Nigeria, et le CIRAD, en France, qui peuvent être contactés par le canal des stations de recherche agronomique locales.

Les ravageurs ont des ennemis spécifiques. Par exemple, le scolyte du caféier *Hypothenemus hampei* (photo 42, p.44) est attaqué par plusieurs auxiliaires qui sont les insectes *Prorops nasuta*, *Heterospilus coffeicola*, *Cephalonomia stephanoderis* et le champignon *Beauveria bassiana* (9). La punaise bigarrée du caféier (*Antestia*) est attaquée par le *Coroxienos antestiae*, les mantes, les résuves (35). L'insecte *Aphidus bertrandi* détruit le puceron *Acyrtosiphon pisum* qui attaque le pois, en y pondant ses oeufs (photos 201 et 202). Le champignon *Erynia neoaphidis* tue le même puceron (photo 196). Les bactéries *Bacillus thuringiensis* ou *Baculovirus* sont des auxiliaires "généralistes" attaquant de nombreuses espèces d'insectes.

Certaines familles d'insectes et d'araignées sont plus riches en auxiliaires que d'autres. On le relève dans le [tableau 199](#).

199

### Quelques familles d'insectes et d'araignides comprenant des auxiliaires des cultures (40) (1)

Les familles suivantes comprennent des auxiliaires des cultures (\*):

- ⇒ punaises (hémiptères)
- ⇒ guêpes et fourmis (hyménoptères)
- ⇒ coccinelles (photo 190) et scarabées (coléoptères)
- ⇒ chrysopes (neuroptères)
- ⇒ syrphes (diptères) (photo 200)
- ⇒ thrips (tysanoptères)
- ⇒ perce-oreilles (dermaptère)
- ⇒ grillons (orthoptères)
- ⇒ mantes (dictyoptères) (photo 197)
- ⇒ libellules (odonates)
- ⇒ araignées et acariens (arachnides) (photo 191)

La liste n'est pas exhaustive. Toutes les espèces faisant partie des familles citées ci-dessus ne sont pas nécessairement des prédatrices auxiliaires des cultures.



Quelques espèces de syrphes. Les adultes se nourrissent du suc des fleurs, mais leurs larves sont prédatrices.

pucerons momies de pucerons



*Aphidius bertrandi* (201) pond dans le corps du puceron *Acyrtosiphon pisum* (202) qui se momifie.

(\*) De nombreuses photos figurent dans le livret de B. Michel et J.P. Bournier (40).

Des espèces de **fourmis carnassières** s'attaquent aux chenilles ou aux larves (photo 203). Certains cultivateurs en implantent un ou deux nids dans leur champ ou leur jardin, en s'assurant que les nids transplantés disposent d'une reine. Les fourmis carnassières sont utilisées depuis l'antiquité pour combattre certains insectes dans les vergers d'agrumes, et en particulier les cochenilles (29). En Afrique Centrale, les agriculteurs attirent les fourmis vers les galeries creusées dans le tronc du caféier par les borers *Apate monacus* et *Anthores* sp. Ils épandent un peu d'huile de palme autour de la souche et sur la tige du caféier jusqu'au niveau de l'entrée de la galerie. Les fourmis attirées par l'huile pénètrent dans le trou et dévorent les larves qui s'y trouvent.

Des **guêpes** de l'espèce *Encarsia lutea* sont très friandes des larves de la mouche *Bemisia tabaci* qui répand des virus sur le tabac, l'arachide, la patate douce, le cotonnier, le manioc, etc.

Des **araignées carnassières** consomment également des chenilles et des larves; on évite donc de les tuer ou de détruire inutilement les toiles qu'elles tendent en guise de pièges.

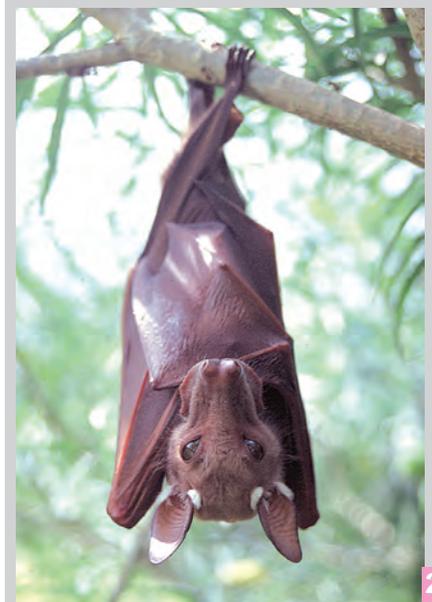
De nombreux **oiseaux** se nourrissant d'insectes, de chenilles, de larves, jouent un rôle efficace d'auxiliaires des cultures. C'est le cas par exemple de l'hirondelle ou de la bergeronnette.

Les **chauves-souris**, qui ne prennent leur envol que la nuit, consomment d'énormes quantités d'insectes, mouches, papillons, larves, etc. (photo 204). Elles peuvent en consommer jusqu'à un tiers ou même la moitié de leur poids, par nuit (63). Les **oiseaux de proie**, eux, se nourrissent de petits rongeurs ou d'oiseaux. L'importance des prédateurs par les chauves-souris et les oiseaux de proie justifie qu'on respecte leur habitat ou qu'on leur en aménage pour les besoins de la lutte phytosanitaire.



203

*Plusieurs espèces de fourmis sont carnassières.*



204

*Les chauves-souris sont de grandes consommatrices d'insectes. Il est très utile de protéger leur habitat.*

Deux petits insectes du nom de *Oligota* et *Typhodromalus* traquent l'**acarien vert du manioc** *Mononychellus*, dont les dégâts apparaissent sur la photo 205. Ce dernier est aussi attaqué par un autre acarien du nom de *Amblyserius idaeus*, que l'on voit sur la photo 206.



205

Dégâts de l'acarien *Mononychellus* sur le manioc (205). L'acarien *Amblyseiulus idaeus* (206, grossi 500 fois) se nourrit d'autres espèces d'acariens.



206

Une loupe permet parfois d'observer des insectes couverts d'une couche de **moisissures** entomopathogènes. Nous verrons plus loin qu'on peut tenter de les disséminer dans le milieu pour combattre les chenilles et les larves.

La compétition naturelle entre les êtres vivants concerne parfois des **espèces très proches**. Par exemple, les champignons du sol *Pythium* et *Fusarium*, qui ravagent les plantes cultivées, sont détruits ou affaiblis par d'autres variétés des mêmes espèces de champignons qui, elles, sont inoffensives pour les plantes. La compétition peut aussi se faire entre champignons du sol et bactéries.

Des animaux de basse-cour, comme des **poules**, des **canards** ou des **pintades**, servent d'auxiliaires, par exemple dans les bananeraies pour combattre les charançons, dans les champs de coton pour détruire l'insecte *Dysdercus* (photo 207), ou dans des endroits infestés de chenilles, de vers blancs, ou d'œufs et de larves de criquets vivant à faible profondeur dans le sol.



207

Dans les champs cotonniers, on peut envoyer des volailles pour combattre l'insecte *Dysdercus* qui s'attaque aux capsules du coton.

Les volailles remuent constamment la terre et mangent les insectes. Les œufs, les larves et les nymphes sont gênés dans leur développement.

On estime qu'une trentaine de poules peut éliminer *Dysdercus* sur un quart d'hectare de coton. Dans les vergers, l'activité des volailles est facilitée par le sarclage au pied des arbres (33). Les volailles sont efficaces également pour la destruction des tiques du bétail.



208

*Les volailles sont d'actives auxiliaires des cultures dès que les plants sont bien installés et qu'elles ne peuvent plus les abîmer.*

209

### **Quelques chiffres de prédation par les auxiliaires des cultures**

Les auxiliaires des cultures sont des agents très actifs pour le contrôle des ennemis des cultures. Voici quelques exemples de cette activité:



*Chrysope*

- ⇒ en 10 jours, jusqu'au moment où elle prend sa forme adulte, une larve de syrphé consomme entre 400 et 700 pucerons;
- ⇒ une larve de coccinelle mange entre 30 et 60 pucerons par jour, pendant 8 à 10 jours (photo 212);
- ⇒ une larve de chrysope se nourrit de plus de 500 pucerons en 15 à 20 jours;
- ⇒ une femelle de la guêpe *Epidinocarsis lopezii* (211) parasite des centaines de cochenilles en quelques jours en y pondant ses œufs.
- ⇒ une chauve-souris consomme jusqu'à 60 mouches, papillons, chenilles, ... par nuit d'activité.

210



*Epidinocarsis lopezii*



212

*Coccinelles et leurs larves prédatrices de pucerons.*

Les cochenilles sont des insectes piqueurs et suceurs que l'on trouve sur de nombreuses espèces de plantes. Elles se fixent par exemple sur des rameaux et des pousses fraîches du manioc, et y injectent des toxines qui rabougrissent les tiges.

Les cochenilles sont généralement recouvertes d'une carapace cireuse, laineuse ou farineuse, qui empêche les insecticides de les atteindre. C'est pourquoi la lutte biologique est la plus adaptée pour combattre les cochenilles.

De nombreuses espèces de prédateurs telles que le coléoptère *Hyperaspis notata* et diverses espèces de fourmis carnassières sont utilisées pour lutter contre la cochenille



214



215

*Cochenilles sur des feuilles de manioc.*



216

*Le coléoptère *Hyperaspis notata* consommant des œufs de cochenille du manioc.*

du manioc (*Phenacoccus manihoti*). La guêpe *Epidinocarsis lopezii* est un parasitoïde utilisé avec succès dans de nombreuses régions pour lutter contre la cochenille du manioc. Lorsque celle-ci est répandue dans une zone où le manioc est envahi, l'abondance de nourriture la fait proliférer. Les populations de cochenilles finissent par disparaître, ou du moins par descendre sous le seuil de nuisibilité. Les fourmis carnassières sont aussi utilisées dans les vergers d'agrumes contre la cochenille *Icerva purchasi*.

Renforcer les auxiliaires des cultures, c'est renforcer des chaînes alimentaires naturelles complètes. Si des chenilles se développent sur une culture, la présence d'oiseaux qui les mangent, d'araignées qui les chassent ou de guêpes qui y injectent leurs œufs, les place dans une **chaîne alimentaire**.

En laboratoire, il est possible d'élever certains des auxiliaires des cultures cités plus haut, pour les lâcher ensuite dans le milieu cultural. C'est toutefois un travail spécialisé qui est rarement à la portée des cultivateurs paysans.

Les insectes **pollinisateurs** qui transportent les pollens sur leurs pattes, leurs ailes, leur thorax, etc. et qui participent à la fécondation des fleurs sont aussi à considérer comme auxiliaires des cultures. Dans les vergers d'arbres fruitiers, l'application intensive d'insecticide peut amener une réduction très sensible de la production fruitière, par absence de fécondation.

## Le repérage

Le repérage des auxiliaires des cultures est possible dans les champs au moyen d'une bonne loupe. Il demande une présence continue et de la patience. Les observations se font durant toute la saison de culture, dans les champs eux-mêmes et dans les lieux servant de refuges aux auxiliaires.

217

## Repérer les auxiliaires

- ⇒ prendre le **temps** d'observer, saison après saison, tant au cours de la période culturale qu'en dehors;
- ⇒ **être régulièrement présent** dans le champ, là où sont constatés les ravages;
- ⇒ **repérer les différents stades de développement du ravageur** sur les plantes, et son mode de vie: vie diurne ou nocturne? à l'ombre ou au soleil? en groupe ou individuelle? etc.;
- ⇒ repérer les **périodes d'activité intense de l'auxiliaire**: temps pluvieux ou sec? abondance de certaines nourritures?
- ⇒ repérer à quelles phases du **cycle de développement de la plante** le ravageur fait le plus de dégâts, et **comparer avec les périodes de prolifération** de l'auxiliaire, afin de voir s'il y a correspondance;
- ⇒ **chercher les cadavres** ou les traces des ravageurs détruits par les prédateurs auxiliaires et les observer: sont-ils couverts de moisissures? vidés de leur substance? déchiquetés, enroulés dans des toiles d'araignées? etc.;
- ⇒ si possible, **déterminer les causes** de la mort: ont-ils été piqués, croqués, rongés de l'intérieur?
- ⇒ **repérer** les habitudes et les préférences des auxiliaires et **favoriser leur prolifération**;
- ⇒ **vérifier** si ces prédateurs ne sont pas dangereux pour d'autres cultures que celle qu'on cherche à protéger;
- ⇒ vérifier si l'auxiliaire lui-même n'est pas **attaqué par d'autres prédateurs**.

L'appui de chercheurs ou de techniciens chevronnés est des plus utiles pour réaliser ces observations en champ.

## Lutte biologique et lutte raisonnée

La **lutte biologique** contre les ravageurs des cultures consiste à renforcer l'action des auxiliaires par toutes sortes de moyens, sans utilisation de pesticides artificiels. Elle prend plusieurs formes.

- On veille à **protéger** les auxiliaires et à les aider à se multiplier. On évite de les détruire par des applications intempestives de pesticides, et on préserve certaines parties des champs et des terroirs afin qu'ils trouvent des lieux de vie et de reproduction. Ces lieux sont par exemple des **haies**, des massifs d'**arbres** et de buissons, des **lignes herbeuses**, des **mares**. On favorise les **nidifications** d'oiseaux utiles, de petits mammifères insectivores, de chauves-souris, de hérissons, de lézards ou de serpents inoffensifs pour l'homme et les animaux domestiques.



218

*Dans cette rizière de Casamance, les îlots d'arbres établis sur de grosses termitières sont autant de zones de refuge et de reproduction pour les auxiliaires des cultures.*

La photo 218 montre comment entretenir des **îlots de végétation** favorables au maintien des auxiliaires des cultures dans les rizières. Il est possible de traiter les plants de riz dans les parties inondées au moyen d'un pesticide, sans pour autant compromettre trop fortement l'existence des auxiliaires vivant et se reproduisant dans les îlots agro-forestiers.

On peut aussi **confectionner des nids** dans lesquels les auxiliaires viennent se reproduire ou passer les périodes sèches: petites cavités, fins bambous assemblés en fagots dans lesquels viennent nidifier les guêpes prédatrices, etc. C'est l'observation minutieuse de la vie des auxiliaires qui permet de réaliser de tels aménagements très peu coûteux.

Le maintien de **petites mares** ou de zones humides favorisent la présence de grenouilles et de crapauds.

- Les **lâchers** d'insectes prédateurs visent à installer dans le milieu des auxiliaires qui ne s'y trouvent pas encore. Les lâchers se font au moment où les ravageurs à contrôler sont bien actifs, afin que les auxiliaires prédateurs trouvent rapidement de la nourriture. Certaines stations de recherche sont bien équipées pour procéder à des lâchers.

- On peut semer des **plantes "garde-manger"** attirantes pour les insectes. Soit elles attirent les insectes potentiellement ravageurs, soit elles nourrissent les auxiliaires des cultures qui attaqueront ensuite les ravageurs.

Par exemple, certaines plantes sont plus attirantes que d'autres pour les pucerons. On pense au persil, à la coriandre, au fenouil, à la luzerne, la capucine, la belle de jour (*Convolvulus bicolor*) (50). Ces espèces peuvent être semées dans le jardin afin de concentrer les populations de pucerons. Les auxiliaires s'en donnent alors à cœur joie et se multiplient. Cette pratique comporte cependant des risques.

Les guêpes et les syrphes apprécient les espèces à fleurs odoriférantes dont ils mangent le nectar ou le pollen. Quelques plantes de ces espèces sont entretenues dans le jardin pour favoriser leur prolifération.



219

*Les capucines sont des plantes pièges pour les pucerons.*

Les plantes garde-manger sont parfois semées en **cultures intercalaires**. De la **luzerne**, par exemple, semée en sous-étage sous les arbres d'un verger, sert de refuge à tout ce peuple d'auxiliaires utiles protégeant les arbres du verger contre leurs ravageurs.

La lutte biologique n'exclut pas l'utilisation de **pesticides naturels** tels que des urines, des purins de plantes, des répulsifs fabriqués à base de plantes ou d'animaux morts, de chaux, de minéraux. Nous parlons de ces pesticides à la cinquième partie.

Parmi les produits utilisés en agriculture biologique, relevons que des macérations d'excréments animaux sont le plus souvent répulsives pour l'animal qui les a produits. Les limaces, par exemple, évitent de circuler sur les planches de culture où l'on a épandu une macération des cadavres de leurs congénères (62).

La **lutte raisonnée** consiste à favoriser les auxiliaires des cultures à certaines périodes de l'année et à utiliser des substances chimiques à d'autres périodes. Les traitements chimiques se font durant les périodes au cours desquelles on ne risque pas de détruire les prédateurs utiles.

Lorsque l'urgence impose d'utiliser un pesticide contre un ravageur bien ciblé, on le fait avec toutes les précautions d'usage au moment précis où le pesticide est efficace contre le ravageur, et en limitant les doses au strict minimum nécessaire. Tout traitement chimique se fait donc avec la **conscience aiguë des risques** encourus pour les équilibres écologiques qui doivent normale-

ment régir les rapports entre les êtres vivants. Dans la mesure du possible, on utilise des pesticides d'origine naturelle (voir cinquième partie).

L'aménagement du milieu au profit des auxiliaires donne tout son sens à la **lutte intégrée**. Il consiste, durant toute la saison culturale, à **créer les conditions propices à un bon développement des plantes et des chaînes alimentaires favorables aux auxiliaires culturels**. La lutte intégrée veille à mettre en œuvre, conjointement,

- ❑ toutes les pratiques agricoles favorisant le bon **développement** et l'**hygiène** des plantes,
- ❑ des pratiques favorisant l'**activité des auxiliaires** des cultures et la **vie du sol**,
- ❑ une **utilisation limitée de pesticides** chimiques.

Dans les méthodes de culture utilisant des pesticides chimiques, les auxiliaires sont tout autant en danger que les parasites visés. Pour une seule espèce combattue par le pesticide, de nombreuses autres, sans nuisibilité, sont éliminées, et en particulier les insectes pollinisateurs.

## Des préparations vivantes

Il existe dans les stations agricoles ou chez certaines firmes spécialisées des **préparations microbiennes** capables de tuer certains ravageurs des cultures, sans risque pour les plantes cultivées et la santé humaine. Il existe aussi des préparations fermières. En général, on mélange les micro-organismes entomopathogènes dans l'eau pour les pulvériser sur les cultures infestées. On peut aussi procéder par enrobage des semences, des boutures ou des plantules, au moyen d'inoculum contenant des bactéries symbiotiques ou entomopathogènes, comme nous l'expliquerons ci-après.

Les préparations vivantes que l'on trouve dans le commerce sont souvent coûteuses, de même que les lâchers d'insectes auxiliaires, du moins apparemment. Mais il faut pourtant comparer leurs coûts à ceux des traitements chimiques qu'on doit répéter périodiquement et qui n'atteignent que les insectes se trouvant en phase vulnérable. L'avantage des préparations vivantes et des lâchers est que la dissémination se fait naturellement. Une seule pulvérisation de la préparation vivante ou un seul lâcher de prédateurs suffit parfois pour toute une saison.

### Préparations bactériennes

Ces préparations sont composées de **bactéries séchées**. Les bactéries ont en effet la capacité de résister pendant un certain temps à la dessiccation. Dès qu'elles sont réhumidifiées, elles se remettent en activité.

La plus connue des préparations bactériennes utilisées pour combattre des insectes est celle de *Bacillus thuringiensis*. Le principe actif est une toxine qui agit dans l'ennemi après ingestion. Plus de 150 espèces d'insectes sont sensibles au bacille. Plusieurs préparations commerciales de *Bacillus thuringiensis* visent les larves de lépidoptères (papillons) ou d'autres ravageurs tels que *Plutella xylostella*.

*Streptomyces avermitilis* produit l'abamectine, une substance active naturelle, acaricide et insecticide, qui traverse la cuticule (peau) des plantes sur lesquelles elle est répandue et agit ensuite par l'intérieur. Elle élimine certains acariens et insectes qui se nourrissent sous cette cuticule. L'abamectine agit à faible dose contre les insectes, comme la chenille mineuse *Liriomyza* par exemple. Elle est rapidement dégradable et ne se maintient donc pas dans l'environnement.

Les préparations de *Rhizobium* agissent différemment. C'est une bactérie qui pénètre dans les racines de certaines légumineuses et qui s'associe à elles pour exploiter l'azote de l'air. Le *Rhizobium* **renforce la vigueur** des plants inoculés, ce qui les rend plus résistants aux ravageurs.

*Bacillus thuringiensis* et *Streptomyces avermitilis* sont épandus sur les cultures par pulvérisation sur le feuillage, alors que *Rhizobium* est inoculé aux jeunes radicules par **enrobage** des semences ou par inclusion dans le sol entourant les jeunes racines.

Les gains résultant de l'inoculation par le *Rhizobium* sont mesurés cas par cas, pour les différentes espèces cultivées et dans les conditions locales. Le **tableau 220** donne un ordre de grandeur des gains obtenus en cultures de légumineuses.

**220**

### **Effet de l'inoculation par le *Rhizobium* sur quelques plantes cultivées (8)**

Le chiffre indique en % l'accroissement de rendement obtenu par suite de l'inoculation de champs, en Tunisie, par rapport aux champs témoins non inoculés.

chez l'arachide		chez le soja		chez le haricot	
⇒ gosses	168 %	⇒ graines	192 %	⇒ graines	211 %
⇒ huile	161 %	⇒ huile	184 %		

Ces chiffres ne reflètent pas les effets qualitatifs tels que l'amélioration protéinique ou la composition minérale.

Sur le plan sanitaire, il est intéressant de comparer les résultats obtenus respectivement par l'application d'un pesticide et par l'inoculation. Le raisonnement peut être le suivant: si, par exemple, l'incidence d'une attaque de ravageurs fait perdre 20% de la production de gousses d'arachide, le rendement passe de 100% (sans attaque) à 80%. En admettant qu'un pesticide soit entièrement efficace, on aurait un rendement de l'ordre de 100%. Si, grâce à l'inoculation, le rendement s'est élevé à 168% (selon le tableau), et que l'incidence du ravageur, en l'absence de pesticide, est aussi de 20%, le rendement final des plantes inoculées serait de 134,4% par rapport aux plantes traitées par le pesticide.

Cet exemple suggère donc l'expérimentation de lutttes sanitaires qui comptent sur la vigueur et les résistances propres des plantes cultivées plutôt que sur l'utilisation de produits chimiques, dont les effets sur le milieu et la santé humaine et animale sont incertains.

Il est toujours nécessaire de procéder à des expérimentations en champ. Toutes les souches de *Rhizobium* n'ont pas les mêmes effets sur une espèce déterminée. En outre, les nodosités se forment sur les plantes qui sont plutôt en manque d'azote. Il n'est pas assuré qu'elles apparaissent dans les sols riches en matières organiques (46).

L'inoculation peut se faire à partir de souches achetées dans le commerce sous forme de poudre. Cette poudre est mélangée avec l'enrobage des graines.

Si on n'a pas la possibilité d'acheter des souches commerciales, il est possible malgré tout de procéder à des enrobages à partir de préparations fermières. Des racines bien nodulées par le *Rhizobium* sont écrasées dans de l'argile fine mélangée avec un peu d'eau. Les graines à inoculer y sont mélangées avant d'être semées. Le procédé est le suivant:

- repérer dans les parcelles des zones où les racines des légumineuses sont bien nodulées. Lors des semis de la saison suivante, **prélever de la terre** à ces endroits, la mélanger avec de l'eau et tremper les semences dans la boue ainsi obtenue;
- **pour multiplier le *Rhizobium***: faire germer les semences de légumineuses dans une terre pauvre en matière organique mais contenant des *Rhizobium*. C'est le cas lorsque des plantes nodulées poussaient sur cette terre la saison précédente. Lorsque les cotylédons sont étalés et qu'un premier bourgeon est apparu, raccourcir fortement les cotylédons avec un couteau (8). Pour satisfaire leurs besoins en azote, les plantules vont faire appel au *Rhizobium*. Quand les racines nodulées de ces plantules se sont bien développées, les écraser pour préparer un enrobage, comme indiqué dans le [tableau 221](#).

## Préparer un enrobage de semences ou de jeunes plantules

Un enrobage se fait au moyen d'une pâte ou d'un liquide épais contenant des souches de *Rhizobium* adaptées aux plantes à inoculer. On mélange intimement:

- ⇒ un **substrat** capable de nourrir les bactéries et de garder un peu d'humidité: argile, tourbe très fine, balles de riz pilées, vermiculite, farine de feuilles de légumineuse,
- ⇒ un **complément calcique** tel que de la craie très finement pilée (8),
- ⇒ éventuellement un **adhésif** comme la gomme arabique ou une glu végétale pour favoriser l'adhérence aux graines.

Le mélange est **stérilisé** à chaud. Ensuite, après refroidissement:

- ⇒ on ajoute de l'**eau** saine pour former une pâte plus ou moins souple,
- ⇒ la ou les **souches de *Rhizobium*** achetées, ou des nodosités de racines fraîches finement écrasées dans l'eau, sont incorporées,
- ⇒ le mélange **incube** durant 15 jours en maintenant l'humidité,
- ⇒ **les graines sont mélangées** à la pâte au moment de semer, ou bien on ajoute un peu de cette pâte dans les mottes à repiquer ou dans les poquets, à proximité immédiate des graines ou des jeunes racines.

### Préparations fongiques (à base de champignons)

Dans le domaine des grandes cultures, de l'arboriculture ou de la production forestière, des applications de champignons (*Beauveria* spp, *Endothia parasitica*, *Entomophthora*, etc.) sont praticables contre des insectes ou des maladies à champignons (34).

L'implantation de **mycorhizes** sur les racines des arbres peut aussi être favorisée. Ce sont des champignons qui ont la particularité de vivre en symbiose avec ces racines ou qui les ensèrent dans un manchon. Ils se nourrissent dans les fines couches de déchets racinaires et produisent des substances favorables à la santé des arbres. Les symbioses mycorhiziennes sont très spécifiques aux espèces dont les racines sont colonisées. On les développe à partir d'échantillons produits en stations agricoles. Lorsqu'elles sont installées, elles sont permanentes. Il n'y a pas lieu de réensemencer saisonnièrement. Seules quelques stations de recherche sont capables d'informer les planteurs ou les pépiniéristes sur le sujet.

Des préparations commerciales sont disponibles pour la protection des cultures maraîchères. Par exemple, des préparations à base de *Trichoderma* sp sont utilisées pour restituer la microbiologie des sols stérilisés et les protéger contre la réinstallation de germes de *Pythium* ou de *Fusarium*.

## Préparations virales

Plusieurs virus provoquent des maladies chez les insectes ravageurs. Les *Baculovirus*, par exemple, sont responsables de la granulose ou de la polyhédrose nucléaire chez un bon nombre d'espèces de chenilles (photo 222). Des préparations commerciales sont disponibles, par exemple contre *Heliothis* sp qui attaque les fleurs de cotonnier (photo 223), du maïs, du sorgho (34).

