



Protection phytosanitaire en horticulture

Connaissances de base pour l'obtention du permis de spécialiste



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Publication Jardin  Suisse

Protection phytosanitaire en horticulture

Connaissances de base pour l'obtention du permis de spécialiste



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

Publication Jardin  Suisse

Editeur

JardinSuisse, Association suisse des entreprises horticoles
Bahnhofstrasse 94, 5000 Aarau
www.jardinsuisse.ch

Office fédéral de l'environnement (OFEV), 3003 Berne
www.bafu.admin.ch

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Bernhard Frutschi, Gartenbauschule Oeschberg, Koppigen
Philipp Gut, Bildungszentrum Wallierhof, Riedholz
Samuel Stüssi, Andermatt Biocontrol, Grossdietwil

Illustrations et photographies

Les dessins et les photos ont été mis à disposition gracieusement
par les personnes et institutions suivantes:

Moritz Bürki, Langendorf
Bernhard Frutschi, Gartenbauschule Oeschberg, Koppigen
Philipp Gut, Bildungszentrum Wallierhof, Riedholz
Urs Guyer, Inforama Seeland, Ins
Samuel Stüssi, Andermatt Biocontrol, Grossdietwil
Landwirtschaftliche Lehrmittel edition-lmz, Zollikofen,
www.edition-lmz.ch

Rédaction

Othmar Ziswiler, JardinSuisse, Aarau

Layout

Beat Leuenberger SGD, Atelier für visuelle Gestaltung, Berne

Relecture

Käthi Zeugin, Texterei, Zurich

Commande

JardinSuisse, Association suisse des entreprises horticoles
Bahnhofstrasse 94, 5000 Aarau
www.jardinsuisse.ch

ISBN 3-9522576-5-6

3^e édition remaniée 2014 / ©JardinSuisse

Table des matières

Index des maladies et des organismes nuisibles	7
Préface	8
1. Bases légales	10
2. Considérations générales sur la protection des plantes	24
Mesures permettant d'éviter les organismes nuisibles et les maladies	24
Lutte intégrée	26
Protection biologique des plantes	26
3. Ravageurs et maladies en horticulture	30
Animaux nuisibles	30
Insectes ravageurs des plantes	32
Autres ravageurs des cultures	46
Pathogènes fongiques	54
Bactéries et virus	66
Adventices, mauvaises herbes, flore accompagnatrice	69
4. Produits phytosanitaires	74
Composition et classification des produits phytosanitaires	74
Classification des produits phytosanitaires selon les organismes visés	76
Délais d'attente	86
Résistances et mécanismes de résistance	87
5. Techniques d'application en cultures ornementales	90
Bonnes conditions générales	90
Dosages	90
Buses et pressions	91
Préparation de la bouillie	92
Moment du traitement et répétitions	94
Eviter les dégâts	95
Procédés et appareils de traitement	95
6. Précautions à prendre pour manipuler les produits phytosanitaires	102
Modes d'action et dangers des produits toxiques	102
Protéger l'environnement	104
Stocker correctement les produits phytosanitaires	106
Eliminer dans le respect de l'environnement	107
Annexe	109
Glossaire	109

Index des maladies et des organismes nuisibles

Insectes ravageurs des plantes	32
Thrips	32
Pucerons	34
Cochenilles	36
Cochenilles farineuses (<i>Pseudococcidae</i>)	37
Aleurodes (mouches blanches)	38
Coléoptères	40
Papillons (<i>Lepidoptera</i>)	42
Mouches, moustiques (<i>Dipterae</i>)	43
Guêpes (<i>Hymenoptera</i>)	45
Autres ravageurs des cultures	46
Acariens	46
Gastéropodes (limaces agrestes et des chemins, coîtres, escargots)	49
Nématodes	51
Petits rongeurs (campagnols et taupes)	52
Pathogènes fongiques	54
Oïdium	56
Rouilles	57
Pourriture grise (<i>Botrytis cinerea</i>)	58
Mildiou	59
Mildiou de la pomme de terre (<i>Phytophthora infestans</i>)	60
Tavelure	61
Septoriose (<i>Septoria spp.</i>)	62
Maladie des taches noires du rosier (<i>Marssonina rosae</i>)	62
Maladie criblée	63
Champignons pathogènes du sol	63
<i>Phytophthora</i>	65
Bactéries et virus	66
Bactéries phytopathogènes	66
Phytoplasmes	68
Virus phytopathogènes	68
Adventices, mauvaises herbes, flore accompagnatrice	69
Néophytes envahissantes	70