Il est possible de faire sa propre solution à base de ces virus qui sont inoffensifs pour l'utilisateur et le consommateur. Les chenilles ravageuses des plantes qui sont naturellement infectées pendent souvent sous les feuilles. Elles ont d'abord un aspect blanchâtre, puis sombre et un liquide noirâtre s'en échappe. On écrase les cadavres



222

Une chenille infectée par un *Baculovirus*.



223

Chenille du papillon *Heliothis armigera* sur un bouton floral de cotonnier.

de chenilles virosées dans un fond d'eau et on filtre le mélange. Puis on le dilue dans de l'eau saine et on le place dans un pulvérisateur. Une cinquantaine de chenilles à symptômes ( $\pm 15$  gr) est suffisante pour traiter un hectare. On pulvérise la préparation sur les feuilles avant que les nouvelles chenilles ne commencent leurs dégâts, car la maladie met au moins 3 jours avant d'apparaître (49).

## Lâchers d'insectes

Certains insectes auxiliaires des cultures sont élevés en laboratoires ou parfois par des cultivateurs. Ils sont ensuite lâchés dans les champs à protéger, sous forme d'œufs ou d'adultes. Les laboratoires ne sont pas toujours très compliqués à construire. Ils pourraient être réalisés, pour certains insectes, par des stations agricoles ou des coopératives locales.

Nous avons cité la guêpe *Encarsia lutea* qui attaque la mouche *Bemisia* transportant des virus sur le tabac, l'arachide, la patate douce, le cotonnier, le manioc, etc., et *Epidinocarcis lopezii* (photo 211, p.148) qui attaque la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*. Il y en a beaucoup d'autres tels que *Apanteles flavipes* qui envahit le borer de la canne à sucre, *Chilochorus bipustulatus* prédatrice de la cochenille du palmier dattier, ou *Pleurotropis parvulus* qui attaque la mineuse des feuilles du cocotier *Promecotheca reicei* (44). *Oligota* et *Typhodromalus* traquent l'acarien du manioc *Mononychellus*, dont les dégâts apparaissent sur la photo 205 (p.147).

Ces insectes sont lâchés dans les champs ou les plantations par avion, en voiture ou même à pied, en ouvrant les cages à plusieurs endroits afin de favoriser une diffusion large.



# Les substances phytosanitaires: pesticides et pestifuges

De nombreuses substances sont capables de **tuer** ou de **repousser** les ravageurs. Leur appellation générale est **pesticides** ou **pestifuges**, parce qu'ils s'attaquent aux **pestes**. Ce mot désigne indistinctement tous les êtres vivants qui ravagent les plantes. Deux terminaisons en caractérisent l'action: **-cide** caractérise les substances qui tuent le ravageur, **-fuge**, celles qui le font fuir. On parle donc d'insecticides ou d'insectifuges, de rodenticides ou de rodentifuges, etc.

La désignation générale ne suffit pas. D'autres **critères** importants pour caractériser l'action d'une substance phytosanitaire et son efficacité (tableau 225). Nous allons les passer en revue.

224

### Quelques types de pesticides

#### ce qui est combattu    le produit qui combat

insectes	<i>insecticide</i>
champignons	<i>fongicide</i>
bactéries	<i>bactéricide</i>
herbes	<i>herbicide</i>
mollusques, limaces, escargots	<i>molluscide</i>
rats, souris, rongeurs	<i>raticide, rodenticide</i>
nématodes	<i>nématocide</i>
acariens	<i>acaricide</i>
pucerons	<i>aphicide</i>

Les pesticides ont chacun leur **cible spécifique**; mais cela ne veut pas dire qu'ils n'ont pas d'**effets inattendus** sur d'autres organismes vivants qu'ils ne visent pas directement. Disséminés dans l'environnement et dans les **chaînes alimentaires**, ils peuvent créer des problèmes là où on ne s'y attend pas. Des volailles qui mangent des limaces détruites par une substance limacide toxique vont accumuler ces substances dans leur

### **Quelques critères généraux pour le choix des pesticides**

Le bon usage d'un pesticide suppose qu'on le connaisse. Les questions à poser portent sur:

- ⇒ le **type d'ennemi combattu**
- ⇒ le **mode d'action** du pesticide
- ⇒ le **spectre** d'action
- ⇒ la **matière active**
- ⇒ la **présentation**
- ⇒ la **rémanence**
- ⇒ l'**origine** de la matière active: naturelle ou artificielle
- ⇒ le **mode d'application**
- ⇒ la **toxicité** pour l'homme et les animaux

corps. La santé d'animaux domestiques sera éventuellement compromise par l'ingestion d'herbicide projeté sur leur fourrage. Un insecticide peut faire fuir les souris, un fongicide peut tuer les poissons, un raticide peut tuer un enfant, etc. D'où l'importance de bien choisir les produits pesticides qu'on utilise en agriculture.

Les pesticides mélangés réagissent chimiquement entre eux. Les mélanges provoquent parfois eux-mêmes une brûlure ou une intoxication des plantes que l'on veut protéger. Sauf indication sûre du fabricant, **on évite de pulvériser ensemble plusieurs produits pesticides.**

## **Modes d'action des pesticides**

Les matières actives composant les pesticides agissent chacune à leur façon sur le ravageur ciblé. Leurs modes d'action diffèrent. Il est bon de connaître ces modes d'action afin d'éviter les erreurs d'application. Caractérisons-les respectivement pour les insecticides, les fongicides et les herbicides.

### ***Insecticides***

Les **insecticides** sont utilisés dans la lutte contre les insectes **ravageurs eux-mêmes**, et contre les insectes **vecteurs** de maladies (18).

Les insecticides agissent par **contact**, par **ingestion** ou par **inhalation**.

Lorsqu'il est pulvérisé, l'**insecticide de contact** se dépose sur la carapace des insectes. La substance active pénètre dans leur corps et détraque certaines fonctions essentielles - nerveuses par exemple -, avant de les tuer.

L'épandage d'un insecticide de contact se justifie lorsque les insectes circulent ou volent à l'air libre et sont accessibles aux pulvérisations. Il a peu

d'effet sur les insectes enfermés dans des galeries, des pupes, des cocons, etc., puisqu'ils ne sont pas directement recouverts par le produit. L'observation du comportement de l'insecte ciblé est très important. Si, par exemple, l'insecte ne sort à l'air libre que la nuit, rien ne sert d'épandre l'insecticide de contact durant la journée. S'il vit à la face inférieure des feuilles, c'est par en bas qu'il faut les viser au moment de pulvériser.

Les **insecticides d'ingestion** sont des poisons qui doivent être avalés par les insectes en même temps que leur nourriture habituelle. On les applique en pulvérisation ou en poudrage à la surface des feuilles, des fleurs, des fruits, risquant d'être attaqués. On peut aussi les mélanger à des appâts ou en enrober des racines, lorsque les attaques sont souterraines. Si leurs effets perdurent durant quelques jours (bonne rémanence), ils peuvent être utilisés à titre préventif. On les applique alors juste au moment où s'annonce une pullulation. S'il s'agit d'appâts, on les place aux endroits fréquentés par les insectes, afin qu'ils ingèrent la substance.

Les **insecticides d'inhalation** agissent dans les voies respiratoires. Ils sont pulvérisés dans l'air en très fines gouttelettes, ou sous forme gazeuse. Dans les silos ou les greniers étanches, ils se mélangent à l'air et pénètrent dans les galeries où sont cachés les insectes. Ces insecticides sont souvent dangereux pour l'homme puisqu'il les respire, lui aussi, au moment de l'épandage.

Les insecticides ne font pas de distinction entre les insectes ravageurs et les insectes utiles, pollinisateurs ou auxiliaires des cultures. Ils peuvent donc être dangereux pour les équilibres écologiques. S'ils solutionnent dans l'immédiat des problèmes de ravages, ils les renforcent éventuellement à plus long terme.

Ne pas tenir compte des modes d'action de l'insecticide utilisé, ni du mode de vie de l'insecte ciblé, conduit à **plusieurs risques**:

- **ne pas atteindre sa cible**, et ne pas enrayer l'attaque, malgré la dépense;
- **tenter d'augmenter les doses** ou le nombre d'épandages, sans pour autant obtenir de meilleurs résultats;
- **éliminer des insectes non ciblés**, et tuer les auxiliaires des cultures utiles;
- **s'intoxiquer** soi-même, ou ses animaux, sans pour autant être sûr du résultat;
- **polluer** le milieu environnant.

L'utilisation d'insecticide suppose donc de bien connaître et le **mode d'action du produit** utilisé, et le **mode de vie de l'insecte ciblé**, ce qui permet d'adapter correctement la technique d'application.

## **Fongicides**

Les **fongicides** sont les substances permettant de lutter contre les champignons ravageant les plantes. Ils sont dits **généralistes** ou **peu sélectifs** lorsqu'ils s'attaquent à un grand nombre d'espèces de champignons. Par contre, si les espèces de champignons touchés sont peu nombreuses, on les dit **sélectifs** ou **spécifiques**.

Les fongicides **de surface** sont appliqués par pulvérisation, par arrosage ou par poudrage à la surface des organes des plantes à protéger: des feuilles, des jets, des bourgeons, des fruits. Ou alors, on en enrobe les graines ou les racines. Il est important qu'ils couvrent très bien les organes des plantes. C'est en effet à la surface des organes qu'ils tuent les cellules du champignon ravageur. Ils pénètrent peu ou pas à l'intérieur des plantes et ne soignent donc pas les organes déjà malades. Ceux-ci doivent toujours être éliminés par des récoltes sanitaires, avant qu'ils ne constituent des foyers d'infection pour les plantes voisines.

La plupart des fongicides trouvés dans les commerces appartiennent à la catégorie des fongicides de surface. Ils sont **préventifs** plutôt que curatifs. Ils tuent les semences du champignon avant qu'elles ne pénètrent dans les organes.

Les fongicides **systemiques** pénètrent dans la plante soit par les racines qui les absorbent en même temps que l'eau du sol, soit à travers la peau des feuilles et des tiges. On les applique par pulvérisation ou par arrosage du sol. Dès qu'ils ont pénétré dans les tissus, ils sont véhiculés par la sève dans toutes les parties de la plante. Ils agissent sur les différentes formes que prend un champignon: filaments, spores, coques, etc. Agissant à l'intérieur des plantes, les fongicides systemiques sont donc capables d'enrayer des attaques fongiques en cours de propagation à l'intérieur des plantes, et d'arrêter leur extension. Mais ils ne guérissent pas les tissus nécrosés ou pourris.

Certains fongicides sont appliqués directement dans le sol, par exemple autour des racines, dans les poquets. Ce mode d'application convient pour des champignons ravageurs qui vivent dans le sol, mais il n'est pas facile de trouver des dosages corrects.

Les matières actives composant les fongicides appartiennent à deux grands groupes. Les unes sont **minérales**; leurs matières actives sont généralement le cuivre et le soufre. Les autres sont des produits **organiques** synthétisés dans l'industrie pharmaceutique (44). Nous verrons aussi plus loin qu'il existe des fongicides végétaux naturels.

## Quelques formules fongicides minérales, peu coûteuses

La **Bouillie bordelaise** est une solution aqueuse comportant 1 ou 2% de sulfate de cuivre et 0,5 à 1% de chaux vive. Les deux produits sont d'abord mélangés entre eux avant d'être dilués dans l'eau. La dilution peut se faire dans une macération de tabac.

La **Bouillie bourguignonne** est une solution aqueuse de sulfate de cuivre (1 à 2%) et de carbonate de soude (1,3 à 2,6%).

L'**Oxchlorure de cuivre** est dilué à 0,5%

L'**Acétate de cuivre** est dilué entre 0,5 et 2%

Le **Soufre** est présent dans la bouillie à raison de 3 à 5% de son volume.

### Herbicides

Les **herbicides** sont utilisés pour lutter contre les plantes adventices ou "mauvaises herbes". Ils sont tous systémiques puisque, pour agir, ils doivent être assimilés par les plantes, à travers les racines ou le feuillage, et se répandre dans tous les organes de la plante avant de les tuer.

Les **herbicides totaux**, ou non sélectifs, tuent toutes les plantes d'une parcelle, quelle que soit l'espèce. Ils font place nette, pour un certain temps.

Les **herbicides sélectifs** agissent sur certaines familles ou espèces de plantes, et pas sur d'autres. Par exemple, la substance active tue les plantes dicotylédones sans affecter les monocotylédones, ou inversement.

Certains herbicides sont absorbés **par les racines**. Tant qu'ils n'ont pas été emportés par l'eau du sol (lessivage) ou dégradés chimiquement ou biologiquement, ils continuent de manifester leurs effets à l'endroit où ils ont été épandus. Les effets de ces herbicides se manifestent parfois durant plusieurs années, comme si le sol lui-même était empoisonné. Les herbicides totaux agissant par absorption racinaire sont à utiliser plutôt sur les sentiers, les chemins et les cours qu'on veut dégager de toute végétation. On ne les applique pas dans les champs. Si toutefois on les utilise à proximité des jardins ou des champs, il faut respecter une distance entre les plantes à maintenir et la zone d'application, de façon à éviter d'empoisonner les racines des plantes qu'on veut garder.

Certains herbicides sont absorbés **par les feuilles**. On les appelle **herbicides foliaires**. Le glyphosate (Roundup) en est un exemple. La matière active pénètre dans la plante par les stomates de ses feuilles et l'empoisonne de la tête au pied. Ce type d'herbicide est capable d'attaquer

les plantes très vivaces disposant d'un fort enracinement par touffe ou par rhizomes. La matière active de ce type d'herbicide peut soit se décomposer avec les débris des plantes tuées (ce qui est le cas du Roundup), soit se maintenir dans le sol, ce qui n'est pas sans danger pour le milieu, dans l'immédiat et à plus longue échéance. Les herbicides non biodégradables sont emportés par l'eau de lessivage, **on les retrouve dans les nappes aquifères** du sous-sol. La biodégradabilité du produit est à analyser avec le fournisseur.

L'application des herbicides se fait soit sur **l'ensemble d'une parcelle, entre les lignes** de culture, soit **plante par plante** par application au pinceau, si c'est une espèce bien précise qui est visée par la lutte.

Comme pour les autres pesticides, il est nécessaire de bien étudier les caractéristiques du produit et le cycle de vie des mauvaises herbes qu'on veut combattre. La **période de levée** des graines de mauvaises herbes est une période favorable à l'application d'herbicide. Quand les jeunes plants atteignent 10 ou 12 centimètres, ils y sont très sensibles et les doses à appliquer sont limitées. Si on attend trop longtemps, la masse végétale est importante et les quantités de produits à appliquer augmentent (en entraînant les coûts vers le haut). Lorsqu'on tient à utiliser un herbicide pour lutter contre les herbes adventices, le meilleur moment se situe donc dans les jours qui suivent la germination de leurs semences et avant leur croissance.

Dans les vergers ou les champs multiétagés, seuls les herbicides foliaires sont utilisables pour combattre les mauvaises herbes sous les arbres. Des herbicides agissant par les racines empoisonneraient en effet les arbres eux-mêmes.

L'application régulière d'herbicides dans les champs ou les rizières est susceptible de **modifier la flore adventice**, au détriment des cultures. En effet, les quelques espèces adventices qui ne sont pas détruites par l'herbicide se mettent à proliférer, parfois à tel point qu'elles empêchent de nouvelles mises en culture.

### **Caractéristiques générales des pesticides**

227

liées à leur mode d'application et d'action sur les ravageurs:

- ⇒ pesticide **sélectif** ou non, **général** ou **spécifique**,
- ⇒ agissant en **surface** ou de façon  **systémique** à l'intérieur du corps,
- ⇒ application **foliaire** ou **racinaire**,
- ⇒ pulvérisation dans l'**air** ou application dans le **sol**,
- ⇒ agissant sur les insectes par **contact**, **ingestion**, ou **inhalation**,
- ⇒ à faible ou forte **rémanence**,
- ⇒ **biodégradable** ou non.

## Spectre d'action

Chaque produit phytosanitaire peut être caractérisé par son **spectre d'action**. On parle de spectre d'action pour désigner la variété des espèces vivantes qui sont tuées par le produit.

Par exemple, un insecticide qui tue un très grand nombre d'espèces d'insectes a un spectre d'action **large**. S'il n'en tue qu'un petit nombre, on dit qu'il a un spectre **étroit** ou spécifique. Lorsqu'on vise un insecte ravageur précis, mieux vaut utiliser un insecticide à spectre étroit qui agisse sans faute sur cet insecte. L'utilisation d'un insecticide à large spectre risque de tuer inutilement un grand nombre d'espèces, y compris des auxiliaires des cultures, en même temps que le ravageur ciblé. Il se pourrait aussi que, malgré son large spectre, un insecticide n'atteigne pas le ravageur qu'on veut éliminer parce que celui-ci n'est pas sensible à cet insecticide-là. Au tableau 243 (p.182), nous verrons par exemple que les macérations de tabac ont un spectre large puisqu'elles tuent thrips, chenilles, pucerons, noctuelles et mouche blanche, alors que le piment n'est efficace que contre les pucerons. Logiquement, il est mieux d'utiliser le piment, à spectre étroit, pour s'attaquer aux pucerons, que d'utiliser le tabac à spectre large, qui, lui, tue beaucoup d'autres espèces.

La notion de spectre d'action s'applique également aux autres pesticides.

Trop souvent, les cultivateurs utilisent les produits assez aveuglément, sans expérimentation préalable. Ils ne sont pas toujours conscients des dégâts directs et indirects qu'ils occasionnent à leurs champs et leurs jardins en épandant des pesticides sans bien les connaître et les doser.

Les fournisseurs de pesticides ou les stations de recherche agricoles sont en principe à même de fournir toutes les informations utiles si on leur pose des questions. On peut aussi consulter des ouvrages spécialisés (44).

## Matière active

La **matière active** est la substance chimique, naturelle ou artificielle, qui agit sur le ravageur qu'on veut combattre. Elle est **naturelle** si elle provient des roches ou du monde vivant. Elle est **artificielle** quand elle est produite par l'industrie chimique.

Certaines matières actives sont extraites de produits végétaux (la nicotine du tabac, l'azadirachtine du neem, la roténone du *Derris*...) ou de micro-organismes (l'abamectine de *Streptomyces*). On les dit alors **naturelles**. Cela ne veut évidemment pas dire qu'elles ne soient pas toxiques.

La matière active n'est jamais utilisée pure. Elle est **diluée** dans un liquide (eau, huile, ...) **ou mélangée** à une poudre (talc par exemple). On ajoute éventuellement d'autres substances, dites adjuvantes, qui améliorent l'action

**Caractériser la matière active**

- ⇒ La **matière active** est la substance qui agit sur le ravageur et qui donne au pesticide son efficacité (par exemple: la nicotine qui se trouve dans les feuilles de tabac).
- ⇒ La **forme** d'un pesticide est la façon dont la préparation se présente au moment de l'acquisition: substance pure, solution aqueuse ou huileuse plus ou moins concentrée, poudre mouillable ou non, granulés. La forme **concentrée** correspond à la substance active pure ou très peu diluée.

Pour les produits naturels, la forme est **brute** – racines, écorces, feuilles, fruits, frais ou séchés –, ou **transformée** par broyage ou fermentation.

- ⇒ La **teneur** d'une poudre ou d'une solution de pesticide est le pourcentage de matière active incluse dans la préparation commerciale ou le mélange fermier. La teneur s'exprime en pour cent ou en grammes de matière active par litre de solution ou par kilo de poudre. La teneur en matière active d'un produit phytosanitaire ne peut être indiquée que par les chimistes qui ont analysé ou produit la préparation, sauf quand le produit est pur (teneur proche de 100%).
- ⇒ La **dose** indique la quantité de pesticide concentré, présenté sous sa forme commerciale, qu'il faut mélanger dans le liquide à pulvériser pour que celui-ci soit efficace. Elle est exprimée par le pourcentage de la matière commerciale à mélanger dans la solution à épandre. La dose diffère selon le mode d'épandage, par exemple, selon qu'on pulvérise ou qu'on arrose.

Pour les produits naturels, la dose peut être exprimée comme ci-dessus, mais aussi sous d'autres formes, souvent moins précises: poignée de feuilles, nombre de fruits ou de racines, cuillers, etc.

**Des matières complémentaires**

- ⇒ Les **adjuvants** sont des substances associées à la matière active, au mélange fermier ou au produit commercial, pour en améliorer les effets.
- ⇒ Les **mouillants** favorisent l'étalement de la solution pulvérisée, sur les feuilles ou les fruits.
- ⇒ L'**émulsifiant** permet de mélanger à l'eau des substances qui normalement ne se mélangent pas intimement avec elle.

du produit, par exemple en permettant une meilleure adhésion à la surface des feuilles. Les dilutions ou les additions se calculent en pourcentage du volume total de solution ou de poudre répandu, ou en grammes par litre ou par hectolitre d'eau ou de liquide diluant.

Le tableau 228 précise un certain nombre de notions relatives aux pesticides naturels ou artificiels.

Les produits phytosanitaires sont présentés par les firmes phytopharmaceutiques sous des **noms commerciaux**. Plusieurs noms commerciaux peuvent donc correspondre à la même matière active (mais leurs prix sont souvent différents). Quand on achète un pesticide dans le commerce, on est donc aussi attentif au nom de la matière active contenue dans le produit qu'à son nom commercial (tableau 230).



229

*Ridonil est le nom commercial d'un produit dont la matière active est le metalexyl.*

230

### **Quelques exemples de noms commerciaux et des matières actives qu'ils contiennent**

<b>noms commerciaux</b>	<b>matières actives</b>
Cuproxol	oxychlorure de cuivre
Ridonil	metalexyl
Dithane M22	manèbe
Gusathion, Carfène	azinphos
Dieldrex	dieldrin (*)
Thiodan	endosulfan
Actelic	pyrimiphos methyl
Dédémul, Zeidane	DDT (*)

Dans le domaine des pesticides, comme dans celui des médicaments pour les hommes et les animaux, il existe des **produits génériques** disponibles à des prix beaucoup moins élevés que leurs équivalents vendus sous des dénominations commerciales.

La **toxicité** d'un produit pesticide est liée au risque d'empoisonnement de celui qui l'utilise mais aussi des autres personnes qui seraient accidentellement en contact avec le produit, en particulier les

consommateurs de fruits et légumes. La toxicité des matières actives naturelles ou artificielles est un critère important dans le choix des pesticides.

(\*) produits prohibés

Lorsqu'un pesticide est répandu dans les champs ou dans l'environnement, il peut s'y maintenir durant de longues années, ou au contraire se décomposer sous l'influence des facteurs climatiques, chimiques, biologiques ou autres. On dit qu'un produit est **biodégradable** lorsque les micro-organismes du sol sont capables de le décomposer en substances peu ou non toxiques pour le milieu.

## La présentation des pesticides

Les pesticides se présentent sous **différentes formes**:

- en **concentré liquide**. La matière active elle-même est liquide, ou diluée dans une petite quantité de solvant. On la mélange alors à de l'eau, dans une certaine proportion en fonction des indications du fabricant ou de la recette. Cette proportion diffère selon le mode d'application (arrosage, pulvérisation, micronisation);
- en **poudre soluble** ou granulés. Mélangés à l'eau, ils fondent entièrement;
- en **poudre mouillable**. Lorsqu'on la mélange à l'eau, les particules de poudre sont intimement mélangées à l'eau, mais ne fondent pas. Si le

231

### *Quelques techniques d'épandage*

#### Épandages sous forme liquide

- ⇒ **arrosage** au moyen d'un arrosoir. Il est le plus consommateur en eau. La solution est déversée sous forme d'assez **grosses gouttes qui tombent**. Une grande partie de la solution et de la matière active est perdue lorsqu'elle se répand sur le sol et s'y infiltre. Le produit n'atteint pas la surface inférieure des feuilles;
- ⇒ **pulvérisation**. Les  **fines gouttelettes** de la solution pesticide sont **projetées** à travers un gicleur. Une pompe crée de la pression sur le liquide. La lance du pulvérisateur permet d'orienter le jet dans tous les sens, y compris de bas en haut. Toutes les parties de la plante peuvent être atteintes, contrairement aux arrosages. Les pertes immédiates dans le sol sont plus faibles qu'avec les arrosages. Mais le vent peut entraîner une partie des gouttelettes;
- ⇒ **nébulisation**. C'est une forme de pulvérisation qui se pratique avec un matériel motorisé puissant. Il projette un nuage de gouttelettes infimes, plutôt qu'un jet bien dirigé. Le nuage atteint les insectes volant dans l'air et se dépose lentement sur les plantes. La nébulisation se pratique dans les grandes plantations et les vergers; elle n'est pas adaptée aux petites superficies;

réceptacle reste au repos, la poudre retombe petit à petit dans le fond;

- en **liquide émulsionnable**. Le liquide est mélangé à l'eau mais n'y est pas dissous. La préparation doit être agitée constamment au cours de l'épandage. Un exemple est celui de l'huile ou des solutions huileuses qu'on mélange à l'eau. L'émulsion de l'huile est facilitée par l'addition de savon ou d'autres agents émulsifiants;
- en **poudre sèche** épandue au moyen d'une poudreuse;
- en **granulés secs** à répandre sur le sol ou à y enfouir;
- sous forme d'**appâts**;
- en **fumigants**: ce sont des substances qui se transforment en gaz. On les utilise dans des milieux fermés comme des silos ou parfois dans le sol (par exemple dans les galeries des taupes ou des campagnols). Les serpentins antimoustiques, bien connus dans le commerce, sont des fumigants.

Quelle que soit la présentation, il est indispensable de lire le mode d'emploi fourni par le fabricant et de s'y tenir avec toutes les précautions d'usage (2).

- ⇒ **micronisation**. Le pesticide lui-même est disséminé, **sans être dilué**, en **gouttelettes de dimensions infimes**. Elles sont envoyées en **suspension dans l'air** par une pompe et un gicleur spéciaux. C'est la technique dite ULV (Ultra Low Volume). Le pesticide se répand bien, mais il risque d'être entraîné par le vent;
- ⇒ **trempage**. Les graines, les racines, les boutures, etc. sont trempées dans une solution contenant le pesticide.

### Épandages sous forme solide

- ⇒ le **poudrage** consiste à répandre la poudre insecticide au moyen d'une poudreuse à main ou à moteur;
- ⇒ l'**enrobage** consiste à envelopper des graines ou des racines au moyen d'une pâte collante contenant un pesticide ou un désinfectant;
- ⇒ la préparation des **appâts solides** répandus sur les lieux fréquentés par les ravageurs.

### Épandage de fumées

- ⇒ la **fumigation** consiste à brûler des substances naturelles ou artificielles dites fumigantes, pour produire de la fumée insecticide ou insectifuge.

Le choix de la méthode d'épandage se fait en fonction des exigences de la lutte et des moyens techniques et financiers disponibles.

### *Efficacité immédiate des produits*

Les substances actives des pesticides ont toutes une **durée de vie** plus ou moins longue. Les notions de persistance et de rémanence sont les plus importantes pour caractériser l'action des pesticides dans le temps.

En général, c'est au moment de son application qu'un pesticide est le plus efficace contre les ravageurs visés, du moins si le produit n'a pas été dégradé par un trop long stockage. Cette efficacité diminue progressivement. La substance active se dégrade sous l'effet de l'air, de la lumière ou de l'eau de pluie, ou par l'action des micro-organismes. Le délai de **rémanence** est le temps au cours duquel le produit phytosanitaire manifeste des effets significatifs sur les ravageurs ciblés. Au-delà de ce délai, une nouvelle application est nécessaire.

Le temps de rémanence des pesticides est à **considérer sur trois plans**:

- celui de la **lutte phytosanitaire** elle-même. Le temps de rémanence détermine la périodicité des traitements successifs, en relation avec le cycle des ravageurs ciblés. On cherche en général à ce que l'action du produit sur le ravageur se fasse sentir sur une période assez longue, afin de pouvoir distancer les traitements et d'en diminuer les coûts;
- sur le **plan de la consommation humaine et animale**, c'est la rémanence qui détermine le temps qui doit nécessairement s'écouler entre un traitement par le pesticide et la consommation des produits récoltés. On évite à tout prix que les fruits, les feuilles, les tubercules consommés, contiennent encore la substance pesticide et qu'elle soit ingérée par l'homme et les animaux.

Malheureusement, certains cultivateurs peu informés ou peu scrupuleux récoltent des légumes ou des fruits peu de temps après avoir pulvérisé leur jardin. Ce faisant, ils risquent d'empoisonner leur famille ou leurs clients, surtout si les aliments ne sont pas très bien lavés avant d'être mangés. Dans les pays industrialisés, les concentrations résiduelles acceptées par les instances officielles sur les produits commercialisés sont faibles et sont soumises à des contrôles. En Afrique, malheureusement, cette notion de normes acceptables est peu ou pas prise en considération, et les intoxications sont fréquentes;

- sur le plan de **l'environnement**, mieux vaut que le produit pesticide se dégrade au bout de quelques jours ou semaines afin d'éviter, d'une part la persistance de ses effets, d'autre part son accumulation permanente dans le sol ou la nappe aquifère.

## ***Effets non contrôlés des applications de pesticides***

Lorsqu'elles sont attaquées par un pesticide, certaines espèces de ravageurs sont capables de s'adapter en développant des **résistances**. En peu de temps, des nouvelles **souches** microbiennes se transforment par **mutations** et prolifèrent sans plus être atteints par le pesticide.

Les mutations apparaissent fréquemment chez les champignons, les bactéries et les virus dont le cycle de reproduction prend peu de temps. Chez les insectes, quelques individus survivant à l'action d'une substance insecticide sont capables de provoquer la prolifération de nouvelles générations qui ne sont plus gênées par cette substance. De même pour les herbicides dont l'application régulière peut amener l'apparition de variétés résistantes.

Plus court est le cycle de reproduction de l'organisme ravageur ciblé par le pesticide, plus rapide peut être l'apparition de mutations et de nouvelles proliférations.

L'apparition de souches résistantes de ravageurs ou de mauvaises herbes pousse le cultivateur à multiplier les traitements ou à les surdoser. Des déséquilibres écologiques importants peuvent résulter, dans le milieu, de cette sur-utilisation. Les firmes phytopharmaceutiques, elles, ont tendance à proposer constamment de nouvelles matières actives dont beaucoup s'accumuleront ensuite dans le sol et les nappes d'eau souterraines.

L'application répétée d'un pesticide dans la lutte contre un ravageur engendre donc souvent des **effets non maîtrisables**. Dans l'immédiat, il se peut qu'on observe une forte diminution des attaques du ravageur, mais cette amélioration peut disparaître au bout de quelques saisons culturales.

Un **autre inconvénient** peut apparaître du fait des résistances ou des mutations. Il se peut qu'après plusieurs pulvérisations, le ravageur ciblé ait entièrement disparu du champ, mais qu'un autre apparaisse. Une espèce d'insectes indésirable qui n'est pas sensible à l'insecticide répandu peut se mettre à pulluler parce que l'insecticide a tué ses prédateurs. Il y a donc une **perturbation des chaînes alimentaires** qui président à l'équilibre entre les différentes espèces d'insectes, dans le milieu.

Les effets incontrôlés d'une application insecticide se manifestent dans l'ensemble de la chaîne alimentaire dans laquelle, d'une façon ou d'une autre, l'homme est inclus. La population d'oiseaux qui consomment les insectes tués par le pesticide est, elle aussi, intoxiquée. Si cette population diminue, les nouveaux ravageurs sont moins bien contrôlés et se multiplient.

## ***Organismes génétiquement modifiés (OGM)***

**Pour aller à l'encontre** des risques d'apparition de souches de ravageurs résistantes, les firmes pharmaceutiques multinationales suggèrent deux voies:

- la première voie est de **changer régulièrement de substance active**. L'espèce parasitaire n'a pas le temps de s'adapter à l'une des substances qu'elle doit déjà faire face à une autre. Cette recherche d'**alternance** des pesticides au cours des périodes de culture successives présente l'inconvénient de multiplier les substances toxiques répandues dans l'environnement et de stériliser le milieu des champs. Les auxiliaires des cultures ont la vie très dure dans ces circonstances;
- l'autre voie est de **modifier génétiquement les variétés**. Les organismes génétiquement modifiés (**OGM**) sont manipulés dans les laboratoires des firmes spécialisées. La manipulation génétique a entre autres pour buts:
  - de **créer une résistance propre** à la plante. Par exemple, un gène est inséré dans une variété de maïs afin qu'il résiste à la pyrale (photo 4, p.8). La plante produit elle-même un insecticide actif contre la pyrale;
  - de **faciliter certaines méthodes culturales**. Par exemple, une firme modifie les gènes chez la tomate ou le cotonnier, afin que les plants supportent l'ingestion d'un herbicide. Toutes les plantes poussant sur la parcelle cultivée seront tuées lors de l'application de la substance, à l'exception de ladite tomate ou du cotonnier;
  - de **rendre les plantes stériles**. Lorsque les variétés sélectionnées vendues par une firme aux cultivateurs sont stériles, la firme s'assure que ces derniers ne pourront reproduire des semences à la ferme et que de nouveaux achats devront être faits pour les saisons suivantes;
  - d'**accroître la sécrétion de certaines substances utiles** chez des variétés de plantes spécialement sélectionnées, ou au contraire de **réduire la production de substances indésirables** (le gossypol des graines de cotonnier, par exemple).

Plusieurs **questions et problèmes** sont posés aux exploitants africains par rapport à l'utilisation des OGM:

- ❑ sur le **plan économique**, l'utilisation d'OGM est susceptible d'accroître les rendements dans le cadre de filières de production entièrement contrôlées par les firmes. L'agriculteur est soumis aux conditions d'achat des semences et des intrants fixées par les fournisseurs. Il doit disposer de finances suffisantes ou de crédits importants pour pouvoir respecter ces conditions;
- ❑ autre aspect économique: les cultivateurs qui utilisent les graines d'une variété d'OGM produites dans leurs propres fermes risquent d'être poursuivis en justice par les firmes détenant les brevets sur ces variétés;
- ❑ sur le **plan technique**, les conditions d'exploitation sont très exigeantes. Les OGM supportent mal les écarts dans les modes de culture

déterminés par les firmes. Ces modes de culture sont de plus totalement étrangers aux contextes des fermes africaines;

- ❑ sur le **plan de la santé** humaine et animale, les OGM peuvent présenter des risques. Si par exemple un maïs transgénique fabrique lui-même une substance qui écarte la pyrale, le consommateur du maïs consomme cette substance, sans en connaître les effets éventuels sur sa santé. Si un plant de tomate résiste à un pesticide répandu dans le sol, il contient malgré tout ce pesticide qui viendra dans l'assiette du consommateur. Les OGM comportent donc un risque pour les consommateurs, risque qui n'est pas toujours perceptible par lui.
- ❑ sur le **plan écologique**. Certaines espèces cultivées sont proches d'autres espèces qui, elles, sont adventices. Il peut exister des croisements qui renforcent les adventices et qui modifient les équilibres écologiques, y compris les équilibres de la faune d'insectes utiles.

Compte tenu de tous les risques décrits, la prudence s'impose pour l'utilisation des OGM.

### ***Efficacité des pesticides et cycle de vie des plantes***

L'efficacité des traitements par des produits phytosanitaires dépend aussi de la **période d'application** dans le cycle de vie des plantes cultivées d'une part, des ravageurs d'autre part. Il y a des moments précis où un pesticide joue activement son rôle, et d'autres où il n'est pas efficace. Normalement, les fournisseurs précisent la position des traitements dans le calendrier agricole. Si on ne dispose pas d'informations de la part du fournisseur, c'est par l'observation de la vie du ravageur, jour après jour, qu'on découvre les meilleurs moments d'agir.

L'**observation des pullulations** est indispensable pour agir au bon moment. Tant que les dégâts sont faibles et que leur incidence est minime, on reporte le traitement tout en éliminant les possibles foyers d'infection. Mais dès qu'on constate la prolifération, on réalise le traitement. Des **comptages** peuvent être faits au moyen de pièges de couleur ou de plantes pièges très appréciées du ravageur. La nuit, on utilise des pièges à lumière. Chaque matin, on compte le nombre d'insectes piégés.

Pour les attaques de **champignons** ou de **bactéries**, les traitements préventifs sont généralement les plus indiqués: arrachage des plants malades d'une part, pulvérisations préventives d'autre part.

### **L'origine des produits**

Les produits qu'on utilise comme pesticides sont soit trouvés dans la nature, soit fabriqués dans des usines. On distingue donc les substances **naturelles** des substances **artificielles**.

La lutte intégrée contre les maladies et les ravageurs des plantes cultivées suppose que l'on fasse des choix entre les substances utilisées. Nous avons vu dans la deuxième partie que ces choix dépendent du type d'agriculture qu'on veut pratiquer et des contraintes économiques et écologiques qui jouent sur ces agricultures. Les **critères de choix** sont l'**efficacité** contre les ravageurs ciblés, le **coût**, la **toxicité**, les dangers pour l'**environnement** (rivières, nappes d'eau, etc.).

Dans les fermes familiales visant la sécurité alimentaire, il est intéressant de faire au maximum appel aux pharmacopées locales. Elles sont peu coûteuses et peuvent être **cultivées dans un but phytosanitaire**. Dans les fermes plus commerciales, il est difficile de ne pas faire appel aux produits de l'industrie pharmaceutique.

Certains producteurs se soucient peu de l'origine des pesticides, privilégiant l'efficacité immédiate. D'autres s'opposent à l'utilisation des produits chimiques de l'industrie dans le cadre des méthodes d'agriculture biologique. D'autres encore, préférant pratiquer la lutte intégrée décrite dans ce livre, combinent l'usage de produits industriels et d'extraits naturels.

## Substances phytosanitaires naturelles

Les **substances naturelles** sont d'origine **minérale, animale, ou végétale**. Elles sont généralement considérées comme peu agressives pour le milieu. Mais cela n'empêche pas certaines d'entre elles d'être très toxiques pour l'homme et les animaux.

Une caractéristique importante des substances naturelles d'origine animale ou végétale est qu'elles sont **biodégradables** et qu'elles ne présentent donc pas de grand danger à long terme pour le milieu et les êtres vivants.

### Des substances naturelles d'origine minérale

On les trouve dans les terroirs ou dans des mines. Elles engendrent des **effets mécaniques, physiques** ou **chimiques**, selon le cas. Ces effets peuvent exister conjointement.

Certaines substances gênent les insectes de petite taille, ou les acariens, dans leurs déplacements et leurs recherches d'aliments, les blessent, les immobilisent, ou encrassent leurs organes buccaux ou olfactifs. Elles exercent une **action mécanique**.

La **latérite** très finement pilée, mélangée à un stock de graines, blesse les bruches qui cherchent à se déplacer dans la masse. Le **sable** à grains coupants agit de même. D'autres poudres comme l'**argile fine**, la **chaux agricole**, la **craie** pilée, la **poussière de roche**, s'avèrent efficaces contre les pucerons, les acariens ou les petites mouches.

L'**huile** minérale (de moteur) ou le **pétrole** sont utilisés pour faire barrage au déplacement de fourmis, de rongeurs, etc. Par exemple, on place les pieds d'un silo à grains dans des boîtes de conserve contenant un peu de ces produits. Ces mêmes substances agissent physiquement sur les insectes: elles recouvrent leur peau et bloquent les échanges respiratoires avec l'air ambiant.

Le **bicarbonate de soude** est un sel couramment utilisé en boulangerie pour faire lever les pâtes (baking powder). On l'emploie en solution pour combattre des maladies fongiques, par exemple le mildiou. Son action est chimique, de même d'ailleurs que celle du soufre ou du cuivre. Le **soufre** est appliqué en épandage sur la végétation pour lutter contre les maladies fongiques telles que le mildiou, la rouille du haricot (*Uromyces fabae*) ou la pourriture grise des fruits (*Botrytis* spp). Le **sulfate de cuivre**, composé de soufre et de cuivre, est d'utilisation courante pour la lutte contre les champignons (pourriture brune des cabosses de cacao, mildiou de la tomate, etc.). On l'associe à la **chaux** pour préparer la bouillie bordelaise (tableau 226, p.163).

Le **kérosène** et le savon, intimement mélangés, constituent un insecticide de contact efficace contre des insectes piqueurs et suceurs tels que cochenilles, punaises, tétraniques, pucerons, mineuses des feuilles, ...

232

### **Une préparation insecticide à base de kérosène**

On dissout entièrement 500 g de savon dans 4 litres d'eau bouillante. On ajoute 8 litres de kérosène et on mélange énergiquement jusqu'à l'obtention d'une émulsion crémeuse et coulante dans laquelle on ne distingue plus le kérosène. En refroidissant, le mélange s'épaissit jusqu'à devenir une masse gélatineuse. Cette préparation est diluée dans l'eau de 10 à 15 fois avant d'être pulvérisée sur le feuillage.

### **Des substances naturelles d'origine animale**

L'**urine** ou le **purin** des animaux est très utile pour la lutte phytosanitaire. Ils ont deux modes d'action:

- ils **intoxiquent les insectes** ravageurs, leurs chenilles et leurs larves, lorsqu'ils sont en contact avec leur corps;
- ils **alimentent les plantes et accroissent leur résistance** aux maladies et aux attaques.

On les utilise après un ou quelques jours de fermentation. L'urine est diluée dans l'eau dans une proportion de 1 mesure d'urine pour 6 mesures d'eau.

La solution est pulvérisée sur les plantes attaquées. Elle peut être associée à des extraits de plantes tels que du tabac, du neem, du curcuma, ou d'autres extraits végétaux.

Les **excréments** de volailles, de moutons, de bovins, etc. mélangés au sol améliorent la fertilité. Les plantes mieux nourries sont plus résistantes. Lorsqu'on trempe les fientes dans l'eau, on obtient des purins utilisables de la même façon que les urines citées ci-dessus. Les excréments et les purins sont utiles pour procéder à l'enrobage des racines des plantes au moment du repiquage.

Les animaux à sang chaud, mammifères et oiseaux par exemple, sont souvent gênés par l'odeur de leurs propres excréments et urines. S'ils la rencontrent, ils s'en détournent. On peut donc parfois créer des barrières olfactives.

Des **broyats d'insectes** sont efficaces pour chasser d'autres insectes de la même espèce. Par exemple, des charançons sont broyés et laissés à macérer dans l'eau durant quelques heures. Puis on pulvérise le liquide filtré et dilué sur les plantes attaquées afin de faire fuir le charançon. Si, en outre, quelques-uns des insectes broyés sont malades, le liquide répandu dissémine la maladie. Ce type de lutte s'avère efficace par

exemple contre les chenilles légionnaires (*Spodoptera* spp) (photo 234), les mille-pattes (photo 235) les mouches tenthrèdes (*Tenthredinidae* spp) (photo 236)

Les broyats de cantharides (photo 233) ou de mylabres (photo 237) mélangés dans de l'eau savonneuse sont connus pour leurs propriétés insecticides, par exemple dans les planches de haricots verts ou les champs de mil. Les cantharides sont capturés dans des pièges faits d'un

233



*Cantharide*

234



*Chenilles légionnaires*



235

*Mille-pattes*



236

*Mouche tenthrède*

237

*Mylabres*

238

*Agrotis segetum*

239

*Trichoplusia ni*

réceptif de couleur bleue disposé dans le sol à proximité d'une plante attirant les insectes de cette espèce. Ils y tombent et se noient dans un peu d'eau savonneuse disposé au fond (12). On les broie alors comme indiqué ci-dessus.

Le **lait** est utilisé en dilution pour combattre divers insectes, champignons et virus. Des cendres ou d'autres matières phytosanitaires lui sont parfois ajoutées.

Les **médiateurs chimiques** sont des substances d'origine animale qui modifient le comportement des insectes ravageurs et qui les écartent des cultures. Ce sont pour la plupart des substances hormonales – dites **phéromones** – qui créent la **confusion sexuelle**. Le phéromone, qui se diffuse à partir d'une petite capsule dans laquelle on l'a déposé, est identique à celui de la femelle du ravageur. Désorientés, les mâles se dirigent vers la capsule, plutôt que de poursuivre les femelles. Celles-ci ne sont plus fécondées et ne se reproduisent donc pas. Si la capsule est déposée sur un piège à glu, les mâles sont piégés.

Dans les centres agricoles, ce type de piégeage existe actuellement pour *Trichoplusia ni* (photo 239), *Heliothis armigera* (photo 223, p.157), *Agrotis segetum* (photo 238) et d'autres espèces d'insectes. Malheureusement, les substances sont chères et ne sont pas distribuées commercialement en Afrique.

### Des substances naturelles d'origine végétale

Il existe une multitude de substances d'origine végétale utiles et efficaces dans la lutte phytosanitaire, en vertu de leurs propriétés chimiques, physiques ou

mécaniques. Beaucoup sont disponibles dans les terroirs et peuvent être produites dans les fermes. D'autres doivent être conditionnées en usines.

Parmi les substances d'origine végétale, certaines sont très toxiques pour l'homme ou les animaux, comme la nicotine ou la strichnine, surtout lorsqu'elles sont concentrées.

### ***Action mécanique sur les insectes ravageurs***

Plus haut, nous avons parlé de substances d'origine minérale qui agissent de façon mécanique contre les ravageurs. Des substances d'origine végétale agissent de façon semblable.

La **farine** très fine permet de lutter contre des acariens ou des pucerons (tableau 240). Elle les gêne dans leurs déplacements et se colle à leur peau. La farine est emportée lorsqu'il pleut.

La **gomme arabique** peut exercer le même effet. Pulvérisée en solution dans de l'eau, sur les insectes ou les acariens, elle sèche et forme une carapace qui les empêche de se mouvoir. Une pluie ultérieure enlèvera la gomme déposée en surface des feuilles.

Toutes sortes de **glus** sont utilisées pour immobiliser des insectes, des oiseaux, des petits rongeurs, etc. Si des fourmis gênantes montent sur le tronc d'un arbre, une ceinture gluante est capable d'arrêter leur progression. Les glus sont fabriquées à partir de plantes produisant du latex, de la résine ou des mucilages.

240

### ***Combattre les pucerons avec de la farine***

On mélange soigneusement 2 tasses de très fine farine blanche ou de colle d'amidon avec 5 à 10 litres d'eau. Les plantes sont arrosées ou pulvérisées le matin avec la préparation. Lorsque l'eau s'est évaporée, les pucerons ou les acariens sont pris dans la farine sèche, perdent leur peau et meurent. La croûte de farine déposée sur les feuilles tombe peu après ou est lavée par la pluie de sorte que la photosynthèse n'est pas entravée.

### ***Les huiles végétales***

Toutes les **huiles végétales** peuvent jouer un rôle pour la protection des plantes et des récoltes. C'est le cas des huiles de coton, d'arachide, de palme, de coco, de maïs, de soja, de ricin, d'eucalyptus, de neem, etc. Elles ont trois modes d'action.

- De très petites quantités d'huile bien mélangée aux stocks de graines exercent une **protection mécanique**. Les bruches n'arrivent plus à s'agripper

à la paroi des graines pour se déplacer et envahir le stock. Par exemple, 5 millilitres d'huile d'arachide mélangés à 1 kilo de haricot niébé permettent de garder celui-ci intact durant 180 jours. La présence de l'huile sur la peau des graines diminue parfois les facultés germinatives. On les lave alors avec un peu de savon avant de les semer, pour enlever l'huile qui générerait l'imbibition des graines au moment du semis.

- Un **rôle physiologique**. Lorsque l'huile recouvre la peau d'un insecte, il étouffe. Certains cultivateurs luttent par exemple contre les cochenilles en badigeonnant avec de l'huile les jets foliaires sur lesquels elles se développent (64).
- Une **action chimique**. Certaines huiles contiennent des matières actives insecticides – c'est le cas de l'huile de ricin ou de neem –, ou insectifuges comme l'huile d'eucalyptus.

### ***Activateurs de la résistance des plantes***

Certaines matières d'origine végétale ont la propriété d'activer la résistance des plantes cultivées attaquées par des ravageurs. Des résultats ont par exemple été obtenus contre des attaques de champignons, comme le mildiou de la pomme de terre, avec des **jus de compost**. On laisse macérer des composts vieux de six mois à un an dans de l'eau, durant quelques heures. Le jus est filtré soigneusement et pulvérisé à titre préventif sur les plantes sensibles au mildiou, tous les 8 à 10 jours environ. Il faut deux à trois jours pour que la résistance des plantes se trouve renforcée (49).

### ***Désinfectants***

Le **vinaigre** et l'**alcool** sont des désinfectants dans lesquels on trempe des petites quantités des semences durant quelques minutes pour les désinfecter en surface avant de les sécher et de les stocker dans des bocal.

Le **savon** a plusieurs usages dans la lutte phytosanitaire. On l'utilise simplement pour laver des semences qu'on pense être contaminées par des bactéries ou des champignons, par exemple lorsque les semences ont traîné dans des endroits malpropres ou qu'elles ont été en contact avec d'autres semences infectées. Il est aussi utilisé comme mouillant pour favoriser l'étalement de pesticides sur les plantes. Le savon agit donc physiquement et chimiquement.

Pulvérisée directement sur le corps d'insectes tels que les pucerons, une solution de savon de 0,5 à 0,8% (5 à 8 grammes par litre) est capable de les tuer. L'effet ne se manifeste qu'en dilution, le savon sec n'agit pas. Des dilutions plus fortes peuvent avoir un effet herbicide (52). L'action des solutions savonneuses sera renforcée si on y ajoute des substances phytosanitaires végétales, animales ou de la cendre.

Les eaux de lessive savonneuses peuvent être utilisées à bon compte en pulvérisation.

### **Les cendres végétales**

Des petites quantités de semences peuvent être protégées au moyen de **cendres** très fines et sèches. Celles-ci empoussièrent les organes des insectes qui tentent de se déplacer dans un stock.

L'enrobage de boutures ou d'éclats de tubercules avec de la cendre, au moment du semis, les préserve d'attaques de champignons, de bactéries, de virus, de vers et d'autres ravageurs habitant le sol.

En Afrique, les cendres sont utilisées traditionnellement pour combattre diverses espèces d'insectes. L'expérience en montre l'efficacité lorsqu'elles sont répandues en poudrage, ou pulvérisées en suspension dans l'eau savonneuse ou dans l'urine. On y adjoint éventuellement d'autres substances actives.

Des cendres provenant de diverses espèces de bois sont toujours disponibles dans les foyers ménagers. Mais parfois, il est intéressant d'utiliser les cendres d'espèces bien déterminées possédant des principes insecticides, comme celles de *Khaya senegalensis* efficaces par exemple pour enrober et pour protéger les semis de pommes de terre contre les courtilières (*Gryllotalpa africana*) (photo 241). Cette cendre est également utilisée pour protéger les stocks de grains. On la mélange et on ferme soigneusement le silo. Le tableau 242 indique quelques espèces végétales dont les cendres sont reconnues pour leurs effets insecticides et insectifuges, fongicides ou nématicides.



Courtilière

241

242

### **Plantes dont les cendres ont des effets phytoparasitaires reconnus**

*Acacia nilotica*, *Spyrostachis africana*, *Casuarina equisetifolia* (filao), *Combretum inberbe*, *Cupressus* sp, *Mangifera indica* (manguier), *Eleusina coracana*, *Tamarindus indica* (tamarinier), *Khaya senegalensis* (caïlcédrat) (26) (61).

## Des fumées

Quelques espèces végétales sont utiles pour les **fumigations**. On enfume des silos ou des magasins en brûlant le bois ou les feuilles de ces espèces dans des braseros. La fumée du bois de *Acacia stenocarpa* éloigne les insectes; celle de *Guiera senegalensis* éloigne les mouches des parcs à bétail.

## Plantes pesticides ou pestifuges

Les **flores locales**, cultivées ou spontanées, offrent beaucoup de possibilités pour la lutte phytosanitaire. Des recherches devraient être élargies en milieu villageois et dans les stations de recherche agricole avec les tradipraticiens, les herboristes, en vue d'inventorier la panoplie des ressources phytosanitaires disponibles localement. Biologistes et chimistes devraient, en plus grand nombre, s'investir dans des recherches centrées sur ces potentialités et sur les possibilités de **domestication** des espèces utiles. La culture de plantes à usage phytopharmaceutique et la domestication d'espèces spontanées peut avoir un double intérêt économique:

- **disposer à la ferme** de moyens de lutte contre les ravageurs. Le **coût** de traitements et de pratiques fermiers est souvent moins élevé que celui de traitements à base de produits de synthèse achetés dans le commerce phytopharmaceutique. L'**indépendance** de l'action phytosanitaire est mieux assurée lorsque les ressources phytosanitaires sont produites à la ferme. Cela n'exclut pas l'usage raisonné de produits artificiels, en cas de nécessité;
- la production de plantes phytopharmaceutiques ou "plantes qui soignent les plantes" peut être **génératrice de revenus** pour ceux ou celles qui voudraient les écouler sur les marchés ruraux.

L'usage de plantes pesticides locales est en général **moins dangereux**, en cas d'intoxication, que celui de substances artificielles. Les habitants connaissent ces plantes du terroir et savent comment s'en protéger en cas de besoin. Les substances actives des végétaux ont aussi l'avantage d'être incluses dans les chaînes alimentaires naturelles et de s'y décomposer au bout de quelques jours à quelques semaines. Elles sont donc biodégradables. Cela n'est pas toujours le cas des substances artificielles puisqu'elles ne sont pas intégrées dans les chaînes de décomposition naturelle du milieu environnant.

Certaines substances végétales ont une action relativement généraliste, d'autres agissent très spécifiquement sur tel ou tel ravageur, mais pas sur d'autres. C'est l'expérimentation qui détermine le **spectre** d'action. Le [tableau 243](#) met en évidence le spectre d'action de quelques espèces insecticides et insectifuges. Nous y voyons par exemple que l'ail n'a pas beaucoup d'action sur les chenilles et les noctuelles. Le néré n'est pas actif contre les chenilles

et les acariens. Le roténone n'attaque pas les acariens et la mouche blanche. On voit aussi que le tabac et le pyrèthre ont un spectre d'action plus large que le curcuma ou le piment. Des différences existent entre les régions. Le tableau n'est donc présenté qu'à titre d'exemple illustratif.