Préface

En Suisse, les différentes branches d'activité faisant usage de substances pouvant mettre en danger l'environnement sont astreintes à l'obtention d'un permis de spécialiste, subordonné à une formation relative à l'environnement. Ainsi, des substances telles que les produits de traitement du bois, les produits phytosanitaires ou les fluides frigorigènes, ne peuvent être utilisés que selon les instructions de personnes titulaires d'un permis. La formation y donnant droit a pour but de rendre les professionnels attentifs aux effets des substances et matériels sur l'environnement, de les informer des mesures de précaution et de les inciter à adopter un comportement responsable.

Ce manuel présente les connaissances de base nécessaires à l'obtention d'un permis de spécialiste en matière de protection phytosanitaire en horticulture. Il s'adresse à des professionnels utilisant des produits phytosanitaires ou formant d'autres personnes dans ce domaine. Les connaissances nécessaires en écologie, qui constituent un prérequis pour l'obtention du permis, sont traitées dans le manuel «Écologie et protection des plantes» (à commander sous www.bafu.admin.ch).

La présente publication est une édition entièrement remaniée du Guide n° 6 de l'environnement «Protection des plantes en horticulture». Elle a été rendue possible grâce au soutien financier de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). La rédaction et la publication sont assurées par JardinSuisse, l'Association suisse des entreprises horticoles.

Gérard Poffet
Sous-directeur
Office fédéral de
l'environnement
(OFEV)

Olivier Mark
Président
JardinSuisse
Association suisse
des entreprises horticoles

1

Bases légales

1. Bases légales

L'utilisation des produits phytosanitaires est réglementée par diverses lois et ordonnances. Le tableau ci-dessous en donne une vue générale.

Lois réglementant la protection des personnes et de l'environnement contre les substances dangereuses.	
Lois	Exemples d'ordonnances fédérales
Loi sur la protection de l'environnement (LPE)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRchim) Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (Osol) Ordonnance du DETEC relative au permis pour l'emploi de produits phytosanitaires dans l'agriculture et l'horticulture (OPer-AH) Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE) Ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)
Loi sur la protection des eaux (LEaux)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) Ordonnance sur la mise en circulation des engrais (OEng)
Loi sur les denrées alimentaires (LDAI)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels (ODAIous)
Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN)
Loi sur l'agriculture (LAgr)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance sur les produits phytosanitaires (OPPh) Ordonnance sur la protection des végétaux (PSV) Ordonnance de l'OFAG sur les mesures phytosanitaires à caractère temporaire (OMPT)
Loi sur la protection contre les substances et préparations dangereuses (LChim)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance sur les produits chimiques (OChim) Ordonnance sur la mise sur le marché et l'utilisation de produits biocides (OPBio) Ordonnance du DFI relative à la personne de contact pour les produits chimiques Ordonnance du DFI sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires (OSEC)
Code civil suisse et Code des obligations	<ul style="list-style-type: none"> CC CO
Loi sur le travail (LTr)	<ul style="list-style-type: none"> Ordonnance relative à la loi sur le travail (OLT)

Ordonnance sur les produits phytosanitaires

L'ordonnance sur les produits phytosanitaires régit les procédures d'homologation du domaine. Un produit n'est homologué que s'il satisfait à de nombreuses exigences. Certaines restrictions d'utilisation peuvent être imposées lors de la procédure d'homologation (p. ex. interdiction d'utilisation dans la zone S2 de protection des eaux). Elles doivent être impérativement respectées.

Ces restrictions s'appliquent également aux produits d'importation parallèle, même si les emballages ou les notices incluses donnent des indications différentes.

Les restrictions valables pour la Suisse figurent dans l'index phytosanitaire de l'OFAG (www.psa.blw.admin.ch). En plus de l'efficacité et de l'innocuité pour les plantes cultivées, les critères suivants ont une grande importance:

- risque pour les organismes aquatiques,
- propriétés de dégradation dans les eaux,
- risque pour les eaux souterraines,
- effets sur les organismes auxiliaires,
- effets sur d'autres organismes vivants (organismes du sol, etc.),
- dégradation dans le sol et dans les plantes.

Zones de protection des eaux souterraines et aire d'alimentation Z_u

Les cantons délimitent des zones de protection des eaux souterraines autour des captages d'eau souterraine (sources et nappes) d'intérêt public.