Les différences de spectres d'action font qu'il est souvent intéressant de mélanger plusieurs espèces en vue d'en combiner les effets. Parmi les mélanges, on cite souvent:

- ⇒ ail - piment
- ⇒ ail - oignon - tagète - piment rouge
- ⇒ neem - lilas de Perse - derris
- ⇒ neem - eucalyptus

De nombreux autres mélanges peuvent être testés, y compris avec des substances animales ou minérales telles que lait dilué, vinaigre, savon, urine, cendres, etc.

Le [tableau 244](#) relève un certain nombre de plantes utiles et efficaces dans la lutte phytosanitaire. Chacune contient une ou plusieurs matières actives: la

243

### **Spectre d'action de quelques plantes insecticides et insectifuges (à titre indicatif)**

	Thrips	Chenilles	Pucerons	Noctuelles	Mouche blanche	Acariens
	<b>Ail</b>	■		■		■
<b>Annonnes</b>		■	■			
<b>Curcuma</b>		■				■
<b>Farine</b>			■			■
<b>Neem</b>	■	■	■			■
<b>Néré</b>	■		■	■	■	
<b>Piment</b>			■			
<b>Pyrèthre</b>	■	■		■	■	■
<b>Derris (roténone)</b>	■	■	■	■		
<b>Tabac</b>	■	■	■	■	■	
<b>Urine</b>	■		■			■

nicotine dans le tabac, la pyréthrine dans le pyrèthre, le roténone dans le derris, l'azadirachtine dans le neem, la téphrosine dans le téphrosia, l'eucalyptol dans les eucalyptus, etc. Des analyses chimiques peuvent être faites dans des laboratoires spécialisés, en cas de nécessité.

Le tableau 244 relève 4 types d'éléments:

- ➔ le **type d'action** pesticide: insecticide, insectifuge, fongicide, etc.,
- ➔ le **nom français** de l'espèce,
- ➔ son **nom scientifique**,
- ➔ la ou les parties **de la plante** qui sont utilisées.

Une série de photos (pages 187 à 190) permet d'identifier visuellement certaines des espèces reprises dans ce tableau.

On ne peut détailler ici les propriétés spécifiques de toutes les plantes citées et des préparations qu'on peut en faire. Il est nécessaire de les tester et de vérifier en champs leur efficacité, les conditions d'utilisation et les précautions à prendre pour leur application (26) (61). On doit aussi étudier les meilleures périodes de récolte des organes végétaux. La concentration en matière active varie en effet au cours du cycle de développement de la plante. Parmi les plantes citées, nombreuses sont celles dont les effets s'exercent dans les associations culturales.

244

### Plantes pesticides et pestifuges

#### Insectifuges

Acacia	<i>Acacia stenocarpa</i>	fumée
Basilic	<i>Ocimum basilicum</i>	feuilles
Carotte	<i>Daucus carotta</i>	feuilles
Citronnelle	<i>Cymbopogon citratus</i>	feuilles
Citrus	<i>Citrus</i> sp	feuilles, écorce des fruits
Combretum	<i>Combretum micranthum</i>	branches
Eucalyptus	<i>Eucalyptus</i> spp	feuilles
Eupatoire	<i>Eupatorium odoratum</i>	feuilles
Hyptis	<i>Hyptis</i> spp	tiges feuillées
Oignon	<i>Allium cepa</i>	pelure et feuilles
Quassier amer	<i>Quassia amara</i>	bois, racines, écorce, feuilles
Tagète	<i>Tagetes</i> sp	plante
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	feuilles

## Insecticides et insectifuges

Ageratum	<i>Ageratum conyzoides</i>	toute la plante
Ail	<i>Allium sativum</i>	bulbes
Acacia Nilotique	<i>Acacia nilotica</i>	cendres
Anacardier (cajou)	<i>Anacardium occidentale</i>	coques, gomme
Balanites	<i>Balanites aegyptiaca</i>	écorces, graines,
Basilic	<i>Ocimum basilicum</i>	feuilles, graines, huile
Caïlcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	écorce, cendres
Calotropis	<i>Calotropis procera</i>	feuilles, tiges, latex
Cœur de bœuf	<i>Annona reticulata</i>	graines, feuilles, racines
Corossol	<i>Annona muricata</i>	graines, feuilles, racines
Crotalaire	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	graines
Croton	<i>Croton tiglium</i>	graines, racines
Curcuma	<i>Curcuma domestica</i>	tubercules
Cyprès	<i>Cupressus</i>	feuilles, cendres
Datura	<i>Datura stramonium</i>	plante entière
Derris	<i>Derris spp</i>	racines
Éleusine	<i>Eleusina coracana</i>	tiges et feuilles
Entada	<i>Entada africana</i>	écorce
Euphorbes	<i>Euphorbia balsamifera</i>	feuilles, latex
	<i>Euphorbia hirta</i>	feuilles, latex
Filao	<i>Casuarina equisetifolia</i>	cendres
Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	toute la plante
Gommier	<i>Acacia nilotica</i>	gomme
Guiera	<i>Guiera senegalensis</i>	fumée du bois
Lantana	<i>Lantana camara</i>	feuilles, graines, cendres
Lilas de Perse	<i>Melia azedarach</i>	graines, feuilles, racines
Lilas du Sénégal	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	racines
Mammea	<i>Mammea americana</i>	graines

Neem	<i>Azadirachta indica</i>	grains, feuilles, etc.
Papayer	<i>Carica papaya</i>	feuilles
Parkia	<i>Parkia biglobosa</i>	gousses
Piment	<i>Capsicum frutescens</i>	fruits mûrs et graines
Piment rouge	<i>Capsicum annuum</i>	graines, fruits
Pomme cannelle	<i>Annona squamosa</i>	graines, feuilles, racines
Pourghère	<i>Jatropha curcas</i>	graines
Psorospermum	<i>Psorospermum febrifugum</i>	écorce
Pyrèthre	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	fleurs
Quassier amer	<i>Quassia amara</i>	racines, bois, écorce, feuilles
Ricin	<i>Ricinus communis</i>	feuilles et fruits verts
Salane	<i>Euphorbia turicalli</i>	tiges, latex
Spyrostachis	<i>Spyrostachis africana</i>	cendres
Tabac	<i>Nicotiana tabacum</i>	feuilles, nervures, tiges
Tagète	<i>Tagetes</i> sp	plante entière
Tamarinier	<i>Tamarindus indica</i>	cendres
Tephrosia	<i>Tephrosia vogelii</i>	toute la plante

## Fongicides

Ail	<i>Allium cepa, Allium sativum</i>	bulbes
Amarante	<i>Amaranthus hybridus</i>	feuilles et tiges, cendres
Lilas de Perse	<i>Melia azedarach</i>	graines, feuilles, racines
Manioc amer	<i>Manihot esculenta</i>	tubercules
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	feuilles
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	grains, feuilles, etc.
Oignon	<i>Allium cepa</i>	pelure et feuilles
Papayer	<i>Carica papaya</i>	feuilles
Piment rouge	<i>Capsicum annuum</i>	graines, fruits
Ricin	<i>Ricinus communis</i>	feuilles et fruits verts
Tabac	<i>Nicotiana tabacum</i>	feuilles, nervures, tiges

## Acaricides

Curcuma	<i>Curcuma domestica</i>	tubercules
Gommier	<i>Acacia nilotica</i>	gomme
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	grains, feuilles, etc.
Pyrèthre	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	fleurs
Tabac	<i>Nicotiana tabacum</i>	feuilles, nervures, tiges

## Rodenticides ou rodentifuges

Adenium	<i>Adenium obesum</i>	latex
Calotropis	<i>Calotropis procera</i>	latex
Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	écorce
Ricin	<i>Ricinus communis</i>	fruits verts, tourteaux
Thevesia	<i>Thevetia neriifolia</i>	fruits

## Contre les termites

Ail	<i>Allium sativum</i>	bulbes
Calotropis	<i>Calotropis procera</i>	feuilles, tiges, latex
Euphorbes	<i>Euphorbia</i> spp	feuilles, tiges
Papayer	<i>Carica papaya</i>	feuilles
Salane	<i>Euphorbia turicalli</i>	tiges, latex
Tabac	<i>Nicotiana tabacum</i>	feuilles, nervures, tiges
Tephrosia	<i>Tephrosia vogelii</i>	toute la plante

## Nématicides

Ageratum	<i>Ageratum conyzoides</i>	toute la plante
Crotalaire	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	graines
Lilas de Perse	<i>Melia azedarach</i>	graines, feuilles, racines
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	grains, feuilles, etc.
Quassier amer	<i>Quassia amara</i>	racines, bois, écorce, feuilles
Ricin	<i>Ricinus communis</i>	tourteau
Tagète	<i>Tagetes indica</i>	plante entière

## Limacides

Balanites	<i>Balanites aegyptiaca</i>	écorces, graines,
Éleusine	<i>Eleusina coracana</i>	tiges et feuilles
Pourghère	<i>Jatropha curcas</i>	graines

## Bactéricides

Ail	<i>Allium sativum</i>	tubercules
Piment rouge	<i>Capsicum annuum</i>	graines, fruits
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	toute la plante



246

guiera

245

## Quelques plantes utiles pour les traitements phytosanitaires



pourghère

247



ricin

248



249

combretum



250

ail



251

tamarinier



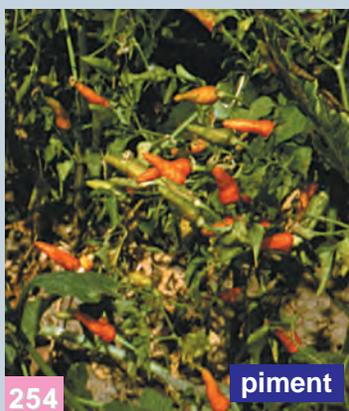
252

moringa



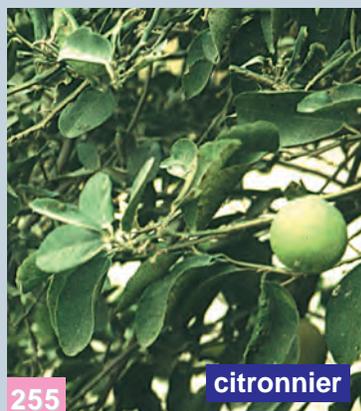
corossol

253



piment

254



citronnier

255



*Euphorbia balsamifera*

256



cyprés

257



tagète

258



*Euphorbia hirta*

261



lonchocarpus

259



néré

260



tabac

262



éleusine

263



curcumin

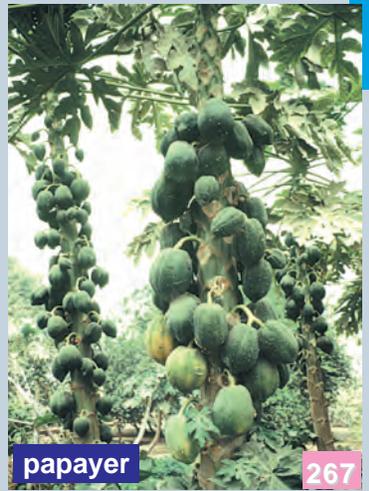
264



265 *Datura stramonium*



*Lantana camara* 266



papayer 267



268

casuarina



269 *Adenium obesum*



270 calotropis



272 anacardier



caillédra

271



273 tevesia



eucalyptus 274



275

mammea



276

lilas de Perse



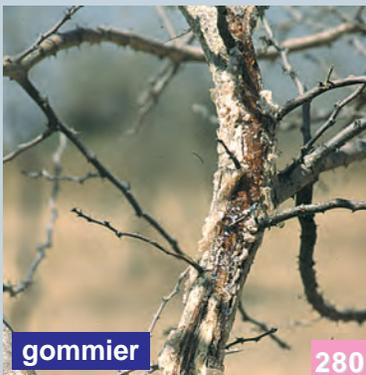
279

ageratum



277

pyrèthre



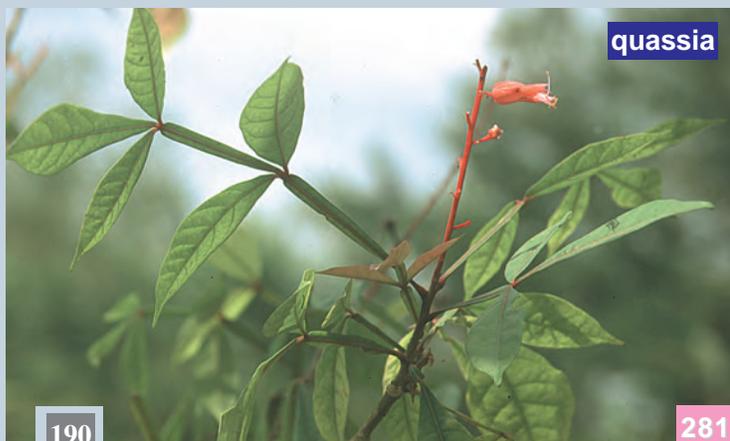
280

gommier



278

neem



281

quassia



282

basilic

## Les préparations fermières

Plusieurs livres et revues décrivent en détail des recettes pratiques pour l'utilisation des produits naturels. Quelques-uns sont repris dans l'annexe bibliographique. Les recettes phytopharmaceutiques sont aussi nombreuses que les recettes culinaires. Il n'est donc pas possible de les inventorier dans ce livre. Quelques procédés sont cependant faciles à mettre en œuvre dans le milieu agricole. Chacun trouvera, par ses expérimentations, des formules adaptées à sa propre situation. Parlons donc des **préparations fermières**. Ce sont celles qui peuvent être réalisées dans la ferme, sans faire appel à des moyens compliqués.

- Les **macérations** se font dans l'eau froide. Des parties de plantes sont noyées dans l'eau et y restent durant quelques heures. Pour accélérer la macération, les organes végétaux sont broyés dans un pilon avant de les placer dans l'eau. Plusieurs plantes peuvent être utilisées ensemble. La macération est filtrée dans un fin tissu avant application par arrosage ou en pulvérisation. Des macérations se font aussi dans l'huile mais elles sont plus difficiles à épandre.

Les **purins végétaux** sont obtenus par macération de plantes durant plusieurs jours ou même deux ou trois semaines, à l'ombre ou au soleil. Le liquide et les substances extraites des organes macérés évoluent par fermentation.

- Pour les **infusions**, les parties de plantes contenant la substance active sont placées quelques minutes dans de l'eau très chaude. On évite de faire bouillir car cela détruit éventuellement une partie des substances actives.
- On procède à des **extractions** en pressant fortement ou en pilonnant les matières végétales pour en extraire le jus ou l'huile qui sont ensuite dilués dans l'eau de pulvérisation ou d'arrosage. L'extraction est plutôt un procédé industriel mais il existe des méthodes artisanales et fermières pour la réaliser, par exemple par ébullition, infusion, macération dans l'huile ou dans l'alcool, ou par pression à froid ou à chaud.

L'**extraction de l'huile** se fait soit à froid, si on dispose d'une presse adéquate, soit à chaud. Pour l'extraction à chaud, en milieu fermier ou domestique, on pile finement les graines puis on place le broyat dans l'eau bouillante durant quelques minutes ou dans une étuve. Le liquide obtenu est filtré. Lorsqu'on le laisse refroidir, l'huile surnage.

- Les **tourteaux** sont les résidus d'extraction de l'huile des semences oléagineuses. Humides ou secs, ils entrent dans la composition des appâts destinés à combattre les rongeurs ou les oiseaux. C'est le cas des tourteaux de ricin ou des tourteaux de graines de neem. Ces derniers peuvent être utilisés dans les poquets de semis, pour lutter contre les nématodes.

- Des **résidus secs** d'organes végétaux sont utilisés dans des greniers ou des silos. Il s'agit de branchettes, de feuilles, d'écorces d'arbres, de peaux de fruits, etc. entiers ou pillés. On prépare des **poudres** en broyant très finement les organes des plantes contenant la matière active. Les poudres sont épandues à la main ou au moyen de poudreuses, sur les feuillages ou sur le sol. Elles sont mélangées aux graines, ou incluses dans une pâte d'enrobage des semences ou des racines. Elles sont aussi mélangées à des appâts.

La **récolte** des plantes, avant leur utilisation phytopharmaceutique, ne se fait pas à n'importe quel moment. La **richesse en substance active** des organes à récolter varie dans le temps. On procède à la cueillette au moment où la concentration est la plus forte. Les herboristes et les tradipraticiens connaissent en général les périodes de cueillette les plus adéquates. C'est souvent lorsque l'organe à récolter est proche de sa maturité qu'il est le plus riche. Si on ne dispose pas d'informations précises, des tests sont à faire.

On réalise toujours le **séchage** des plantes à l'ombre. Séchées au soleil, les plantes risquent de perdre une partie de leurs substances actives. Le **stockage**, quant à lui, se fait à l'ombre, dans un endroit frais et inaccessible aux déprédateurs éventuels (termites, rats, animaux domestiques, etc.)

283

### **Préparation d'une infusion insecticide à base de tabac** (52)

10 à 15 feuilles de tabac sont mises à infuser durant 10 minutes dans une petite quantité d'eau très chaude (frémissante). Il ne faut pas la faire bouillir. Après refroidissement, on filtre l'infusion dans un tissu très fin et on la rallonge jusqu'à obtenir 10 litres de liquide prêt pour la pulvérisation. On ajoute une petite poignée de savon de lessive pour servir de mouillant. La solution garde ses effets insecticides durant environ trois jours au cours desquels il est dangereux de consommer les légumes traités.

Un ou deux mégots de cigarette peuvent remplacer les 10 à 15 feuilles de tabac.

On peut procéder aussi par macération des feuilles ou des mégots dans de l'eau froide, plutôt qu'en infusion.

284

### **Préparation d'une infusion insecticide de racines de derris** (52)

400 grammes de racines fraîches de derris (*Derris elliptica*) de 2 à 6 cm de diamètre sont coupées en cossettes et laissées à macérer dans un peu d'eau avec une poignée de savon, durant quelques heures. La macération est ensuite filtrée et diluée dans une vingtaine de litres d'eau.

## 285 Utilisation des peaux de pamplemousse et de citron

La peau des pamplemousses ou des citrons séchée à l'ombre est utilisée pour la préservation des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) dans les silos de stockage (48). On mélange les peaux sèches avec le niébé, à raison de 10% du poids de grains pour le pamplemousse, et 20% pour le citron vert. D'autres extraits végétaux secs peuvent être ajoutés.

## 286 Préparations à base de neem

Le neem (*Azadirachta indica*) est une espèce à usage multiple particulièrement intéressante pour la lutte phytosanitaire et la conservation des stocks, la médecine, la fabrication de savons antiseptiques et la production de bois. Des extraits de neem se sont montrés efficaces contre de très nombreux insectes et aussi contre certains champignons tel que *Cercospora fuliginea* (26).

Le neem possède des vertus insecticides, nématicides et fongicides. Tous les organes de la plante contiennent l'azadirachtine qui est la matière active. Ce sont les graines qui semblent en contenir le plus.

Le neem peut être utilisé de **quatre façons**:

- ⇒ **extraits aqueux** de feuilles ou de fruits, obtenus par infusion ou macération,
- ⇒ **extrait huileux** obtenu par broyage des graines et extraction de l'huile à l'eau bouillante,
- ⇒ **tourteaux** de graines,
- ⇒ **poudre sèche** de graines ou de feuilles.

Les recettes sont nombreuses. Chacun peut expérimenter des formules en fonction des nécessités. Par exemple, après nettoyage et séchage, les fruits ou les graines de neem sont pilées finement. On les laisse macérer dans l'eau durant quelques heures dans des proportions qu'il convient d'expérimenter (par exemple: 25 à 50 grammes par litre d'eau) (61). On filtre et on pulvérise immédiatement car la rémanence de l'action est courte (2 à 3 jours seulement). On répète les traitements plusieurs fois s'il le faut.

Des tourteaux de fruits ou de graines sont utilisés contre les nématodes, par enfouissement dans les poquets ou par enrobage des semences. Ils semblent aussi donner des résultats dans la lutte contre les champignons pathogènes se diffusant dans le sol, tels que *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia* spp, etc.

Les préparations à base de neem sont renforcées par mélange avec d'autres espèces végétales telles que l'ail ou le piment.

## Expérimenter des produits locaux

L'utilisation de produits biologiques – tout comme celle de substances artificielles, d'ailleurs – suppose un dosage correct qu'il n'est pas toujours facile de déterminer. Des expériences locales sont donc nécessaires. Le **tableau 287** fournit un schéma d'expérimentation fermière. L'idéal est de travailler en **groupes de recherche-action** réunissant plusieurs cultivateurs et cultivatrices avec des techniciens, afin de multiplier les observations.

Si certaines plantes cachent leurs potentialités phytopharmaceutiques, d'autres les laissent deviner: odeurs fortes, gommés, latex, sont des indices utiles pour tenter l'utilisation de ces plantes. Des plantes très efficaces pour les soins des maladies humaines ou animales sont éventuellement susceptibles de manifester des propriétés phytosanitaires intéressantes. On peut donc s'informer chez les tradipraticiens et les chercheurs.

287

### ***Expérimenter des pesticides naturels dans le milieu***

Lorsqu'une espèce végétale est reconnue pour ses qualités pesticides, on peut tenter plusieurs expériences.

*Pour la récolte des plantes, on s'interroge sur:*

- ⇒ la période optimale de **cueillette** des organes végétaux contenant la substance active,
- ⇒ les **organes les plus riches** en substances active,
- ⇒ la **méthode de récolte**, de **conditionnement**, de **séchage**.

*Pour la préparation, plusieurs essais sont possibles:*

- ⇒ **macération** dans l'eau froide,
- ⇒ **macération dans l'urine** de vache,
- ⇒ **macération dans l'huile**, le pétrole ou d'autres solvants (alcool, éther, ...)
- ⇒ **infusion** dans l'eau bouillante,
- ⇒ **dessiccation** à l'ombre et réduction en fine **poudre**
- ⇒ **broyage** de la matière végétale fraîche et extraction des jus,
- ⇒ **fermentation** des broyats,
- ⇒ **dilution, émulsion, poudrage, enfouissement**.

*Du point de vue de l'efficacité, on expérimente plusieurs aspects:*

- ⇒ les **dosages** les plus efficaces,
- ⇒ la **rémanence** des effets,
- ⇒ la **périodicité** d'application,
- ⇒ les **modes d'application**: pulvérisation, arrosage, poudrage, enrobage, enfouissement, etc.

*Pour les effets, on vérifie:*

- ⇒ les résultats obtenus **sur le ravageur** contre lequel on cherche à lutter ou **sur l'insecte vecteur** d'une maladie,
- ⇒ les effets **sur les autres êtres vivants** et sur les auxiliaires des cultures,
- ⇒ l'effet sur les **rendements**.

Quand une espèce est reconnue pour son intérêt dans ses applications fermières, il est intéressant de faire analyser la substance active dans un laboratoire spécialisé. Ce laboratoire précisera les caractéristiques et les conditions de stabilité dans le temps de la matière active.

Si la documentation est disponible, on y recherche les recettes éprouvées les plus adéquates. Mais si elle ne l'est pas, des petites expériences peuvent être entreprises avec un matériel élémentaire. Si possible, ces expériences sont consignées par écrit et soumises ensuite aux techniciens ou aux chercheurs.

**288**

### ***Le matériel élémentaire d'expérimentation à la ferme***

Le matériel nécessaire pour la préparation des produits à la ferme n'est pas bien compliqué:

- ⇒ grands **réipients**, pouvant être chauffés ou non, pour les infusions et les macérations,
- ⇒ un **pilon** pour les broyages humides ou secs (le pilon est réservé exclusivement à cet usage phytopharmaceutique),
- ⇒ des **mesures** de volume ou de poids,
- ⇒ des **filtres** très fins (tissus),
- ⇒ du **matériel d'épandage** (pulvérisateur, arrosoir, poudreuse, pinceaux, etc.)

## Substances phytosanitaires artificielles

Les très nombreuses substances artificielles, dites aussi "de synthèse", sont étudiées et fabriquées en fonction de leur efficacité directe sur le ravageur ou la gamme de ravageurs qu'elles visent. Les fournisseurs considèrent qu'elles ont des effets plus marqués et plus rémanents que les substances naturelles.

Inventés et produits dans les pays pratiquant des agricultures très intensives, les pesticides industriels s'intègrent mal dans les fermes familiales d'Afrique.

### Les substances artificielles: une possibilité de lutte parmi bien d'autres

Les substances artificielles sont efficaces à bien des égards, mais elles posent parfois plus de problèmes pour l'homme, les animaux et le milieu des fermes familiales qu'elles n'en résolvent. Mieux vaut ne les utiliser qu'**en dernier recours, lorsque toutes les pratiques fermières ont été mises en œuvre.**

Qu'est-ce qui justifie cette attitude?

- Les recherches relatives aux pesticides pour l'agriculture sont mises en œuvre dans le cadre des **grandes exploitations du monde occidental**, dans lesquelles les polycultures sont pratiquement exclues. Elles ne rencontrent pas les besoins diversifiés des agricultures familiales et des autosuffisances nationales.
- Ces recherches sont réalisées principalement par des firmes multinationales dans des logiques de rentabilité qui leur sont propres. Ces firmes **ne cherchent pas à valoriser les ressources locales** dans le domaine phytopharmaceutique, car ces ressources n'engendrent pas de profit direct pour elles.

En outre, les productions agricoles non commerciales, pourtant utiles pour les familles et les économies locales, ne sont pas prises en compte dans les recherches des firmes phytopharmaceutiques.

- Les firmes phytopharmaceutiques ont tendance à vouloir contrôler les productions agricoles rentables, **en maîtrisant l'ensemble de leurs filières**. Elles encouragent des systèmes de production dans lesquels elles contrôlent toute la chaîne de production: les semences, les engrais et les pesticides. Elles visent l'obtention de monopoles mettant les agriculteurs sous dépendance.
- Les **effets sur l'environnement et la santé humaine sont mal pris en compte** dans ces recherches. Si elles le sont, c'est dans le cadre des

économies occidentales qui disposent, dans leurs laboratoires et leurs industries, des moyens techniques et des remèdes pour protéger les agriculteurs. Les cultivateurs africains ne disposent malheureusement pas de ces moyens.

- Il se peut aussi que des firmes peu scrupuleuses écoulent sur les marchés locaux des **produits dangereux**, interdits dans les pays occidentaux.
- A l'exception de quelques-unes d'entre elles qui se dégradent assez rapidement après leur épandage, les substances artificielles se mettent **difficilement en équilibre avec le milieu**. Au bout de quelque temps, les ravageurs ciblés s'adaptent à leur présence. Il est alors nécessaire d'utiliser de nouveaux pesticides qui, eux aussi, après avoir eu une efficacité certaine, finissent par provoquer des résistances. Il en résulte une multiplication des substances artificielles répandues dans l'environnement, avec des risques de pollution du sol et des nappes d'eau à long terme. Certaines substances non biodégradables se maintiennent dans l'environnement quand la nature ne dispose pas des chaînes de décomposition adaptées.
- En Afrique, on risque souvent des ruptures de stocks et un **manque de suivi** commercial et technique des pesticides importés.

Tout autant que les effets directs du pesticide sur les ravageurs ciblés, il est important de se pencher sur les **effets secondaires** de son application. Ils peuvent se manifester sur les plans sanitaire, économique et environnemental.

Ces effets secondaires ne sont quasi jamais indiqués sur les notices de présentation des pesticides. Ils peuvent être divers. Par exemple, le *Bénomyl* est toxique pour les vers de terre qui sont pourtant utiles pour la fertilité des sols, le *Captafol* et le *Captane* favorisent l'araignée rouge qui est un parasite nuisible, le *Mancozèbe*, le soufre et le thirame sont très toxiques pour les trichogrammes qui, eux, sont des auxiliaires des cultures utiles (\*).

Il y a d'autres types d'effets secondaires: l'élimination intempestive des insectes pollinisateurs qui réduit les récoltes d'un verger fruitier, l'empoisonnement d'animaux ou de personnes, l'apparition de souches résistantes de ravageurs, etc.

Un équilibre doit donc toujours être trouvé entre l'efficacité immédiate du pesticide pour la lutte contre les ravageurs, et les effets secondaires malvenus pour l'environnement et la santé des hommes et des animaux.

## Pesticides artificiels ou de synthèse

Chaque firme phytopharmaceutique présente le catalogue de ses produits, généralement sous des noms commerciaux qui lui sont propres. Compte

(\*) selon plusieurs sources, entre autres: (44) (2) (54)

tenu de la concurrence que se font les firmes, il est difficile de faire des comparaisons quant aux cibles, à l'efficacité et aux coûts d'utilisation comparatifs.

Pour ces renseignements, on consultera par exemple le "Mémento de l'Agronome" qui fournit des tableaux assez complets par catégories de produits. On y relève les matières actives, la toxicité, les dosages, les précautions d'usage, etc., en fonction de la législation française (44). D'un pays à l'autre, les renseignements diffèrent, compte tenu des réglementations locales. Celles-ci sont en général plus laxistes en Afrique qu'en Europe.

Les services techniques locaux ou la littérature existant sur le sujet seront utilement consultés aussi (2) (54).

Quoi qu'il en soit, il y a toujours avantage à comparer les solutions techniques offertes par les produits de synthèse et celles qu'offrent les substances naturelles.

Lorsqu'on veut utiliser un pesticide de synthèse, il est bon de se poser quelques questions énumérées au [tableau 289](#). Elles sont évidemment les mêmes pour les substances naturelles.

### **289** *Questions autour des produits phytosanitaires*

- ⇒ le **nom** du produit: produit végétal, produit minéral, produit commercial, etc.; pour les plantes, la partie utilisée,
- ⇒ la **matière** active ou le groupe de matières (2),
- ⇒ le **ravageur** ou le groupe de ravageurs précis contre lequel on veut lutter,
- ⇒ l'**efficacité** du produit **contre ce ravageur** ou ce groupe,
- ⇒ les modes d'**application** et les **dosés** (tels que repris sur le mode d'emploi officiel ou dans la recette fermière),
- ⇒ le danger pour les **autres êtres vivants**, en particulier pour les **auxiliaires** des cultures et pour les animaux domestiques,
- ⇒ les dangers pour l'**homme**,
- ⇒ les dangers pour l'**environnement**, entre autres le sol et les nappes d'eau,
- ⇒ les **soins en cas d'intoxication**.

## Les principales règles pour la bonne application des pesticides

Il y a plusieurs règles à suivre lorsqu'on utilise des produits phytopharmaceutiques. Elles concernent l'**efficacité** des traitements, la **santé** des personnes et des animaux, le respect de l'**environnement**.

### *Des règles pour s'assurer de l'efficacité réelle du traitement*

Il ne sert à rien de lutter contre un ravageur ou une maladie si le traitement n'est pas réellement efficace. Cela comporte plusieurs risques que nous allons examiner, et cela coûte inutilement. Quelques règles sont à respecter **avant, pendant et après** le traitement.

#### **Avant le traitement**

- ❑ **identifier précisément** le ravageur ou la maladie (18);
- ❑ **déterminer les phases** de développement du ravageur **durant lesquelles il sera effectivement touché** par le pesticide;
- ❑ **déterminer les produits** les plus adaptés pour la lutte chimique; rechercher les différentes **alternatives** de lutte et de traitement. Pour une efficacité identique, on choisira le produit le moins toxique;
- ❑ lire attentivement les **étiquettes** d'emballage. Ne pas acheter de produits ne présentant pas d'étiquette originale ni de date de fabrication. Des produits falsifiés, interdits ou périmés sont très fréquemment offerts sur les marchés ou dans les boutiques, sans aucune indication d'usage;
- ❑ vérifier l'**agrément du produit** en rapport avec l'usage qu'on veut en faire. Les services spécialisés de l'État ou des instituts de recherche agrément les produits phytosanitaires pour un usage déterminé et garantissent un minimum de contrôle quant à la qualité exigée du produit. Si un pesticide est prévu pour la culture cotonnière, on évite de l'appliquer sur l'aubergine ou le manioc sans consulter la notice d'utilisation ou un technicien;



290

*Lire très attentivement l'étiquette descriptive du produit et respecter ses instructions.*

- ❑ s'informer sur la **disponibilité** du produit **durant toute la période de lutte**, afin de ne pas être en rupture de stock, et estimer le **coût** prévisionnel du traitement.

Dans tous les cas, vérifier si, parmi les méthodes de lutte qui ont été décrites dans les précédents chapitres, il n'en n'existe pas d'autres faisant un moindre appel aux pesticides.

### ***Pendant le traitement***

- choisir le moment où le ravageur est **vulnérable**;
- **connaître le temps de rémanence** du produit utilisé afin d'échelonner correctement les traitements successifs. Il est inutile de refaire une pulvérisation tant que la précédente a encore de l'effet, et, inversement, de laisser les plantes sans protection au moment où les effets de la pulvérisation ne se manifestent plus. La rémanence va de quelques jours à quelques semaines;
- **répéter le traitement** en fonction de la prolifération, en tenant compte de la rémanence du produit;
- **respecter les doses prescrites** par le producteur du pesticide de façon scrupuleuse. Surdoser le pesticide n'aura pas d'efficacité accrue. Cela coûtera cher et polluera l'environnement. Sous-doser risque de favoriser l'apparition de résistances chez le ravageur ciblé et de polluer inutilement l'environnement par multiplication des traitements;
- traiter **par temps sec**. Des pluies tombant sur des plantes qui viennent d'être traitées vont emporter le pesticide avant qu'il ait eu le temps d'agir;
- on vérifie les préférences des ravageurs. Certains vivent au-dessus, d'autres en dessous des feuilles, ou bien indifféremment sur l'une ou l'autre face. **Aucune partie ne doit être épargnée** lors de l'application du pesticide. Si certaines parties ne sont pas couvertes par le produit, elles pourraient servir de refuge au ravageur, et relancer sa prolifération;
- **on évite** de traiter les arbres **en pleine floraison**: cela risque en effet de tuer les insectes pollinisateurs et, dans les zones apicoles, de polluer les sucres récoltés par les abeilles pour produire le miel.

### ***Après le traitement***

Très **bien rincer les instruments** et les récipients utilisés afin d'éviter que des produits d'un traitement ne se retrouvent dans le pulvérisateur lors du traitement suivant (par exemple, qu'un herbicide ne se mélange à un fongicide).

## Des précautions pour la santé

Lorsqu'on utilise un pesticide, on s'informe sur sa toxicité pour l'utilisateur et pour le voisinage. On parle de **toxicité aiguë** lorsqu'un pesticide provoque des malaises ou des empoisonnements immédiats: maux de tête, nausées, vomissements, étourdissements, maux de ventre, empoisonnement. La **toxicité chronique** est celle qui se manifeste un certain temps seulement après ingestion ou inhalation du produit. La substance s'accumule petit à petit dans l'organisme humain, souvent dans les graisses, et manifeste ses effets après quelques mois ou années seulement. Le DDT ou le lindane par exemple, ont été interdits dans les pays occidentaux parce que, à la longue, leur accumulation dans les tissus graisseux provoquent des cancers et agissent sur le système nerveux et génital des personnes qui l'ont inhalé.

Il y a trois possibilités d'intoxication: l'**ingestion**, l'**inhalation** et le **contact** sur la peau. Se protéger contre les intoxications dues aux pesticides suppose donc qu'on évite d'en avaler, d'en respirer les effluves au moment des préparations et des pulvérisations, et de les manipuler sans protection de la peau.

Le **tableau 291** relève une liste non exhaustive de pesticides dangereux pour la santé humaine (44). L'absence d'un produit dans la liste ne garantit pas

291

### **Pesticides dont la toxicité est considérée comme élevée ou très élevée pour l'homme**

*(selon le Memento de l'agronome)*

#### **Insecticides à toxicité élevée:**

aldicarbe, azinphos-éthyl, azinphos-méthyl, carbophenothion, chlorfenvinphos, DDT, binapacryl, diazinon, dichlorvos, dieldrine, diethion, diméthoate, dioxacarbate, disulphoton, endosulphan, endrine, fénizon, heptachlore, lindane, fonophos, HCH, isolane, méthamidiphos, méthidathion, mévinphos, monocrotophos, ométhoate, oxydéméton, parathion, phorate, phosalone, phosphamidon, propetamphos, pyrimicarbe, pyrimiphos, thiométon, toxaphène, vamidothion

#### **Fongicides:**

Il y a peu de produits à forte toxicité parmi les fongicides. La prudence est malgré tout de rigueur. Les fongicides agissant à l'extérieur des plantes (sur les feuilles ou les racines) sont plus toxiques que les produits systémiques.

#### **Herbicides:**

Herbicides toxiques ou moyennement toxiques pour l'homme et les animaux domestiques: 2-4-D, cyanazine, triazine, glyphosate, molinate, pendimethaline, 2-4-5-T

### Nématicides dangereux:

aldicarbe, bromure de méthyle, carbofuran, dichloropropane, dichloropropène, ethoprophos, metham sodium

### Rodenticides dangereux:

chlorophacinone, coumachlore, coumaphène, warfarine, brodifacoum, coumate tralyl

l'inexistence de toxicité ou d'effets secondaires.

Une norme technique officielle permet de caractériser la toxicité des pesticides. Elle est exprimée en **dose léthale** (DL) par kilo de poids vif de l'organisme intoxiqué (l'homme ou les animaux à sang chaud par exemple). La dose léthale est celle qui tue cet organisme. On la mesure en général sur des rats. Pour caractériser le niveau de toxicité d'un pesticide, on parle de la **DL50**. C'est la quantité de produit (exprimée en milligrammes) qu'il faut pour tuer 50% d'une population intoxiquée. Plus la DL50 est faible, plus le produit est toxique.

Il est rare que les chiffres de toxicité soient portés à la connaissance des utilisateurs. D'ailleurs, beaucoup de pesticides sont vendus sur les marchés africains sans aucune indication quant à leur contenance, leur dosage, leur toxicité, etc. C'est pourquoi les plus grandes précautions sont à prendre lors de leur usage.

Pour une information complète sur les dangers des pesticides, on consultera utilement le registre international des produits chimiques potentiellement toxiques (IRPTC) constitué par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), en contactant cet organisme international à travers les services de recherche ou le site internet correspondant.

Compte tenu des risques importants que fait courir à l'homme et aux animaux domestiques l'utilisation de pesticides, il est nécessaire de prendre des précautions sanitaires personnelles. Elles sont décrites dans le [tableau 293](#).



292

*Ce jeune homme qui pulvérise des planches maraîchères est-il conscient des risques qu'il fait courir à lui-même, au consommateur des légumes, à la faune utile?*

## Les précautions à prendre lors des traitements

Lors des traitements phytosanitaires, on respecte les règles suivantes:

- ⇒ pour préparer les pesticides, **ne jamais employer des récipients utilisés pour la cuisine ou le stockage des aliments**;
- ⇒ lors des préparations, **éviter le contact** direct avec le produit. Ne pas mélanger les produits avec les mains. Si possible, mettre des gants en caoutchouc ou en plastique;
- ⇒ **ne jamais porter les mains à la bouche**, pour manger ou pour fumer, pendant qu'on utilise le produit;
- ⇒ **se laver** soigneusement au savon après usage du pesticide;
- ⇒ faire les préparations **à distance des puits** et forages. Éviter que l'eau de nettoyage des récipients, pulvérisateurs, emballages, etc. ne s'écoule dans les puits ou ne s'infiltrent dans le sol à leur proximité;
- ⇒ avant de récolter, **respecter sans faute les délais** prescrits par les fabricants. Ces délais sont absolument nécessaires **pour éviter l'ingestion des substances nocives** par les consommateurs;
- ⇒ avant de les consommer, **laver plusieurs fois** avec de l'eau saine les produits traités par des pesticides;
- ⇒ **laver soigneusement les récipients** utilisés pour les préparations, et les réserver à cette seule fin;
- ⇒ mettre les produits **hors de portée des enfants** et des animaux. Éloigner ceux-ci de l'endroit où on prépare les produits et des parcelles en cours de traitement;
- ⇒ ne pas entrer dans les cultures traitées récemment, afin de ne pas respirer le produit de traitement, et **ne pas y laisser pénétrer les enfants**;
- ⇒ ranger les boîtes de produit en hauteur, hors de portée des enfants. **Ne pas laisser traîner les emballages**; les enterrer profondément ou les mettre dans une décharge spécialisée;
- ⇒ **ne jamais utiliser l'emballage** des pesticides (bidons, boîtes, sachets en plastique) pour l'emballage ou la préparation d'aliments;
- ⇒ lors de la pulvérisation, mettre sur le nez un **masque**, un mouchoir ou un tissu qui filtre l'air respiré. On pulvérise par temps calme. S'il y a un souffle de vent, on veille à pulvériser **avec le vent dans le dos** plutôt que de face, afin de réduire les risques d'inhalation.

## **Que faire en cas d'intoxication?**

Lorsque l'intoxication résulte de l'ingestion d'une substance par voie orale, toutes sortes de **symptômes** peuvent se manifester en fonction des caractéristiques de cette substance: maux de tête, vomissements, douleurs abdominales, contractures, oppression, diarrhées, etc. Il est indispensable de faire très rapidement appel à un médecin ou un infirmier et de lui présenter la notice de la substance qui est la cause de l'empoisonnement. Chaque empoisonnement est en effet à traiter spécifiquement.

Les **mesures les plus immédiates** pour les empoisonnements par ingestion sont:

- le **lavage gastrique** par vomissement. Éventuellement, l'intoxiqué boit plusieurs verres d'eau qu'il vomit ensuite;
- le maintien de la **respiration** et du rythme cardiaque;
- l'administration de **charbon actif** qui fixe la substance toxique. Par exemple, du charbon de bois finement pilé;
- l'administration d'un **purgatif** tel que le sulfate de soude.

On n'administre **pas de graisses, ni d'huiles, ni de lait**, ni de produits qui en contiennent, car cela risque de favoriser l'absorption des toxines à travers les parois intestinales.

Normalement, les soins de première nécessité sont inscrits par le producteur sur l'étiquette d'identification du pesticide. Des données précises sur les soins à apporter sont fournies dans certains livres tels que le "Memento de l'agronome"(44), "Là où il n'y a pas de docteur" (74) et surtout "Pesticides et agriculture tropicale, dangers et alternatives" (49), petit livre dont chaque utilisateur de pesticide devrait disposer.

### **Des précautions pour l'environnement**

Selon les fournisseurs, les pesticides chimiques ont chacun leurs cibles, plus ou moins précises. Mais en réalité, **leurs effets ne se limitent pas toujours précisément à la cible indiquée**. Il n'est pas rare, par exemple, que des insecticides soient toxiques pour les rats, que des herbicides empoisonnent des animaux domestiques ou d'élevage, qu'un fongicide tue les vers de terre. De même, les pesticides emportés par l'eau de ruissellement dans les rivières sont nocifs pour les poissons. Si ceux-ci accumulent le pesticide dans leur corps, il sera avalé par le consommateur.

Certaines substances se décomposent assez rapidement dans le milieu, soit à travers des réactions chimiques, soit par l'activité microbienne (substances biodégradables). D'autres substances, assez nombreuses, ne se décomposent que difficilement ou pas du tout. Soit elles restent dans les matériaux du

sol: elles agissent alors sur la microfaune et la microflore de ce dernier. Soit elles sont entraînées par les eaux qui ruissellent à la surface du sol vers les ruisseaux et les rivières où elles peuvent empoisonner les poissons et la faune aquatique. Soit elles sont entraînées par les eaux qui percolent dans le sol vers les nappes aquifères. Dans ce dernier cas, le pesticide, quoique dilué, risque de se retrouver dans les puisettes ménagères.

Un usage excessif d'herbicides – surtout ceux qui sont épandus directement sur le sol – peut aussi avoir des **effets rémanents** sur les cultures, au cours des saisons qui suivent le traitement. Des plantes cultivées souffrent de la présence de faibles résidus d'herbicides appliqués antérieurement, sans que le cultivateur puisse identifier facilement la cause de leur mauvaise santé.

Des risques existent aussi sur le plan des **résistances** ou des tolérances de certaines espèces ou variétés végétales, animales ou microbiennes. On constate par exemple qu'après application d'herbicides dans les rizières, des espèces résistantes à cet herbicide apparaissent et prolifèrent jusqu'à rendre la culture du riz impossible. L'accroissement des doses herbicides ne produit pas les effets escomptés. A la diversité des espèces adventices relativement sensibles à l'herbicide, succède alors l'emprise uniforme d'une espèce peu sensible ou résistante.

294

### *Être attentif à ne pas polluer l'environnement*

Lors des traitements phytosanitaires, on est attentif aux règles suivantes:

- ⇒ **respecter les doses** prescrites au moment de l'application du pesticide. Ne pas multiplier les traitements en pensant que cela aurait plus d'effets;
- ⇒ traiter par **temps calme et sec**. S'il y a du vent lors d'une pulvérisation, le pesticide se répand dans le milieu, en dehors du champ. S'il pleut, le pesticide risque de se retrouver dans le sol avant même d'avoir pu exercer ses effets phytosanitaires;
- ⇒ ne pas traiter par temps de **brouillard**, car le produit pulvérisé se dilue dans les fines gouttelettes en suspension dans l'air, puis il se déplace en même temps que le brouillard vers d'autres zones ou vers les habitations où il peut être respiré par les hommes et les animaux;
- ⇒ **bien délimiter les parcelles traitées**;
- ⇒ privilégier les pesticides qui ont **peu d'effets sur la faune et la flore utiles**;
- ⇒ ne pas traiter les plantes en cours de **floraison**. Le traitement risque en effet de tuer les insectes pollinisateurs.

## Le suivi des traitements

Il est toujours utile de garder des traces écrites des traitements phytosanitaires qu'on a réalisés, ou du moins, de garder les étiquettes explicatives et de les annoter. Ces traces permettent d'éviter les erreurs de manipulation et de perfectionner l'expérimentation. Le [tableau 202](#) indique les informations à noter sur une fiche élémentaire de suivi expérimental.

295

### *Fiche de suivi et d'expérimentation d'un traitement phytosanitaire*

- ⇒ **espèce(s)** cultivée(s) recevant le traitement
- ⇒ **ravageurs** visés
- ⇒ **pesticide** utilisé et **substance active**
- ⇒ **dates successives** de traitement
- ⇒ **heures** de traitement
- ⇒ le **temps** qu'il fait (frais, chaud, humide, etc.)
- ⇒ **quantités** de substance appliquée
- ⇒ **effets immédiats** sur le ravageur
- ⇒ **effets secondaires**
- ⇒ **effets sur les auxiliaires**
- ⇒ **résultats** techniques et économiques (par rapport à une parcelle témoin)

## Prises d'échantillons

Lorsqu'on veut s'informer auprès d'une station spécialisée, ou quand on cherche à constituer une collection à caractère pédagogique, il est intéressant de préparer des échantillons. Des soins particuliers sont apportés à leur préparation pour qu'ils soient reconnaissables et utiles. Les deux méthodes d'échantillonnage les plus courantes sont le séchage et la conservation dans un liquide empêchant la pourriture de l'échantillon.

Le **séchage** lent des feuilles attaquées, des insectes à carapaces, des papillons, des champignons, etc. est ce qu'il y a de plus facile. L'échantillon sec peut être placé dans un herbier ou une enveloppe en papier. Il faut que le séchage n'altère pas trop l'aspect de l'échantillon et ne le rende pas trop cassant. Pour les papillons, on doit bien reconnaître l'aspect des ailes à leur face supérieure; elles sont donc repliées l'une contre l'autre.

La **conservation dans l'alcool** ou d'autres produits de conservation s'impose pour tous les échantillons auxquels on veut garder l'aspect frais, ou

qui se prêtent mal à la dessiccation: des chenilles, des feuilles attaquées par des bactéries ou des champignons, des fruits charnus, etc. Les alcools éthylique et méthylique ou le formol sont généralement utilisés pour une conservation longue. Ces produits empêchent la putréfaction de l'échantillon. Là où ils sont difficiles à trouver, on utilise du vinaigre qui gardera l'échantillon plus ou moins intact durant quelques jours.

Lorsqu'il s'agit d'insectes, mieux vaut présenter les différents stades: larve, pupa, forme adulte.

Des échantillons humides disposés dans des sachets en plastique pourrissent vite et sont rapidement méconnaissables.

L'échantillonnage s'accompagne d'une fiche signalétique sur laquelle figurent un certain nombre d'éléments repris au [tableau 296](#).

296

### *Fiche signalétique minimale d'un échantillon phytopathologique*

L'échantillon sera aussi complet que possible, afin de permettre de constater toutes les caractéristiques de la plante ou du ravageur concerné. On y indique:

- ⇒ le **récolteur** et l'**expéditeur**
- ⇒ l'**origine** de l'échantillon
- ⇒ sa **date** de constitution
- ⇒ le nom de la **plante** ravagée ou malade (ou des plantes)
- ⇒ les **organes** malades de la plante et leur aspect
- ⇒ la **description** aussi détaillée que possible de la maladie ou du ravage
- ⇒ le **type de sol**
- ⇒ les **conditions météorologiques** dans lesquelles se manifestent les ravages
- ⇒ les **conditions culturelles** (âge des plantes, culture pure ou associée, rotation, type de labour, fumure, traitements phytosanitaires effectués, etc.)
- ⇒ en annexe: un échantillon présentant le ravageur lui-même, dans ses diverses formes.

## Méthodes d'épandage ou de pulvérisation

Les techniques d'application des pesticides, qu'ils soient naturels ou de synthèse, sont nombreuses. Sans entrer dans les détails, rappelons dans le tableau 297 les techniques les plus habituelles.

297

### Techniques d'application des pesticides

#### Techniques d'application de solutions liquides

- ⇒ épandage au moyen d'un **arrosoir** muni d'un pommeau. On le pratique directement sur le sol ou sur des plantes basses. Les gouttes sont épaisses et, lorsqu'elles tombent, elles n'atteignent pas la surface inférieure des feuilles;
- ⇒ **pulvérisation** et **nébulisation**. Les pulvérisateurs sont mis sous pression. Les gouttelettes projetées à travers le gicleur sont très fines ou microscopiques. On peut orienter le jet pour que le produit recouvre bien toutes les parties de la plante. Selon l'adresse de l'opérateur, une partie plus ou moins importante de la solution pulvérisée est perdue dans l'air. Une partie retombe sur les plantes ou sur le sol. Il est préférable de viser précisément les parties des plantes comme par exemple les tiges ou les troncs, avec un jet étroit et bien orienté. Les feuillages peuvent être atteints par des jets plus larges également bien orientés.

Pour les cultures en planches dans les jardins familiaux, des pulvérisateurs de faible contenance (2 ou 3 litres) et peu coûteux suffisent souvent (photo 298);

- ⇒ **ULV** (ultra low volume). Un appareil muni d'un petit moteur électrique dissémine une matière active très concentrée se présentant sous forme liquide. Cette technique est efficace pour atteindre des insectes volants dans un grand volume d'air. Mais une très grande partie se répand inutilement dans l'atmosphère. Les risques d'intoxication humaine par inhalation sont importants pour tous ceux qui



Deux types de pulvérisateurs

298

se trouvent dans les environs et qui ne sont pas munis de masques efficaces;

- ⇒ application au **pinceau**. Elle est la plus économe. Le pinceau touche individuellement les feuilles des plantes qu'on veut soigner ou combattre. L'application ne peut exister que lorsque les attaques sont limitées, et sur des plantes faciles à atteindre;
- ⇒ **ruissellement** gravitaire dans les casiers irrigués. Cette technique est utilisable pour apporter des éléments minéraux, dans les cas de maladies de la malnutrition;
- ⇒ **appâts** liquides. On les utilise dans des pièges en forme de récipients. Le liquide attire les insectes dans le récipient. Ils s'y noient.

### *Techniques d'épandage ou d'application sous forme solide*

- ⇒ **poudrage**. Il est facile à faire à la main, mais dans ce cas, il est irrégulier. Mieux vaut utiliser des petites poudreuses à main, ou des engins à moteur. On peut aussi placer la poudre dans un sac tissé que l'on frappe avec un bâton, en passant au-dessus des plants à protéger;
- ⇒ **enfouissement** dans le sol, en poquets autour des pieds à protéger, en lignes, ou sur toute la surface de la parcelle avant labour;
- ⇒ **appâts** solides. La poudre sèche est mélangée à l'appât. Mais il faut qu'elle n'ait pas de goût répulsif;
- ⇒ **enrobage**. Les graines, les racines ou les boutures sont plongées dans la poudre juste avant leur mise en place.

### *Techniques d'enfumage ou de fumigation*

- ⇒ **fumigation**. Le plus généralement, la fumigation se fait dans des petits foyers contenant quelques braises. Le feu est contrôlé en vue d'une combustion lente. Certains produits sont présentés en capsules ou en fusées qui, lorsqu'on en allume la mèche, dégagent un gaz plus ou moins toxique.

Quelques produits, tels que par exemple le **carbure de calcium**, sont utilisés dans les galeries de mulots ou de taupes, lorsque ceux-ci constituent un réel problème dans les jardins.

Chacune des techniques d'épandage comporte ses avantages et ses inconvénients. Toutes exigent de prendre les précautions sanitaires dont on a parlé plus haut.



## Sixième partie

# Comment s'y prendre

La lutte intégrée pour construire la santé des plantes cultivées et pour combattre leurs ravageurs et leurs maladies comporte un ensemble étonnant de moyens, de pratiques et de techniques. Nous les avons passés en revue dans les cinq premières parties en insistant sur les techniques qui peuvent être mises en œuvre **dans le cadre des exploitations familiales** et de l'économie des terroirs. Dans cette sixième partie, nous essayons de faire le point, ravage par ravage, de ce qui peut être fait pratiquement. C'est un rappel parfois incomplet, mais utile s'il permet de se remémorer ce qui est dit dans les parties précédentes.

Dans "Ravages aux champs, c'est signé", nous avons vu la façon de **diagnostiquer** une attaque ou une maladie. C'est évidemment la première chose à faire. Les armes qui permettent de lutter contre les bactéries, les nématodes, les insectes, les champignons, etc. sont en effet très différentes.

Le principe le plus important est bien exprimé par des adages tels que "connaître la vie de la plante, avant de soigner la plante", "connaître la vie de l'insecte avant de le combattre", et aussi, "connaître la vie et l'économie du paysan, avant de lui conseiller une méthode de lutte phytosanitaire". En d'autres termes: **observer pour connaître, avant d'agir.**

Les pages qui suivent suggèrent des pistes pour entreprendre les luttes. Il y en a d'autres auxquelles chacun se familiarisera progressivement au contact des stations agricoles, des firmes distribuant semences, engrais et pesticides, des chercheurs et des techniciens d'encadrement, des paysans expérimentés, ainsi qu'en parlant avec d'autres cultivateurs.

L'index (page 231) est un outil efficace. Il permet de parcourir le livre à la recherche de solutions diverses, et de trouver des remèdes plus spécifiques aux problèmes phytosanitaires rencontrés. N'oublions pas cependant que la santé des plantes est liée à un ensemble de conditions d'environnement et de pratiques agricoles combinant leurs effets. Le temps y est pour beaucoup. La lutte intégrée se construit de saison agricole en saison agricole, de jour en jour, chaque fois que le cultivateur ou la cultivatrice se présente dans son champ ou son jardin.

Nous avons insisté sur les luttes utilisant les moyens disponibles dans les terroirs. Nous gardons constamment en mémoire la question "**pourquoi chercher au loin des moyens de lutte coûteux, lorsqu'il en existe d'efficaces dans l'environnement immédiat de la ferme** ou qu'il est possible d'en produire soi-même?"

Les pratiques de luttes phytosanitaires suggérées ci-dessous vont des plus douces aux plus radicales. Les plus douces sont toujours celles qui passent par les pratiques culturales, l'hygiène des champs, la prévention, l'utilisation de plantes pesticides ou pestifuges locales. Les pistes les plus radicales sont celles qui visent l'extermination totale des ravageurs au moyen de pesticides généraux ne faisant aucune distinction entre les organismes néfastes pour les cultures et les organismes qui leur sont utiles. C'est au cultivateur de choisir au mieux de ses possibilités, de ses moyens, de ses intérêts et du respect de l'environnement et de la santé humaine et animale, les méthodes qu'il met en œuvre.

### 299 **Entreprendre les luttes**

La lutte intégrée pour la santé des plantes s'organise autour de **quatre axes**:

- ⇒ **diagnostiquer** le ou les types de ravages en vue de se poser les bonnes questions dans le domaine de la lutte
- ⇒ **prendre des mesures générales** à caractère préventif (pratiques culturales adaptées, hygiène, propreté des outils, qualité des semences, etc.) **tout au long** de la saison culturale et d'une saison à l'autre
- ⇒ **prendre des mesures spécifiques** en cas d'attaques ou de maladies correctement diagnostiquées. **Envisager plusieurs possibilités** de luttes en fonction de l'efficacité économique et des risques environnementaux et **faire les choix les plus adaptés**
- ⇒ **expérimenter** chacune des solutions en fonction de ses effets immédiats et de ses effets à long terme

## Lutter contre les maladies virales

Il y a **trois mesures principales** pour lutter contre les maladies virales:

- ⇒ éviter de prélever les **semences** sur des plants malades,
- ⇒ choisir les semences sur des **variétés** résistantes ou tolérantes au virus à combattre,
- ⇒ connaître et lutter contre les insectes **vecteurs** par des traitements insecticides adéquats appliqués aux bons moments.

D'autres mesures sont **complémentaires**:

- ⇒ **éliminer les plants malades** afin d'éviter qu'ils ne servent de réservoir de virus lorsque les insectes vecteurs les sucent,
- ⇒ éviter les transmissions de virus d'une plante à l'autre par les **outils** tels que sécateurs, couteaux, machettes, etc.
- ⇒ traiter les semences à la **chaleur**.

Des substances telles que les purins animaux ou végétaux, l'urine, des décoctions de piment ou d'ail, en arrosage ou en pulvérisation, sont à tenter pour lutter contre des virus et leurs vecteurs. D'une part, ces produits attaquent les insectes vecteurs, d'autre part, ils renforcent les capacités de résistance des plantes au virus, en les nourrissant.

## Lutter contre les maladies bactériennes

Les mesures essentielles pour combattre les maladies bactériennes sont les suivantes:

- ⇒ dès qu'ils apparaissent, **éliminer les foyers d'infection** visibles en procédant à la taille sanitaire ou à l'**arrachage des plantes malades** entières, des fruits atteints, des semences, des bulbes, des résidus de récolte, etc., et en les détruisant par le feu;
- ⇒ **ne prélever aucune semence sur des pieds infectés**, ni même à leur voisinage;
- ⇒ **désinfecter les semences** en les lavant avec du savon, en les plongeant dans un désinfectant, ou en les traitant à l'eau très chaude durant quelques instants (sans risquer d'échauffer l'intérieur des graines);
- ⇒ **éviter de transporter les germes**, sur les outils ou sur les pieds, d'une partie du champ à l'autre ou d'un champ à l'autre. Les bactéries pathogènes se trouvant dans le sol sont très facilement emportées sur les pieds, surtout lorsque le sol est boueux;

- ⇒ cultiver des **variétés résistantes**;
- ⇒ pratiquer la **rotation** des cultures afin de réduire le stock de bactéries pathogènes présentes dans le sol. Les espèces se succédant dans les rotations ne doivent pas être sensibles aux mêmes bactéries;
- ⇒ **éviter les blessures inutiles** aux tiges et aux racines;
- ⇒ renforcer la résistance des plantes par une **bonne alimentation** organique (compost, purin, fumier animal,...);
- ⇒ s'il y a des risques de contamination bactérienne par le sol, on peut **stériliser** la terre des germoirs et des pépinières.

Peu de substances sont disponibles pour la lutte contre les bactéries ravaillant les plantes cultivées. L'urine, les fumiers animaux et les purins végétaux, le jus de compost, les cendres, des décoctions de piment rouge ou d'ail, s'avèrent éventuellement efficaces. Mais la lutte contre les bactéries repose principalement sur les **pratiques culturelles préventives**.

## Lutter contre les maladies causées par les champignons

Les **mesures générales** pour lutter contre les maladies fongiques sont comparables à celles qu'on a relevé ci-dessus pour lutter contre les bactéries:

- **éliminer les foyers d'infection** par la taille sanitaire ou l'arrachage des plantes malades entières, des fruits, des semences, des bulbes, des résidus de récolte, etc., et les détruire par le **feu**;
- utiliser du **matériel de multiplication sain** et **désinfecter les semences**;
- éviter de laisser traîner les semences sur un sol malpropre, veiller à la **propreté** des lieux de stockage des semences;
- **éviter de transporter** les germes, sur les outils ou sur les pieds, d'une partie du champ à l'autre ou d'un champ à l'autre; les champignons pathogènes se trouvant dans le sol sont transportés sur les pieds;
- **lutter contre le ruissellement** en nappe des eaux de pluie, qui entraîne avec lui les semences des champignons;
- cultiver des **variétés résistantes**, qu'il s'agisse des graines, bulbes, boutures, etc. ou de matériel de greffage. Lors du greffage, c'est la résistance du porte-greffe qui est la plus importante;
- **associer judicieusement des cultures** réagissant différemment aux attaques, afin de créer des barrières végétales qui rendent plus difficile la propagation du champignon par voie aérienne, terrestre ou souterraine;

- pratiquer la **rotation** des cultures afin de réduire, au cours des années successives, le stock de champignons pathogènes présent dans le sol. Inclure des associations culturales et des **jachères** dans la rotation culturale;
- **éviter les successions d'espèces sensibles aux mêmes champignons**, une année après l'autre;
- pour les arbres atteints par des maladies de racines, créer des **fosses sanitaires** autour des pieds malades afin d'éviter l'extension des champignons vers d'autres pieds;
- **éviter les blessures inutiles** aux troncs, aux tiges et aux racines. Lorsqu'on récolte, couper proprement les jets, plutôt que de les arracher;
- renforcer la résistance des plantes par une **bonne alimentation organique**.

Il y a des **mesures spécifiques** à la lutte contre les champignons:

- agir sur le **microclimat** ou sur le sol. Éviter une trop grande humidité du milieu cultural, surtout dans les pépinières. Assurer un drainage correct des pépinières;
- en pépinière, **stériliser le sol** par la chaleur ou la vapeur, avant de procéder au semis;
- bien **laver les semences** possiblement infectées, avec de l'eau savonneuse ou désinfectante (Javel par exemple);
- utiliser des **fongicides** naturels ou artificiels, en **enrobage** des semences, en **mélange dans le sol**, en **arrosage**, en **pulvérisation**, par **poudrage**, etc. Bien vérifier le mode d'action du fongicide: de surface ou systémique;
- **stériliser la surface des graines** par trempage dans l'eau chaude à 55° durant une période ne risquant pas de détruire leur pouvoir germinatif;
- **solariser** le sol sous toile en plastique transparent, afin de l'échauffer au-dessus de 50°C.

Tous les aspects de la lutte préventive sont importants pour combattre les attaques de champignons.

## Lutter contre les nématodes

Les mesures à prendre contre les nématodes sont les suivantes:

- ⇒ **éviter de transporter de la terre** ou du matériel végétal infesté d'une parcelle à l'autre;

- ⇒ **brûler** les plantes infestées;
- ⇒ choisir des **variétés résistantes**;
- ⇒ pratiquer la **rotation** des cultures et y inclure des **plantes pièges** ou des **plantes toxiques** ou répulsives pour les nématodes, telles que les crotalaires, tagète, manioc, ail, oignon, stylosanthes (24). La rotation peut aussi se faire avec des espèces fourragères;
- ⇒ **mise en jachère** nue ou travaillée;
- ⇒ **enfouir** dans le sol des feuilles et des tiges de **plantes nématicides** ou nématifuges, quelques semaines avant les semis de légumes;
- ⇒ **traitement du sol à la chaleur** pendant 30 minutes à 50°C, pour la terre de pépinière;
- ⇒ **solariser** le sol sous bâche plastique transparente;
- ⇒ **traiter les plantes** à repiquer pendant une période allant de quelques minutes à 3 ou 4 heures à une température entre 43 et 53°C, au moment des transplantations. La température doit s'élever à un niveau qui tue les nématodes, mais qui ne dérange pas les racines pour leur croissance ultérieure (expérimentation nécessaire);
- ⇒ **inonder** le sol durant plusieurs mois (dans les casiers d'irrigation).

Lutter avec des pesticides mélangés dans le sol est très coûteux. On ne le fait que pour les pépinières ou pour des cultures à forte rentabilité.

## Lutter contre les plantes adventices et les plantes parasites

Les **mesures générales** à prendre sont les suivantes:

- éviter l'introduction de **semences** de mauvaises herbes en même temps que les semences de l'espèce cultivée;
- éviter le **transport de terres** ou de composts contenant des graines d'adventices;
- **faucher, faire pâturer** ou **arracher** les mauvaises herbes **avant qu'elles ne fructifient**;
- déraciner les **rhizomes** des adventices en évitant de les couper en morceaux; mieux vaut les extirper avec des outils à dents qu'avec des houes ou des lames;
- **sarcler** en déterrants complètement les racines, et en les laissant sécher sur le sol. Si le sarclage se fait par temps humide, les plantes sont moins vite tuées et reprennent vie plus facilement que si le temps est sec;

- réaliser un ou deux **sarclages précoces** des adventices, avant de semer l'espèce à cultiver;
- dans les pépinières: **stériliser** le sol par la chaleur ou la vapeur;
- **chauffer le compost** à la vapeur, s'il contient des semences gênantes;
- dans les périmètres inondables, provoquer l'émergence des adventices par un premier arrosage, puis les tuer par **noyade** durant quelques jours;
- semer des **espèces couvrantes** afin d'étouffer les mauvaises herbes.

Les **mesures spécifiques** sont les suivantes:

- **arracher les** plantes parasites dès leur apparition, en extirpant leurs racines ou leur haustorium;
- les **empêcher à tout prix de produire leurs graines**, s'ils se reproduisent par ce moyen, par exemple par fauchage;
- **couper** les branches sur lesquelles sont installées les plantes parasites;
- pour le striga, semer des **plantes pièges** provoquant la germination des graines avant que les céréales ne soient présentes ou assez développées;
- pratiquer les **rotations** et les **jachères**.
- utiliser des **herbicides**. Cela suppose qu'on établisse un plan de lutte précis. Quelles espèces sont combattues? A quel moment? Avec une substance à action générale ou spécifique? Foliaire ou racinaire?

Moyennant quelles précautions?

## Lutter contre les insectes ravageurs

Il y a des **mesures préventives**:

- repérer et détruire les **foyers d'infestation**, si possible au stade des œufs et des larves;
- **récolte sanitaire** dès le début de la fructification (pour les insectes qui s'attaquent aux fruits, baies, etc.);
- créer des **barrières chimiques** écartant les insectes: association de plantes répulsives contre les insectes vivant sur le feuillage ou ceux qui attaquent les racines;
- créer des **barrières mécaniques ou physiques** pour gêner la circulation des insectes ou pour les repousser;
- **décaler le cycle** de culture de la plante par rapport au cycle de vie naturel de l'insecte;

➤ **détruire par le feu** tous les **résidus de récoltes** pouvant contenir des œufs ou des larves (récoltes sanitaires);

➤ **nettoyer par des feux contrôlés** des places ou des parcelles servant de refuge à des ravageurs précis;

➤ favoriser les **auxiliaires** des cultures de façon générale (environnement favorable) ou spécifique (lâcher de prédateurs auxiliaires attaquant spécifiquement une espèce de ravageurs);

➤ utiliser des **espèces cultivées résistantes** aux attaques de l'insecte;

➤ **enrober** les semences (photos 300 et 301)



300



301

*En haut (300): semences de haricots enrobées avec un insecticide (endosulfan). En bas (301), on voit à l'avant des lignes détruites par la mouche du haricot, et à l'arrière, les lignes dont les semences ont été enrobées avec l'insecticide.*

Et des **mesures curatives**:

➤ **exposer les larves** logées dans le sol au soleil, en labourant ou en sarclant le sol;

➤ **collecter manuellement** des nids;

➤ **secouer** les plants atteints par des chenilles, afin de les faire tomber au sol et de les détruire;

➤ utiliser des **préparations biologiques** (virales, fongiques, etc.) s'attaquant au ravageur, en particulier aux chenilles et aux larves;

➤ utiliser des **insectifuges** ou des **insecticides naturels**, d'origine végétale ou animale;

➤ utiliser des **insecticides de synthèse** de façon raisonnée et sans excès;

➤ **choisir correctement l'insecticide** en fonction des caractéristiques de l'insecte ravageur et de son cycle de vie;

- mettre en place des **appâts empoisonnés**;
- utiliser des **pièges** (glu, pétrole, lumière, couleur, plantes pièges, phéromones, ...);
- utiliser des **appâts stérilisant les mâles** du ravageur afin de diminuer la reproduction de l'espèce.

Dans tous les cas, on veille à ce que l'utilisation d'insecticides toxiques mal adaptés n'élimine pas les auxiliaires des cultures. On évite que l'application trop régulière de la substance insecticide n'amène l'apparition de souches résistantes de l'insecte ravageur.

## Lutter contre les myriapodes (mille-pattes)

Les mesures à prendre sont les suivantes:

- ⇒ repérer et **réduire les nids** de reproduction;
- ⇒ si la reproduction se fait dans des pailles ou des matières végétales en décomposition, on essaie d'**accélérer leur décomposition** par un apport d'azote, par exemple de l'urée;
- ⇒ pulvériser sur les cultures attaquées une **macération de cadavres** de myriapodes;
- ⇒ utiliser des **appâts empoisonnés** (à base de tourteaux).

## Lutter contre les oiseaux ravageurs des cultures <sup>(69)</sup>

### Des mesures générales et environnementales

- **effaroucher** les oiseaux par des dispositifs bruyants agités manuellement, par des tirs de catapultes, des canons à gaz, des fusils à pétards, etc.;
- protéger les rapaces qui se nourrissent des oiseaux ravageurs, en vue de les maintenir dans l'environnement; préserver leurs nids;
- **protéger certaines parties du terroir** afin d'y attirer les oiseaux et de les éloigner des champs. Certaines graminées sont appréciées des oiseaux, plus que le mil ou le sorgho. Si les graines de ces graminées spontanées sont présentes dans l'environnement des champs au moment de la maturation des épis, les oiseaux vont s'y orienter plutôt que d'attaquer les céréales cultivées;
- pour les oiseaux appréciant les **zones aquatiques**, maintenir des lieux

humides dans lesquels ils peuvent trouver refuge plutôt que de se nourrir dans les champs.

### Des mesures spécifiques

- placer des **épouvantails**, des banderoles réfléchissantes, des bandes de cassettes magnétiques usagées. Si possible, l'épouvantail bouge, fait du bruit et envoie des éclairs lumineux;
- utiliser des **répulsifs**: poudres végétales, macérations de plantes, excréments ou produits chimiques commerciaux, cadavres d'oiseaux accrochés aux arbres ou sur des piquets, ...;
- protéger les **arbres fruitiers** au moyen de filets (photo 302);
- utilisation de **variétés** de céréales poilues ou épineuses n'intéressant pas les oiseaux;
- **piégeages** mécaniques ou à la glu; piégeage des oiseaux ravageurs dans des **cages** dont l'entrée est aisée et la sortie difficile, à la façon d'une nasse. De la nourriture est placée dans la cage afin d'y attirer les oiseaux;
- **cueillette** et **destruction des nids** et des œufs;
- **destruction par le feu** des nids et des œufs. Cela se fait la nuit dans les dortoirs collectifs, au moyen de torches enflammées ou de lance-flammes;
- captures aux **filets** ou avec des **épuisettes**, la nuit, dans les dortoirs;
- attribution de petites **primes** aux enfants rapportant des cadavres d'oiseaux ravageurs;
- contre les oiseaux vivant en troupes, placer des **appâts empoisonnés**. On commence par habituer les oiseaux à la présence de grains dans un lieu où ils vont se nourrir, avant de leur présenter les mêmes grains préalablement empoisonnés. On choisit des appâts n'intéressant que les oiseaux ravageurs ciblés. On agit avec prudence



302

*Buisson fruitier protégé contre les oiseaux par un filet*

pour éviter l'empoisonnement d'hommes ou d'animaux, et aussi des espèces d'oiseaux utiles;

- ↘ application de **produits avicides** par pulvérisation dans l'air (uniquement par des services spécialisés) ou par épandage sur des parcelles régulièrement envahies par des espèces d'oiseaux grégaires (méthode dangereuse pour la santé de l'homme, des animaux, et pour la biodiversité).

## Lutter contre les criquets

Il existe de nombreuses espèces de sauterelles regroupées sous le nom d'**acridiens**. La lutte antiacridienne diffère selon le mode de formation et de migration des essaims. Quatre espèces sont particulièrement destructrices des cultures, en Afrique: le **criquet puant** (*Zonocerus variegatus*) qui se déplace peu, le **criquet nomade** (*Nomadacris septemfasciata*) qui forme de grands essaims se déplaçant en vol sur de longues distances, le **criquet migrateur** (*Locusta migratoria*) et le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) dont les troupes se déplacent plutôt à la surface du sol.

L'intervention la plus efficace est toujours celle qui a lieu de façon préventive, au moment des pontes ou à celui de la constitution des troupes, et dans les **lieux d'origine de la prolifération**:

- ⇒ **repérer les zones de ponte**. On les **laboure** en vue d'exposer les œufs au soleil;
- ⇒ **repérer les essaims en formation**. On les traite immédiatement au moyen d'un **insecticide** puissant;
- ⇒ contre les criquets non ailés marchant à la surface du sol: placer des longues **barrières** ou des **fossés** empêchant les troupes de progresser. Les criquets accumulés le long de la barrière sont alors écrasés ou saupoudrés au moyen d'un insecticide;
- ⇒ **ramassage à la main** en début ou fin de nuit;
- ⇒ mise en place d'**appâts empoisonnés** par un insecticide d'ingestion;
- ⇒ **pulvérisation** ou **poudrage** manuels d'insecticides sur les petits troupes;
- ⇒ **épandage d'insecticide sur les essaims**, par poudrage ou pulvérisation à partir du sol ou d'un avion, s'il existe un service spécialisé. Cette méthode comporte des risques d'intoxication pour l'homme et les animaux.

La lutte antiacridienne est d'abord une affaire collective qui doit être prise en main par les services étatiques. Les moyens d'action individuels sont utiles mais d'efficacité limitée.

## Lutter contre les petits mammifères sauvages ravageurs des cultures (58)

La lutte contre les petits mammifères sauvages doit être **limitée au strict nécessaire**. Avant toute lutte, il faut **vérifier l'incidence réelle de leurs attaques** sur les plantes. Plusieurs espèces sont de précieux auxiliaires des cultures. Ils consomment des vers, des larves, des chenilles, des limaces, etc. La lutte peut se faire de plusieurs façons:

- ⇒ **éliminer tout ce qui attire** le mammifère dans la parcelle ou le jardin: tas de détritrus, abris, etc.;
- ⇒ établir des **clôtures**. Contre les mammifères qui creusent des terriers, on enfonce le grillage dans le sol;
- ⇒ placer des **anneaux de protection en tôle** (aluminium ou plastique) autour des troncs d'arbres, des pieds de tables pépinières, des magasins. Ils empêchent les animaux de s'agripper pour grimper;
- ⇒ placer des matériaux **répulsifs** dans les galeries souterraines;
- ⇒ établir les pépinières sur des tables. Les pieds de tables ou de magasins peuvent être **plongés dans un liquide répulsif**: pétrole, huile de vidange, etc.;
- ⇒ s'il s'agit de protéger les réserves, on les **suspend** afin de les mettre hors d'atteinte;
- ⇒ **effarouchement** optique ou acoustique;
- ⇒ utilisation de **répulsifs** biologiques ou chimiques: excréments, urine, cadavres de l'espèce combattue;
- ⇒ protection des **rapaces** prédateurs des petits mammifères ravageurs;
- ⇒ protection des **mammifères carnassiers** tels que chat, chien dressé, renard, chacal, fennec, loutre, genette, mangouste, hyène, ...;
- ⇒ **battues** contre les espèces nuisibles;
- ⇒ **destruction** des terriers et capture de ses habitants (s'ils occasionnent de grands dégâts aux cultures); éviter de tuer les petits mammifères utiles comme auxiliaires;
- ⇒ **pièges** mécaniques ou à noyade, nasses, etc.;
- ⇒ **fumigation** des terriers par gaz toxiques, **gazage** des galeries;
- ⇒ **appâts** empoisonnés (poisons aigus ou anticoagulants). Attention aux risques d'empoisonnement humain ou d'animaux utiles.

L'utilisation de rodenticides ou raticides est nécessaire en cas de forte infestation. La plus grande prudence s'impose lors de l'application de

produits raticides ou rodenticides. Les animaux tués par ces substances ne peuvent en aucun cas être consommés.

## Lutter contre la divagation des animaux domestiques

Les animaux domestiques font partie des exploitations fermières. Lorsqu'ils sont en divagation, ils occasionnent souvent des dégâts importants. La lutte contre la divagation de ces animaux est exigeante sur les plans communautaire et technique.

Sur le plan communautaire, seules des règles établies de commun accord au sein des communautés rurales sont à même de résoudre les problèmes liés à la divagation.

Sur le plan technique, de nombreuses mesures peuvent être prises pour limiter les parcours et amener le bétail en stabulation. Ces mesures ne sont applicables que s'il existe des cultures fourragères au sein même des exploitations, dans les terroirs concernés, ou dans les marchés locaux.

Le sujet n'a pas été abordé dans le livre, car il comprend de trop nombreuses facettes.

## Lutter contre les grands mammifères sauvages ravageurs des cultures (58)

Dans les zones peu habitées, les dégâts occasionnés par les singes, les phacochères, les éléphants, les cervidés, etc. sont parfois très importants. Les seules pratiques de lutte possibles sont les suivantes:

- ⇒ gardiennage et **effarouchement**;
- ⇒ **chasse** sous contrôle des services de l'environnement;
- ⇒ **clôtures métalliques** et barrières épineuses; barrières électriques basse tension;
- ⇒ **marquage artificiel de territoire** au moyen d'urine et d'excréments (pour certains animaux dits "territoriaux").

## Lutter contre les limaces

- ⇒ différents types de **pièges** permettent de détourner les limaces des plantes cultivées, et de les ramasser ensuite pour les détruire. Ces pièges comportent généralement un appât et un refuge;

- ⇒ les **appâts** utilisés sont des matières telles que tranches de pommes de terre ou de tomates, feuilles de choux ou de légumes, compost non mûr, restes d'engrais verts, son, bière ou jus fermentés, etc.;
- ⇒ des **refuges** appréciés par les limaces sont organisés: planche ou toile déposée sur le sol meuble, humide et frais ou petit tas de gravier. Les limaces rassemblées autour de l'appât durant la nuit sont ramassées le matin;
- ⇒ placer des **anneaux infranchissables** par les limaces (boîtes à conserve ouvertes des deux côtés, bouteilles en plastique découpées, bambous, ...) autour des plants individuels;
- ⇒ des **barrières** peuvent être réalisées autour des planches de culture pour gêner l'avancée des limaces. Elles sont faites de matières pulvérulentes (comme la fine cendre sèche), de matières blessantes (latérite pilée) ou de matières instables (par exemple du son ou de la sciure de bois) auxquelles on ajoute éventuellement des plantes répulsives ou du purin de limace;
- ⇒ arrosage de la planche de culture avec du **jus de limace** fermenté;
- ⇒ les **volailles** sont d'actives consommatrices de limaces; on les laissera circuler dans les parcelles où elles ne risquent pas d'abîmer les cultures. Les hérissons également apprécient les limaces;
- ⇒ certains **appâts commerciaux** tuent les limaces par dessèchement.

La lutte contre les limaces est difficile. Il est utile de combiner plusieurs méthodes.

## Lutter contre les termites

Il est pratiquement exclu de détruire les termitières mécaniquement ou chimiquement, ni d'atteindre les termites au moyen de substances chimiques épandues sur le sol. Il n'y a que peu de voies pour protéger les plantes cultivées contre les termites:

- ⇒ les termites attaquent plus facilement les plantes cultivées chétives et en manque d'eau que les plantes bien arrosées et nourries. L'**arrosage** des pieds et leur **bonne alimentation** est un moyen de lutte efficace puisque les plants restent bien en sève;
- ⇒ semer des **espèces répulsives** dans les parcelles envahies ou qui risquent de l'être, associer de telles espèces dans les lignes de semis, associer directement les espèces répulsives aux jeunes pieds repiqués;
- ⇒ **nourrir la termitière** avec des déchets végétaux afin que les termites ne cherchent pas à émigrer (pour les espèces de termites relativement

sédentaires). Lorsqu'une termitière est installée en un endroit, y implanter un ou plusieurs arbres utiles capables de bénéficier de l'humidité de la termitière et de la nourrir;

- ⇒ implanter des **nids de fourmis** ne présentant pas de danger pour les cultures, à proximité des termitières. Certaines espèces de fourmis entrent en effet **en concurrence avec les termites** et les chassent.

Les tentatives de destruction des termitières ont en général pour effet de provoquer la dissémination des nids.

## Lutter contre les maladies dues à la salinité du sol

La lutte contre les maladies de la salinité se fait surtout à travers les pratiques agricoles et l'aménagement des parcelles en vue de contrôler les mouvements de l'eau et du sel dans le sol (19) (22).

### *Pratiques culturales*

- favoriser une **bonne structure du sol**;
- favoriser la **fumure organique** sous forme de compost, fumier animal et engrais verts;
- **éviter l'insolation directe du sol**;
- aménager les parcelles et les placeaux de culture en vue de **réduire les vents et l'évaporation de l'eau à la surface du sol**. Disposer des brise-vent, des haies, des seccos, des lignes d'herbes hautes, etc.;
- planter des **espèces agro-forestières** pour limiter l'insolation du sol et ralentir les vents dominants; les disposer en placeaux, en haies vives;
- **rompre la couche superficielle** du sol par le **binage**, afin de réduire l'évaporation de l'eau et le dépôt de sel à la surface du sol;
- **pailler** le sol;
- entretenir une **plante de couverture** ou des arbres d'**ombrage** rafraîchissant le sol;
- **limiter l'utilisation d'engrais minéraux** dès qu'il existe des risques de salinisation; leur préférer les engrais organiques;
- **limiter les feux**; les réserver uniquement à la destruction des déchets pouvant constituer des foyers de ravageurs.

### *Gestion de l'eau*

- **limiter l'arrosage** au strict minimum nécessaire pour les plantes cultivées, lorsque l'eau d'arrosage est saline;

- ↘ favoriser le **drainage** du sol et le **lessivage** qui en résulte, lorsque les parcelles sont irriguées par inondation;
- ↘ préférer les **arrosages économes**, par ruissellement ou au goutte à goutte, plutôt que par aspersion, surtout si l'eau d'arrosage est salée.

## Lutter contre les maladies de la malnutrition

**Toutes les pratiques qui améliorent la fertilité** du sol permettent de lutter contre la malnutrition des plantes. On se référera utilement à la troisième partie de ce Carnet. Relevons cependant quelques pistes générales:

- ⇒ associer aux cultures saisonnières des **espèces à enracinement profond** (arborescentes ou herbacées); elles sont capables de remonter des minéraux vers la couche superficielle du sol et de la rééquilibrer chimiquement;
- ⇒ amender le sol d'une parcelle avec des **fumiers** animaux ou des **composts provenant d'autres zones écologiques**;
- ⇒ planter dans les parcelles des espèces agro-forestières ou autres, dans le but de **produire de la matière à composter**;
- ⇒ associer aux cultures, ou introduire dans la rotation, des **plantes fixatrices d'azote** (légumineuses par exemple);
- ⇒ inoculation des racines de légumineuses par des bactéries fixatrices d'azote comme le ***Rhizobium***;
- ⇒ pulvériser périodiquement de l'**urine** ou du **purin** filtré, dilué (environ 1/5), et fermenté durant quelques jours. Cette pulvérisation peut avoir un double effet: alimentaire et phytosanitaire;
- ⇒ **éviter l'utilisation excessive d'engrais chimiques** mal adaptés; l'excès amène petit à petit des déficits en oligo-éléments très difficile à corriger;
- ⇒ **associer l'élevage à l'agriculture** en vue de produire du fumier animal;
- ⇒ établir des **lignes d'herbes fourragères** en vue de nourrir le bétail et de limiter l'érosion des champs.



## ***Commentaire final***

De l'introduction à la conclusion du livre, nous avons insisté sur la nécessaire intégration des luttes phytosanitaires. Cette intégration contribue au respect de l'environnement, au maintien de la biodiversité, à la satisfaction du consommateur des produits. Des méthodes radicales, coûteuses sur le plan économique et écologique, s'imposent parfois en fin

de compte. Mais elles ne sont que rarement des solutions durables, soit à cause de leurs effets sur l'environnement, soit à cause de conditions économiques devenues incontrôlables au niveau des fermes familiales.

N'oublions pas non plus la communication entre cultivateurs, cultivatrices, jardiniers et jardinières, agents techniques et chercheurs. Echanger les connaissances et les savoirs dans le domaine de la santé des plantes est ce qu'on peut faire de mieux pour faire progresser les pratiques agricoles et le contrôle des ravages dans les fermes familiales.



## Bibliographie

- (1) ACTA, **Les auxiliaires, ennemis naturels des ravageurs des cultures**, 64 p., 1984; ACTA, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12, France, ISBN 2-85794-036-X
- (2) Agrodok, *Pesticides, composition, utilisation et risques*, Agrodok n° 29, 100 p., 1989; Agromisa, B.P.41, 6700 AA Wageningen, Pays-Bas, et CTA, ISBN 90-72746-24-4
- (3) Allen D.J. et al., *Ravageurs, maladies et carences nutritives du haricot commun en Afrique* - guide pratique, 132 p., 1996; CIAT n° 265, ISBN 958-9439-66-7, et CTA (pour la détermination des ravages sur le haricot)
- (4) Anonyme, *Faune et flore auxiliaires en agriculture*, journées d'études et d'information, 4 et 5 mai 1983, 368 p.; ACTA, Paris
- (5) Arbonnier Michel, **Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest**, 541 p., 2000; CIRAD - MNHN - UICN, ISBN 2-87614-431-X et 2-85653-530-5
- (6) Autricque A., et Perreux D., **Maladies et ravageurs des cultures de la région des Grands Lacs d'Afrique centrale**, 232 p., 1989; AGCD, Belgique, et ISABU, B.P.795, Bujumbura, Burundi
- (7) Beniest J., *Guide pratique du maraîchage au Sénégal*, 144 p., 1987; Centre de Développement de l'Horticulture (CDH), B.P.2619, Dakar-Cambéréne, Sénégal
- (8) Bonnier C. et Brakel J., *Lutte biologique contre la faim, légumineuses - rhizobium*, (p. 90), 148 p., 1969; Les Presses Agronomiques de Gembloux asbl, 22 av. de la Faculté, 5800 Gembloux, Belgique
- (9) Buyckx E.J.E., *Précis des maladies et des insectes nuisibles rencontrés sur les plantes cultivées au Congo, au Rwanda et au Burundi*, 708 p., 1962, INEAC
- (10) Chaboussou F., *La résistance de la plante vis-à-vis de ses parasites*, in Vers une agriculture viable, IFOAM, 1978, ISBN3-85983-017-1
- (11) Chinery Michael, *Insectes de France et d'Europe occidentale*, 320 p., 1988; Les Editions Arthaud, Paris, ISBN 2-7003-0636-8
- (12) CIONGLA-CONGAD and Rodale International, Séminaire national sur la protection naturelle des cultures, Mbour, Sénégal, 1992;
- Rodale International, B.P.1237, Thiès, Sénégal; cité par Lowell J. Fuglie
- (13) Colin Jean, *La mouche bactérienne de la tomate au Maroc - Epidémiologie et méthode de lutte*, thèse de doctorat, 125 p., Université catholique de Louvain, Belgique, 1988
- (14) Collingwood E.F., Bourdouxhe L. et Defrancq M., *Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal*, 95 p., 1981; C.D.H., B.P.154, Dakar, Sénégal
- (15) Defour Georges, *Éléments de recherche sur la protection des réserves vivrières en Afrique Centrale*, Recherches Africaines n°3, 1999; CERDAF, Bukavu, R. D. du Congo
- (16) Dembélé B. et al., *Plantes parasites des cultures et des essences forestières au Sahel*, 43 p., 1994; Institut du Sahel, B.P.1520, Bamako, Mali, ISSN 1019-5734, et CTA, ISBN 2-7420-0048-8
- (17) Dupriez H. et De Leener Ph., **Agriculture tropicale en milieu paysan africain**, 282 p., 1986; Terres et Vie, ISBN 2-87105-000-7
- (18) Dupriez H. et Simbizi J., **Ravages aux champs, c'est signé**, 112 p., 1998; Terres et Vie, ISBN 2-87105-017-1
- (19) Dupriez H., *Du sel dans nos jardins*, Carnet Écologique n° 9, 48 p.; Terres et Vie, ISBN 2-87105-013-9
- (20) Dupriez H., *Jardins et vergers d'Afrique*, 354 p., 1987, Terres et Vie, ISBN 2-87105-005-8
- (21) Dupriez H., *Les chemins de l'eau: ruissellement, irrigation, drainage*, 380 p., 1990, Terres et Vie, ISBN 2-87105-009-X
- (22) Dupriez H., *Sable, sel et feu dans les rizières*, Carnet Écologique n° 4, 48 p.; Terres et Vie, ISBN 2-87105-013-9
- (23) Dupriez H., *Vent qui souffle, vent qui vole*, Carnet Écologique n° 8, 44 p.; Terres et Vie, ISBN 2-87105-013-9
- (24) Elwell H. and Maas A., *Natural Pest and Disease Control; The natural Farming Network*, PO Box 301 Causeway, Harare, Zimbabwe, 1995; cité par Lowell J. Fuglie.
- (25) Franck Gertrud, *Cultures associées au jardin*; La Maison Rustique, Paris

(26) Fuglie Lowell J., **Producing Food without Pesticides**, local solutions to crop pest control in West Africa, 158 pp, 1998; CTA et Church World Service, B.P.3822, Dakar, Sénégal. (Lowell J. Fuglie fait largement le point sur les plantes et les produits minéraux ou animaux utilisables en phytopathologie. Il détaille de nombreuses recettes trouvées dans une abondante littérature.)

(27) Gaudy M., **Manuel d'agriculture tropicale**, 444 p., 1959; La Maison Rustique, 26 rue Jacob, 75006 Paris, France

(28) Guthrie John, **Contrôler la mosaïque africaine du manioc**, 20 p.; CTA, ISBN 92-9081-074-2

(29) IITA, **Lutte biologique contre la cochenille et les acariens verts du manioc en Afrique**, 25 p., série Bulletin d'Information n° 16, Institut International d'Agriculture Tropicale, PMB 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigeria

(30) Institut du Sahel, **Les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel**, 128 p., 1991; CILSS et UCTR/PV, B.P.1530, Bamako, Mali, ISSN 1017-7477 (pour la détermination des ravageurs)

(31) Johnson D.E., **Les adventices en riziculture, en Afrique de l'Ouest**, 312 p., 1997, ADRAO, B.P.2551, Bouaké, Côte d'Ivoire, et CTA, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas, ISBN 92-9113-1105

(32) Kotschi Johannes, Waters-Bayer Ann, Adelhelm Reinhard, Hoesle Ulrich, **Agriculture écologique et développement agricole**, 134 p., 1990; CTA, GTZ et Verlag Josef Margraf, PO Box 105, 6992 Weikersheim, Allemagne, ISBN 3-8236-1193-3

(33) Kranz J., et al., **Diseases, Pests and Weeds in Tropical Crops**; John Willey & sons, Chichester, UK, 1977; cité par Lowell J. Fuglie

(34) Kumar R., **La lutte contre les insectes ravageurs**. L'agriculture en régions tropicales, 310 p., 1991; CTA, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas, et Karthala, 22-24 Bd Arago, 75013 Paris, France, ISBN 2-86537-333-9 (Cet ouvrage contient de multiples références d'auteurs, de chercheurs et d'instituts spécialisés. Ces références ne sont pas reprises spécifiquement ici, on se référera directement à l'ouvrage de Kumar pour plus de précisions).

(35) Lavabre E.M., **Ravageurs des cultures tropicales**, 178 p., 1992; CTA, Maisonneuve et Larose, 15 rue Victor Cousin, 75005 Paris, France, ISBN 2-7068-1048-3 et ACCT, ISBN 92-9028-194-4

(36) Le Bourgeois T., Merlier H., **Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne**, 640 p., 1995; CIRAD, Montpellier, France

(37) Lenné Jillian M. and Trutmann Peter, **Diseases of Tropical Pasture Plants**, 404 pp, 1994; CIAT, NRI and CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, ISBN 0-85198-917-9

(38) Mariau Dominique, **Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures pérennes tropicales**, 202 p., 1996; CIRAD, ISSN 1251-7224, ISBN 2-87614-253-8

(39) Marnotte P., **Liste des mauvaises herbes de Côte d'Ivoire**, 46 p., 1990, Note technique, IDESSA-DCV, Côte d'Ivoire

(40) Meitzner L.S. & Price M.L., **Amaranth to zaï holes: ideas for growing food under difficult conditions**, 1996; ECHO, N. Ft. Myers, Fl. 33917-2239, USA; cité par Lowell J. Fuglie

(41) Merlier H. et Montégut J., **Adventices tropicales**, 490 p., 1982; ORSTOM, CIRAD-GERDAT, ENSH, Montpellier, France

(42) Messiaen C.-M., **Le potager tropical**, 1. Généralités, 204 p., 1978; PUF, ISBN 2-85319-008-0

(43) Michel B. et Bournier J.P., **Les auxiliaires dans les cultures tropicales** (en français et en anglais), 88 p., 1997; CIRAD, B.P.5035, 34032 Montpellier cedex 1, France, e-mail: <librairie@cirad.fr>

(44) Ministère de la Coopération et du Développement, France, **Memento de l'Agronome**, 1635 p., 1991, ISSN 0336-3058

(45) Mushambi C, Soil Productivity research Laboratory, Morondera, Zimbabwe, cité par Spore n°77, p. 9, CTA, Wageningen.

(46) NIFTAL, **Les inoculums de légumineuses et leurs applications**; 49 p., 1985; FAO, Rome

(47) Olufemi Williams A., Mbiele A.L., Nkouka N., **Maladies virales des végétaux en Afrique** (en français et en anglais); OUA/CSTR et CTA, 223 p., 1988, ISBN 978-2453-25-0

(48) Onu I., Dept of crop protection, Amadou Bello University, PMB1044, Zaria, Nigeria; selon Spore n° 77, oct. 98, p 7, CTA, Wageningen, Pays-Bas

(49) PAN (Pesticides Action Network): Christa Dümmler et al., **Pesticides et agriculture tropicale, dangers et alternatives**, 281 p., 1993; CTA et Verlag Josef Margraf, ISBN 3-8236-1225-5

- (50) PAN-Belgium, *Le contrôle des pucerons*, fiche technique; 70 av. des Tilleuls, 1640 Rhode-St-Genèse, Belgique
- (51) Polaszek A. et Delvare G., *Les foreurs des tiges de céréales en Afrique: importance économique, systématique, ennemis naturels et méthodes de lutte*, 556 p., 2000; CIRAD et CTA, ISBN 2-87614-425-5
- (52) Rappaport Rosalyn, *Controlling Crop Pests and Diseases*, Tropical Agricultural Extension Handbooks, 106 pp., 1992; Macmillan, ISBN 0-333-57216-5
- (53) Rappe André et Van Hammée Marie-Louise, *Guide des pesticides toxiques pour la faune sauvage et domestique*, 48 p., 1992; Aves asbl, c/o M.L. Van Hammée, 9, Haie aux Faulx, 5530 Yvoir, Belgique
- (54) Rappe André, *Pesticides et santé: les pesticides en balance*, 383 p., 1992; Association Pharmaceutique Belge, 11 rue Archimède, 1040 Bruxelles, Belgique
- (55) Reckhaus Peter, ***Maladies et ravageurs des cultures maraîchères, à l'exemple de Madagascar***, 402 p., 1997; GTZ et Margraf Verlag, B.P.1205, 97985 Weikersheim, Allemagne, ISBN 3-8236-1274-3
- (56) Reijntjes C., Haverkort B. et Waters-Bayer A., *Une agriculture pour demain, introduction à une agriculture durable avec peu d'intrants externes*, 474 p., 1995; Karthala, Paris, et CTA, ISBN 2-86537-561-7 (sur le contexte général de l'agriculture durable)
- (57) Schmutterer Heinrich, Ramon Rowland Cruz, Julio Cicero, *Crop Pests in the Caribbean, plagas de las plantas cultivadas en el Caribe*, 640 p., 1990; GTZ, Eschborn, ISBN 3-88085-432-7
- (58) Sicard B. et al., *Rongeurs nuisibles soudano-sahéliens*, 66 p., 1995; Institut du Sahel, B.P.1530, Bamako, Mali, et CTA, ISBN 2-7420-0113-1
- (59) Soltner Dominique, ***Les bases de la production végétale***, tome 1: *Le sol et son amélioration*, 472 p., 2000; Collection Sciences et Techniques Agricoles, Le Clos Lorelle, 49130 Sainte-Gemmes-sur-Loire, France, ISSN 1178-5676, ISBN 2-907710-00-1 (pour des informations concernant les fumures)
- (60) Stoll Gaby, *Natural crop protection in the tropics: letting information come to life*, 388 p., 2000; AGRECOL et CTA, ISBN 3-8236-1317-0
- (61) Stoll Gaby, ***Protection naturelle des végétaux en zones tropicales***, 180 p., 1988; AGRECOL, CTA et Verlag Josef Margraf, ISBN 3-8236-1144-3
- (62) Terre Vivante, *Les quatre saisons du jardinage*, n° 19, p. 48, Suter Heinrich, 1983, B.P.20, 38710 Mens, France
- (63) Terre Vivante, *Les quatre saisons du jardinage*, n° 33, p. 40, Kunkel Mary Anne, "Le sauvetage des pipistrelles", 1985
- (64) Terre Vivante, *Les quatre saisons du jardinage*, n° 120, p. 39, Bosse-Platière A., 2000
- (65) Terry P.J., *Some common crop weeds of West Africa and their control*, 132 p., 1983, USAID
- (66) Thiam Abou, Ducommun Gil, *Protection naturelle des végétaux en Afrique*, 212 p., 1993; Enda-Editions, B.P.3370, Dakar, Sénégal, ISBN 92-9130-005-5, ISSN 0850-8526
- (67) Thorez Jean Paul, "Chez Gertrud Franck", *Les quatre saisons du jardinage n°34*; Terre Vivante
- (68) Tindall H.D., *Fruits et légumes en Afrique occidentale*, 257 p., 1968; FAO, Rome, ISBN 92-5-200062-3
- (69) Tréca B., Ndiaye A.B., Manikowski S., *Oiseaux déprédateurs des cultures au Sahel*, 54 p., 1997; Institut du Sahel, B.P.1530, Bamako, Mali et CTA, ISSN 2-7420-167-0
- (70) Vaissayre M. et Cauquil J., *Principaux ravageurs et maladies du cotonnier en Afrique au sud du Sahara*, 60 p., 2000, CIRAD, CTA, ISBN 2-87614-415-8
- (71) Vandeput René, *Les principales cultures en Afrique centrale*, 1.252 p., 1981; AGCD, Belgique
- (72) Vergara Benito S., *Manuel pratique de riziculture*, 221 p., 1984; ADRAO - IRRI, PO Box 933, Manila, Philippines, ISBN 971-104-090-5
- (73) von Maydell Hans-Jürgen, *Arbres et arbustes du Sahel, leurs caractéristiques et leurs utilisations*, 532 p., 1992; GTZ et Verlag Josef Margraf, ISBN 3-8236-1197-6
- (74) Werner D., *Là où il n'y a pas de docteur*, *Environnement africain*, c/o Enda, B.P.3370, Dakar, Sénégal

# Index

## A

abamectine, 154, 165  
acacia, 183, 184  
*Acacia albida*, 67  
*Acacia nilotica*, 180, 184, 186  
*Acacia stenocarpa*, 181, 183  
*Acanthomia*, 114  
acaricide, 159, 186  
acarien, 6, 147, 154, 182  
acétate de cuivre, 163  
acidité, 71  
*Acraea acerata*, 13, 113  
acridien, 220  
activateur, 179  
*Acyrtosiphon pisum*, 145  
*Adenium obesum*, 186, 189  
adjuvant, 166  
adventice, 118, 215  
aération, 23, 55  
*Ageratum*, 184, 186, 190  
agriculture biologique, 174  
agriculture multiétagée, 27, 74  
agro-forestier, 151  
*Agrotis segetum*, 177  
ail, 182, 184, 185, 187  
*Albizzia falcata*, 67  
alcool, 179  
aldicarbe, 201, 202  
*Allium cepa*, 183, 185  
*Allium sativum*, 184, 185, 186, 187  
*Alternaria solani*, 17  
alternariose, 18, 21, 86  
amarante, 51, 185  
*Amaranthus hybridus*, 185  
amendement, 60  
anacardier, 184, 189  
*Anacardium occidentale*, 184  
aneth, 80  
*Annona*, 182, 184, 185  
*Anoplocnemis curvipes*, 78, 138  
antagonisme, 79  
*Antestia*, 145  
*Anthores*, 146  
anthracnose, 38  
*Apate monacus*, 146  
aphicide, 159  
*Aphidus bertrandi*, 145  
*Aphis craccivora*, 114  
appât, 140, 141, 209

arachide, 19, 78, 114  
*Arachis hypogea*, 129  
araignée, 144, 146  
araignée rouge, 44  
arbre fertilisateur, 68  
argile fine, 174  
arrosage, 98, 101, 130  
asphyxie, 55  
associations culturelles, 15, 56, 116, 128  
assolement, 31  
auxiliaire, 17, 27, 143, 148  
*Azadirachta indica*, 185, 186, 193  
azadirachtine, 165, 183, 193  
azinhos, 201  
azote, 59

## B

*Bacillus thuringiensis*, 141, 145, 154  
bactéricide, 159, 187  
bactérie, 7, 153, 212  
bactériose, 20  
*Baculovirus*, 145, 157  
*Balanites aegyptiaca*, 184, 187  
barrière chimique, 83  
barrière intercalaire, 81  
bas-fond, 72  
basilic, 183, 184, 190  
*Beauveria*, 145, 156  
*Bemisia*, 146, 158  
*bengol*, 66  
Bénomyl, 197  
bergeronnette, 146  
binage, 54, 105  
binapacryl, 201  
biodégradable, 164, 168, 181  
biodiversité, 27, 76  
biomasse, 28  
black wattle, 67  
bore, 59, 60  
*Botrytis*, 38, 175  
bouillie bordelaise, 163  
bouillie bourguignonne, 163  
bouture, 87, 88  
brise-vent, 57, 133  
brodifacoum, 202  
bromure de méthyle, 202  
broyats d'insectes, 176  
brûlage, 123

*Burkholderia*, 18  
*Busseola*, 45  
buttage, 56, 106, 121

## C

cacaoyère, 45  
caféier, 28, 44  
caïlcédrat, 180, 184, 189  
*Cajanus cajan*, 66  
calcium, 59, 70  
calendrier agricole, 114  
*Calotropis procera*, 184, 186, 189  
*Calopogonium mucunoïdes*, 66  
canard, 147  
cantharide, 176  
*Capsicum annuum*, 185, 187  
*Capsicum frutescens*, 185  
Captafol, 197  
Captane, 197  
carbofuran, 202  
carbophenothion, 201  
carbure de calcium, 209  
carence, 22, 60, 69  
*Carica papaya*, 185, 186  
carotte, 83, 183  
*Cassitha filiformis*, 126  
*Casuarina*, 180, 184, 189  
cécidomie, 45  
cendres, 180  
*Centrosema*, 67, 122  
*Cephalonomia stephanoderis*, 145  
*Cercospora fuliginea*, 193  
certification, 91  
chaîne alimentaire, 17, 149  
champignon, 7, 213  
champ multiétagé, 164  
charançon, 147  
charbon, 21  
chaulage, 70, 72  
chauve-souris, 146  
chaux, 174, 175  
chaux magnésienne, 70  
chenille, 113, 182  
chenille légionnaire, 176  
*Chilo*, 45  
*Chilochorus bipustulatus*, 158  
chlorfenvinphos, 201  
chlorophacinone, 202  
chlorose, 60

choc thermique, 52  
chou, 83  
chrysalide, 12  
*Chrysanthemum cinerariaefolium*, 185, 186  
chrysospe, 148  
*Cinara cupressi*, 83, 84  
citron, 193  
citronnelle, 183  
citronnier, 188  
*Citrullus vulgaris*, 140  
*Citrus* sp, 183  
coccinelle, 14, 144, 148  
cochenille, 149, 175  
cocotier, 78  
cœur creux, 60  
cœur de bœuf, 184  
collature, 73, 134  
collecte manuelle, 43  
*Colletotrichum*, 38  
combretum, 183, 187  
*Combretum inberbe*, 180  
*Combretum micranthum*, 183  
complantation, 79, 82  
complexe parasitaire, 6  
complexe pathogène, 16  
compost, 62, 64, 65, 70, 179  
compostage, 96  
confusion sexuelle, 177  
contact, 201  
contagion, 30  
*Contarinia*, 45  
*Convolvulus bicolor*, 152  
cordon pierreux, 59  
*Coroxienos antestiae*, 145  
corossol, 184, 188  
cotonnier, 45, 81  
coumachlore, 202  
coumaphène, 202  
coumate tralyl, 202  
courge, 35  
courgette, 47  
courtilière, 180  
craie, 174  
crapaud, 144  
criquet, 220  
crotalaire, 66, 184  
*Crotalaria ochroleuca*, 184, 186  
*Croton tiglium*, 184  
culture en couloirs, 81  
culture pure, 15, 29, 74  
cultures intercalaires, 152

*Cupressus* sp, 83, 84, 88, 180, 184  
*Curcuma*, 182, 184, 186  
curcumin, 188  
cuscute, 125  
cuticule, 38  
cyanazine, 202  
cycle de vie, 9  
*Cylas formicarius*, 11  
*Cymbopogon citratus*, 183  
cyprès, 83, 188

## D

damage, 102  
*Datura stramonium*, 184, 189  
*Daucus carotta*, 183  
DDT, 201  
décoloration, 69  
déformation, 69  
*Delia brassicae*, 81  
démarrage, 75  
déplacement, 16  
*Derris*, 165, 182, 183, 184, 192  
désherbage, 102, 123  
2-4-5-T, 202  
2-4-D, 202  
diagnostic, 6  
diazinon, 201  
dichloropropane, 202  
dichloropropène, 202  
dichlorvos, 201  
dicotylédone, 123  
dieldrine, 201  
diethion, 201  
diméthoate, 201  
dioxacarbate, 201  
dispositif de plantation, 20, 108  
disulphoton, 201  
divagation, 222  
DL, 202  
DL50, 202  
domestication, 181  
dose, 166  
dose létale, 202  
drainage, 23, 55, 73, 134  
*Dysdercus*, 147, 148

## E

ébulliantage, 103  
échantillon, 206  
effets secondaires, 197  
effeuillage, 112  
*Eldana saccharina*, 8

*Eleusina coracana*, 180, 184, 187, 188  
empoisonnement, 23, 55  
émulsionnant, 166  
*Encarsia lutea*, 146, 158  
endosulphan, 201  
*Endothia parasitica*, 156  
endrine, 201  
engrais chimique, 23, 62  
engrais vert, 66  
enrichissement, 117  
enrobage, 102, 154, 156, 180, 209  
enselement, 49  
*Entada africana*, 184  
entomopathogène, 143, 147  
*Entomophthora*, 156  
*Epidinocarcis lopezii*, 148, 149, 158  
épiphyte, 126  
épirhize, 126  
épouvantail, 142  
*Erynia neophidis*, 144, 145  
escargot, 7  
ethoprophos, 202  
étouffement, 82, 122  
*Eucalyptus* spp, 84, 183, 189  
*Eupatorium*, 183  
*Euphorbia* spp, 186  
*Euphorbia balsamifera*, 184, 188  
*Euphorbia hirta*, 184, 188  
*Euphorbia turicalli*, 83, 185, 186  
évaporation, 133  
expérimentation, 195  
extraction (jus ou huile), 191

## F

facteurs abiotiques, 7  
facteurs génétiques, 34  
facteurs non génétiques, 37  
farine, 178  
fauchage, 118, 121  
faux hôte, 128, 129  
faux semis, 120, 138  
fénizon, 201  
fer, 59  
fertilité organique, 63  
feu, 117, 118  
fiente, 70  
filao, 180, 184  
fixatrice d'azote, 8  
fongicide, 159, 162, 185, 193, 201

fonophos, 201  
forme, 166  
fourmi, 45  
fourmi carnassière, 146, 149  
fourrager, 68, 118  
foyer d'infection, 21  
foyer d'infestation, 43  
fumée, 181  
fumigation, 169, 181, 209  
fumure minérale, 63  
fumure organique, 63  
*Fusarium*, 147, 157  
*Fusarium oxysporum*, 193

**G**  
gène, 34  
germoir, 51  
*Gliricidia sepium*, 184, 186  
glu, 178  
*Glycine maximum*, 129  
glyphosate, 163, 202  
gomme arabique, 178  
gommier, 184, 186, 190  
*Gossypium*, 129  
granulose, 157  
greffage, 86, 89  
grenouille, 144  
*Grevillea*, 67, 78  
grévillier, 48  
*Gryllotalpa africana*, 180  
guêpe, 146  
guiera, 184, 187  
*Guiera senegalensis*, 181, 184

**H**  
haricot, 49, 67, 77  
haustorium, 127  
HCH, 201  
*Helianthus annuus*, 129  
héliophile, 94  
*Heliothis armigera*, 177  
*Hemileia vastatrix*, 52  
hémiparasite, 125  
heptachlore, 201  
herbicide, 124, 159, 163, 201  
*Heterospilus coffeicola*, 145  
*Hevea brasiliensis*, 67  
hirondelle, 146  
holoparasite, 125  
huile, 175  
huile végétale, 178  
humidité de l'air, 52  
hygiène, 14, 203  
hygiène des cultures, 25

*Hyperaspis notata*, 149  
*Hypothenemus hampei*, 44, 145  
*Hyptis* spp, 183

**I**  
*Icerva purchasi*, 149  
immunité, 36  
*Imperata*, 67  
incidence, 9, 29  
*Indigofera erecta*, 66  
infection, 43  
infestation, 43  
infusion, 191, 192  
ingestion, 201  
inhalation, 201  
inoculation, 68, 154  
insecte, 6, 217  
insecte pollinisateur, 197  
insecte vecteur, 20  
insecticide, 159, 160, 161, 184, 201  
insectifuge, 183, 184  
intoxication, 60, 204  
irrigation, 53, 131  
*Isariopsis griseola*, 52  
isolane, 201

**J**  
jachère, 15, 68, 116  
*Jatropha curcas*, 185, 187  
java, 66

**K**  
karité, 48  
kérosène, 175  
*Khaya senegalensis*, 180, 184

**L**  
*Lablab niger*, 67  
labour, 56, 104  
lâcher d'insecte, 158  
lait, 177  
*Lantana camara*, 184, 189  
latérite, 174  
*Lathyrus ochrus*, 129  
*Leucaena leucocephala*, 67  
leucena, 28  
leurre, 136  
lézard, 144  
lignes alternées, 81  
ligne d'herbe, 82  
lilas de Perse, 182, 184, 185, 190  
lilas du Sénégal, 184  
limace, 7, 222

limacide, 187  
lindane, 201  
*Linum usitatissimum*, 129  
*Liriomyza*, 154  
*Liriomyza trifolii*, 14  
*Locusta migratoria*, 220  
*Lonchocarpus*, 188  
*Lonchocarpus sericeus*, 184  
loranthacée, 125  
lutte antiacridienne, 220  
lutte biologique, 33, 151  
lutte chimique, 33  
lutte curative, 42  
lutte intégrée, 33, 153  
lutte préventive, 42  
lutte raisonnée, 33, 152  
luzerne, 81, 152  
*Lycopersicum esculentum*, 183  
*Lycosa*, 78

**M**  
macération, 191, 194  
macronutriment, 61  
*Macroptilium atropurpureum*, 67  
magnésium, 59, 70  
maïs, 19, 78, 81  
maladie bactérienne, 212  
maladie fongique, 213  
maladie virale, 212  
malnutrition, 22, 225  
*Mammea*, 184, 190  
mammifère, 7, 221, 222  
Mancozèbe, 197  
*Mangifera indica*, 180  
manguier, 87, 180  
*Manihot esculenta*, 185  
manioc, 37, 83, 147, 185  
mante, 144  
marne, 70  
matière active, 165, 166  
mauvaises herbes, 7  
médiateur chimique, 177  
*Medicago sativa*, 81  
mélange variétal, 76, 77  
*Melia azedarach*, 184, 185, 186  
metham sodium, 202  
méthamidiphos, 201  
méthidathion, 201  
mévinphos, 201  
microclimat, 48  
micro-élément, 59, 61, 69  
microfaune, 61

microflore, 61  
micronisation, 169  
micronutriments, 115  
micro-organisme symbiotique, 29  
mil, 54  
mildiou, 86, 175  
mille-pattes, 176, 218  
mineuse des feuilles, 175  
moline, 202  
molluscide, 159  
monocotylédone, 123  
monocrotophos, 201  
monoculture, 29, 69  
*Mononychellus*, 147  
montaison, 54  
*Moringa oleifera*, 185, 187  
mosaïque, 37  
mouche blanche, 182  
mouche du piment, 9  
mouillant, 166  
*Mucuna pruriens*, 128  
mutation, 171  
mycorrhize, 156  
mylabre, 78, 138, 177  
myriapode, 218

**N**  
nébulisation, 168  
nécrose, 60  
neem, 182, 183, 185, 186, 190, 193  
nématocide, 159, 186, 193, 202  
nématodes, 7, 36, 84, 116, 191, 193, 216  
néré, 182, 188  
néverdier, 187  
*Nicotiana tabacum*, 185, 186  
nicotine, 165, 183  
niébé, 66, 78, 114, 193  
noctuelle, 182  
nodosité, 65, 81  
*Nomadacris septemfasciata*, 220  
noms commerciaux, 167  
noyage, 75, 122  
nuisibilité, 8

**O**  
*Ocimum basilicum*, 183, 184  
OGM, 91, 172  
oïdium, 35  
oignon, 14, 183, 185  
oiseau, 7, 146, 218  
oligo-élément, 59, 68

*Oligonychus coffeae*, 44  
*Oligota*, 147  
ombrage, 51  
ométhoate, 201  
*Ootheca benningseni*, 114  
*Ophiomyia* sp, 106  
organisme symbiotique, 27  
orobanche, 125  
*Ostrinia furnacalis*, 78  
outil, 46  
oxychlorure de cuivre, 163  
oxydéméton, 201

**P**  
paillage, 51  
pamplemousse, 193  
papayer, 185, 189  
parasitoïde, 28, 143  
parathion, 201  
*Parkia biglobosa*, 185  
patate douce, 77, 113  
pendimethaline, 202  
pépinière, 51, 97  
peste, 159  
pesticide, 159, 183  
pesticide naturel, 194  
pestifuge, 159, 183  
pétrole, 175  
pH, 71  
*Phaseolus lunatus*, 67  
*Phaseolus vulgaris*, 129  
*Phenacoccus manihoti*, 149, 158  
phéromone, 139, 177  
phorate, 201  
phosalone, 201  
phosphamidon, 201  
phosphore, 59, 70  
photopériodicité, 49  
*Phytophthora*, 17, 45, 111  
piège, 136  
piège à phéromones, 139  
piment, 182, 185, 188  
piment rouge, 185  
pintade, 144, 147  
plante "garde-manger", 152  
plante à symptômes, 45  
plante éradicative, 84  
plante fertilisante, 65  
plante parasite, 7, 125, 215  
plante piège, 138  
plante synergique, 65  
*Pleurotropis parvulus*, 158  
*Plutella xylostella*, 154

pluviométrie, 24  
pois cajan, 66  
pollinisateur, 150  
polyculture, 27  
polyhédrose, 157  
pomme cannelle, 185  
port, 38  
potasse, 59, 70  
poudrage, 209  
poudre de roche, 46, 174  
poudre, 192  
poule, 147  
pourghère, 185, 187  
pourriture brune, 18, 21, 175  
pourriture grise, 38, 175  
pouvoir germinatif, 89  
pratique de lutte, 41  
précautions, 203, 204  
prédateur, 143  
préférence, 50  
préparation bactérienne, 153  
préparation fermière, 191  
préparation fongique, 156  
préparation microbienne, 153  
pression parasitaire, 116  
produit générique, 167  
*Promecotheca reicei*, 158  
promiscuité, 30  
propetamphos, 201  
*Prorops nasuta*, 145  
*Pseudomonas solanacearum*, 18  
*Pseudothraupis wayi*, 78  
*Psorospermum febrifugum*, 185  
*Pthorimaea operculella*, 107  
*Puccinia arachidis*, 19, 52  
pucceron, 14, 175, 178, 182  
*Pueraria phaseolides*, 67, 122  
pullulation, 13  
pulvérisation, 168  
punaise, 175  
pupe, 105  
purin, 175, 191  
pyrale, 8, 172  
pyrèthre, 182, 183, 185, 186, 190  
pyréthrine, 183  
pyrimicarbe, 201  
pyrimiphos, 201  
*Pythium*, 147, 157  
*Pythium graminicola*, 17, 19  
*Pythium ultimum*, 35

## Q

*Quassia amara*, 183, 185, 186, 190

*Quelea quelea*, 140

## R

racine adventive, 106

rat, 141

raticide, 159

récolte, 192

récolte sanitaire, 44

relief, 58

rémanence, 170

rendement quantitatif, 64

repiquage, 99

répulsif, 83

réserves alimentaires, 88

résidu sec, 192

résistance, 34, 35, 85, 171

*Rhizobium*, 65, 68, 81, 154, 155

rhizoctone, 66, 72

*Rhizoctonia solani*, 193

rhizome, 215

ricin, 185, 186, 187

*Ricinus communis*, 129, 185, 186

Ridonil, 167

rodenticide, 159, 186, 202

rodentifuge, 186

rosette, 114

rotation, 15, 56, 115, 128

roténone, 165, 182, 183

rouille, 19

rouille du haricot, 175

Roundup, 163

rusticité, 16, 37

## S

sable, 174

salane, 185

salinisation, 105, 135

salinité, 23, 38, 39, 73, 96, 224

sarclage, 75, 119

savon, 179

*Schistocerca gregaria*, 220

sciaphile, 94

*Sclerotinia* spp, 193

scolyte, 44

séchage, 192

secouage, 113

sélection des semences, 87

semence, 103

semis, 98

sensibilité, 34, 36, 38, 39

*Sesbania*, 67

*Setaria sphacelata*, 216

seuil d'intervention, 9

siratro, 67

solarisation, 96

sol raciné, 52

sorgho, 78

souche, 171

soufre, 163, 175

souris, 141

sous-solage, 56

spectre, 165, 181, 182

*Sphacelotheca reiliana*, 21

*Spodoptera* spp, 176

*Spyrostachis africana*, 180, 185

stratification, 99

*Streptomyces avermitilis*, 154

*Streptomyces*, 165

striga, 125 à 128

structure du sol, 61

*Stylobium aterrimum*, 66

substance naturelle, 174

sulfate de cuivre, 175

suralimentation, 23

symptôme, 204

synergie, 74, 80

syrphe, 144, 145, 148

systemique, 162

## T

tabac, 165, 182, 183, 185, 186, 188, 192

tagète, 182, 183, 185, 186, 188

taille, 112

taille sanitaire, 112

*Tamarindus indica*, 180, 185

tamarinier, 180, 185, 187

*Tapinanthus*, 126

taro, 48

température, 50

teneur, 166

*Tenthredinidae* spp, 176

*Tephrosia*, 66, 185, 186

termite, 83, 223

terrasse, 58

tétranique, 175

tevesia, 189

théier, 44

*Thevetia neriifolia*, 186

thiométon, 201

thrips, 182

tomate, 21, 83, 111, 183

tourbe, 72

tourteaux, 191

toxaphène, 201

toxicité, 167, 201

toxicité aiguë, 201

toxicité aluminique, 22

toxicité chronique, 201

trempage, 169

triazine, 202

*Trichoderma*, 157

trichogramme, 197

*Trichoplusia ni*, 177

tuteurage, 111

*Typhodromalus*, 147

## U

ULV, 169, 208

urine, 70, 175, 182

*Uromyces fabae*, 175

## V

vamidithion, 201

variété, 85

variété plastique, 53

variété précoce, 53

variété résistante, 34, 90

variété tolérante, 36

vecteur, 160, 212

vent, 56

*Vigna radiata*, 129

*Vigna unguiculata*, 66, 129, 193

vinaigre, 179

virose, 20, 22

virus, 7, 37, 212

## W

warfarine, 202

## Z

zinc, 59

*Zonocerus variegatus*, 220

# Table des matières

## Introduction – 3

### **Première partie** Comment vit l'ennemi?

#### Comment se manifeste la maladie? – 5

**Le diagnostic général: à quoi ou à qui avons-nous à faire – 6**

**Quelle est la nuisibilité du ravageur? – 8**

**Quelle est l'incidence des dégâts? – 8**

**Observer une attaque d'insectes – 9**

Quel est le cycle de vie de l'insecte ravageur? – 9

Quel est le cycle de vie de la plante et quelles sont les phases

de sensibilité aux attaques du ravageur? – 12

Où et comment apparaissent et disparaissent les insectes ravageurs? – 13

Quels facteurs favorisent la pullulation d'un insecte ravageur? – 13

Quels sont les modes et les moyens de déplacement du ravageur? – 16

Quelles sont les habitudes de l'insecte ravageur? – 16

L'insecte ravageur a-t-il des ennemis? – 17

**Observer la propagation des maladies microbiennes – 17**

Comment le germe pathogène s'étend-t-il sur ou dans la plante? – 17

Comment la maladie ou le ravage s'étend-il à la surface du champ? – 19

Où se trouvent les foyers d'infection? – 21

Quelles sont les conditions favorables au développement de la maladie microbienne? – 21

**Observer les maladies de la malnutrition des plantes – 22**

Quel type de malnutrition? – 22

Dans quelle zone la maladie de la malnutrition se manifeste-t-elle? – 23

La maladie de la malnutrition est-elle liée à la présence ou à l'absence d'eau dans le sol? – 24

**L'environnement de la culture est-il sain? – 24**

Analyser l'environnement autour du champ – 24

Analyser l'environnement des plantes dans le champ lui-même – 25

**Quel est le rôle de l'homme? – 25**

### **Deuxième partie**

#### La lutte intégrée à la recherche d'équilibres – 26

**Quel type d'agriculture? – 26**

Agriculture multiétagée ou polyculture – 27

Culture pure, monoculture – 29

**Quel type de lutte phytosanitaire? – 31**

**Quelques définitions – 33**

Lutte biologique, chimique, raisonnée, intégrée? – 33

Sensibilité et résistance – 34

**Quelle économie? – 39**

### **Troisième partie**

#### Luttes phytosanitaires et pratiques agricoles – 41

**Limiter les contagions microbiennes et la dissémination des ravageurs – 43**

Éliminer les foyers d'infestation – 43

La propreté des outils – 46

Éviter de transporter soi-même des germes lorsqu'on se déplace dans les plantations – 46

Gêner physiquement les ravageurs – 46

**Aménager le milieu de vie des plantes – 48**

Agir sur le microclimat – 48

Soigner le sol au bénéfice des plantes – 59

## **Organiser les plantes cultivées en vue de la lutte sanitaire – 74**

Limitier les concurrences entre les plantes – 74

Développer les complémentarités : associer les cultures, accroître la biodiversité – 75

## **Choisir et sélectionner les variétés – 84**

Semences résistantes et adaptées au mode de culture choisi – 85

Combiner les caractéristiques variétales par greffage – 86

Sélection des semences ou des boutures – 87

Multiplication de plants à partir de boutures – 90

Certification des semences – 91

Les OGM (Organismes Génétiquement Modifiés) - 91

## **Les techniques culturales et la santé des plantes – 92**

### **Protection des jeunes plants dans les pépinières – 93**

Choix du site – 93

Disposer d'un point d'eau saine – 94

Gestion correcte de l'ombrage – 94

Préparation du sol de la pépinière – 95

Protection de la pépinière – 96

Semis – 98

Repiquage – 99

Arrosage de la pépinière – 100

Désherbage et élimination des sources d'infection – 102

Enrobage des semences – 102

Désinfection et protection des semences – 103

### **Dans les grands champs et les jardins – 104**

Le travail du sol – 104

Choix des dispositifs de plantation – 108

Travaux d'entretien – 111

Choix et aménagement du calendrier agricole – 114

Rotations culturales – 115

Mise en jachère – 116

Lutter contre les plantes adventices – 118

Contrôler les plantes parasites – 125

### **Gestion de l'eau et santé des plantes – 129**

Arroser au bon moment – 129

Arroser sainement – 130

Limitier l'évaporation – 133

Enrichir l'eau d'arrosage – 134

Drainer – 134

Utiliser les nappes d'eau souterraines – 135

### **Les pièges et les leurres – 136**

Quelques types de pièges – 136

Les appâts – 140

Leurres et épouvantails – 142

## **Quatrième partie Les auxiliaires des cultures – 143**

### **Qui sont les auxiliaires des cultures et comment les repérer? – 143**

#### **Le repérage – 150**

#### **Lutte biologique et lutte raisonnée – 151**

#### **Des préparations vivantes – 153**

Préparations bactériennes – 153

Préparations fongiques – 156

Préparations virales – 157

Lâchers d'insectes – 158

## **Cinquième partie** Les substances phytosanitaires: pesticides et pestifuges – 159

- Modes d'action des pesticides – 160
- Spectre d'action – 165
- Matière active – 165
- La présentation des pesticides – 168
- L'efficacité des pesticides dans le temps – 170
- L'origine des produits – 173

### **Substances phytosanitaires naturelles – 174**

- Des substances naturelles d'origine minérale – 174
- Des substances naturelles d'origine animale – 175
- Des substances naturelles d'origine végétale – 177
- Les préparations fermières – 191
- Expérimenter des produits locaux – 194

### **Substances phytosanitaires artificielles – 196**

- Les substances artificielles: une possibilité de lutte parmi bien d'autres – 196
- Pesticides artificiels ou de synthèse – 197
- Les principales règles pour la bonne application des pesticides – 199

### **Le suivi des traitements – 206**

#### **Prises d'échantillons – 206**

#### **Méthode d'épandage ou de pulvérisation – 208**

## **Sixième partie** Comment s'y prendre – 210

- Lutter contre les maladies virales – 212
- Lutter contre les maladies bactériennes – 212
- Lutter contre les maladies causées par les champignons – 213
- Lutter contre les nématodes – 214
- Lutter contre les plantes adventices et les plantes parasites – 215
- Lutter contre les insectes ravageurs – 216
- Lutter contre les myriapodes – 218
- Lutter contre les oiseaux ravageurs des cultures – 218
- Lutter contre les criquets – 220
- Lutter contre les petits mammifères sauvages ravageurs des cultures – 221
- Lutter contre la divagation des animaux domestiques – 222
- Lutter contre les grands mammifères sauvages ravageurs des cultures – 222
- Lutter contre les limaces – 222
- Lutter contre les termites – 223
- Lutter contre les maladies dues à la salinité du sol – 224
- Lutter contre les maladies de la malnutrition – 225

## **Annexes** Bibliographie – Index

**Crédits photos:** Arbonnier Michel: 251, 259, 260 - Autrique Alain: 4, 7, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 30, 33, 42, 43, 108, 133, 134, 146, 147, 148, 190, 192, 196, 201, 202, 207, 223, 234, 235, 237, 238, 239, 241, 246, 247, 248, 249, 250, 300, 301, - Billiet Frida: 257, 268 - Danthu P.: 252 - Delvaux Claire: 261, 271, 279 - Dembele B: 159, 160, 161, 162, - Forget Frédéric: 204, - Genagro: 275 - IITA: 206, 216 - Lejoly J.: 263, 276, 277, 281 - Pittet Pierre: 54 - Les Quatre Saisons: 210, 211, 216 - Terres et Vie: toutes les autres photos.

Composition et mise en page: Terres et Vie.  
Nouvelles Imprimeries Havaux, Nivelles, Belgique  
Dépôt légal 2001/3319/1 - 2e édition, 2010  
Copyright H. Dupriez

# Les livres agricoles de Terres et Vie

Observer les savoirs paysans,  
développer l'intelligence collective  
au sein des communautés agraires,  
fonder la technique culturelle  
sur l'observation concrète,  
la connaissance et la science

*Agricultures familiales d'Afrique*  
*Environnement - Botanique - Erosion*  
*Recherche-action paysanne - Irrigation*  
*Agro-foresterie - Agriculture durable*  
*Maladie des plantes - Enseignement*  
*Ecologie - Economie agricole familiale*

*Agriculture tropicale  
et exploitations  
familiales  
d'Afrique*



Hugues Dupriez

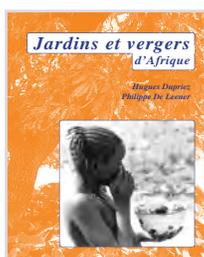
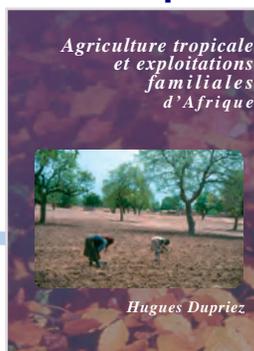


**TERRES ET VIE**

## Agriculture tropicale et exploitations familiales d'Afrique

**Hugues Dupriez** - 480 pages couleurs, 21x27 cm, 1110 ill., 2007 - ISBN 2-87105-021-X - ISBN 92-9081-310-5

*Ce livre est destiné aux enseignants, aux techniciens et cadres ruraux, au personnel des projets agricoles des campagnes ou des villes, qui s'intéressent aux agricultures tropicales africaines telles qu'on les rencontre dans les fermes familiales.*



## Jardins et vergers d'Afrique

**Hugues Dupriez et Philippe De Leener**

354 p., 21x27 cm, 743 ill., ISBN 2-87105-005-8, 2e édition, 2009

*Ce sont les jardins, les vergers, les maraîchages, qui fournissent les multiples produits complétant harmonieusement les aliments de base récoltés dans les grands champs. La diversité en plus, celle qui fait que l'alimentation humaine soit aussi source de santé.*

## Les chemins de l'eau: ruissellement, irrigation, drainage (manuel tropical) - Hugues Dupriez et Philippe De Leener

380 p., 21x27, 607 ill., ISBN 2-87105-009-X, 2e édition, 2003

*Comment l'homme peut-il apprivoiser cette matière à la fois si rare et si abondante qu'est l'eau? Se protéger contre les dégâts causés par sa violence? Se prémunir contre la sécheresse ou contre l'inondation?*

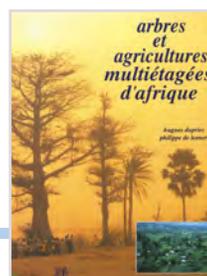


## Arbres et agricultures multiétagées d'Afrique

**Hugues Dupriez et Philippe De Leener**

280 p., 21x27, 280 ill., ISBN 2-87105-012-0 - ISBN 92-9081-100-5, 1993

*L'agriculture multiétagée intègre dans l'exploitation agricole les divers aspects d'une bonne gestion des ressources de terroir. Elle privilégie l'écologie et la biologie des espèces végétales, animales et microbiennes. Elle évite les dépendances économiques lourdes et destructrices pour les familles rurales.*



## Ecole aux champs, pour une démarche de communication - Hugues Dupriez et al.

272 p., 21x27 cm, 110 ill. couleurs, ISBN 2-87105-19-8, 1999

*Mettre le geste au service du savoir, inscrire la science dans le terreau du quotidien communautaire: "École aux champs" est un outil qui aide à comprendre le monde paysan et les contraintes qui pèsent sur lui. Il propose une méthode pour mesurer et mettre en avant la somme de connaissances accumulées qui ont nourri, et qui nourrissent encore, les peuples d'Afrique, même lorsqu'elles sont mises à mal.*

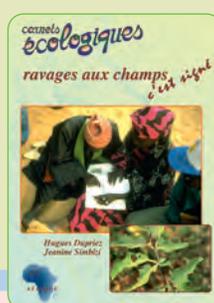


## Ravages aux champs: c'est signé

Hugues Dupriez et Jeanine Simbizi

116 p. couleurs, 16x23 cm, 219 ill., ISBN 2-87105-017-1, 2000

*Lutter pour la santé des cultures est une préoccupation constante de l'agriculteur: il crée un environnement favorable, il protège ses plantes, les soigne lorsqu'elles sont malades. Il limite les dégâts des ravageurs par toutes sortes de méthodes et de remèdes.*



## Champs et jardins sains, lutte intégrée

Hugues Dupriez, Niyonzima Silas, Jean Colin

240 p. couleurs, 16x23 cm, 302 ill., 2001

ISBN 2-87105-020-01 - ISBN 92-9081-247-8

*Sur les plantes cultivées, les ravageurs et les maladies sont innombrables et diversifiés. A chaque type de dégâts ou de troubles, il faut opposer une lutte particulière. Le livre traite des signes et des symptômes qui permettent de déterminer les causes ou de traquer les responsables des dégâts.*



**TERRES ET VIE**

rue Laurent Delvaux 13

1400 Nivelles - Belgique

téléphone et fax

++32 (0)67 217 149

[terres.et.vie\(at\)linkline.be](mailto:terres.et.vie(at)linkline.be)

[www.terresetvie.com](http://www.terresetvie.com)

*développer la lecture  
agricole dès l'école  
élémentaire et secondaire*

*documenter  
les techniciens  
d'agriculture*



**carnets  
écologiques**

**Sous forme de Carnets, une  
approche vulgarisatrice  
autour d'une série de thèmes  
environnementaux et  
techniques très présents dans  
les milieux africains.**



- 1 - Maladies et parasites des plantes cultivées, 48 p.
- 2 - L'arbre blessé, 24 p.
- 3 - L'agriculture multiétagée, 32 p.
- 4 - Sable, sel et feu dans les rizières, 48 p.
- 5 - A la découverte d'un écosystème, 40 p.
- 6 - Ruissellement, érosion et fertilité, 40 p.
- 7 - Questions autour d'un barrage, 32 p.
- 8 - Vent qui souffle, vent qui vole, 44 p.
- 9 - Du sel dans les jardins, 48 p.
- 10 - Hygiène pour nos plantes aussi, 40 p.