Zone de protection S₁ (zone de captage)

- Toute activité autre que le captage d'eau potable est interdite, également le pâturage, les cultures agricoles, arboricoles, horticoles et maraîchères ainsi que toute utilisation de produits phytosanitaires et engrais.

Zone de protection S₂ (zone de protection rapprochée)

- L'utilisation de certains produits phytosanitaires est interdite (liste négative).
- L'utilisation d'engrais de ferme et de recyclage est absolument interdite, les engrais minéraux sont autorisés.

Zone de protection S₃ (zone de protection éloignée)

- L'utilisation de certains produits phytosanitaires est interdite (liste négative).

Aire d'alimentation Z_u

- Restrictions allant jusqu'à des interdictions d'utilisation de certains produits phytosanitaires ou des restrictions des surfaces de production agricole ou maraîchère.

Étiquetage SGH des produits chimiques (=Système général harmonisé)

Le **S**ystème **g**énéral **h**armonisé des Nations Unies (ONU) est un système qui a pour but d'harmoniser à l'échelle mondiale la classification et l'étiquetage des produits chimiques sur les emballages comme sur les fiches de données de sécurité.

- 9 pictogrammes illustrent les dangers principaux et le potentiel de danger de la substance.
- Phrases H = Mentions de danger: informent sur les risques et les dangers d'un produit.
- Phrases P = Consignes de sécurité: décrivent les précautions à respecter pour manipuler correctement la substance.
- La fiche de données de sécurité contient des informations détaillées et nécessaires à l'utilisation sûre du produit en question.

En Suisse, le système de classes de toxicité introduit dans les années soixante au moyen de bandes de couleur s'est appliqué jusqu'en mai 2005. Ensuite, la loi sur les toxiques a été remplacée par la loi sur les produits chimiques, avec l'apparition d'un système d'étiquetage comportant de nouveaux symboles de danger. Il s'agissait de symboles noirs sur un fond orange également valables dans l'UE. L'année 2009 a vu l'introduction de neuf nouveaux pictogrammes de danger sous la forme de symboles noirs sur fond blanc bordé de rouge, dans le but principal d'harmoniser l'étiquetage à l'échelle mondiale. Les producteurs et le commerce bénéficient toutefois d'un délai de transition jusqu'en 2017 pour la mise en œuvre du système.

Les nouveaux pictogrammes de danger s'inscrivent dans un carré debout sur la pointe et bordé de rouge. Le système SGH répartit les produits chimiques dans les classes de danger physique, de danger pour la santé ou de danger pour l'environnement. Le pictogramme ne donne que des informations générales. Pour plus de détails, il convient de lire et respecter les mentions de dangers (phrases H) et les consignes de sécurité (phrases P).

Pictogramme	Indication de danger	Nature du danger	Compléments
	Mortel à toxique	Danger pour la santé	Même en très petites quantités, peut directement provoquer de graves effets nocifs sur la santé ou entraîner la mort.
	Nocif pour la santé	Danger pour la santé	Possibilité de graves effets chroniques sur la santé, par ex. lésions organiques ou troubles respiratoires.
	Corrosif	Danger pour la santé	Propriétés corrosives entraînant des lésions durables de la peau et des yeux.
	Attention dangereux (autres dangers avec complément relatif au danger)	Danger pour la santé	Risques d'effets divers sur la santé, telles qu'irritations respiratoires, allergies cutanées.
	Extrêmement inflammable	Danger physique	Facilement inflammable en présence d'une source d'inflammation. Peut même provoquer des explosions à l'état de vapeur ou de gaz.
	Explosif	Danger physique	La chaleur, le frottement, un choc ou un amorçage peuvent déclencher une explosion.
	Comburant	Danger physique	Un feu peut être entretenu et avivé, même en l'absence d'oxygène
	Gaz sous pression	Danger physique	Danger d'explosion ou d'éclatement occasionné par des gaz comprimés, liquéfiés ou dissous.
	Dangereux pour l'environnement ou le milieu aquatique	Danger pour l'environnement	Des dommages environnementaux aigus ou chroniques sont possibles si la substance parvient dans le milieu aquatique

Les phrases H et P

Les phrases H et P apparaissent sous forme de petits messages contenant d'importantes informations de sécurité pour l'étiquetage des substances dangereuses.

Phrases H (*en anglais, Hazard Statements*)

décrivent les dangers que peuvent occasionner les substances ou les préparations chimiques.

Quelques exemples:

H301 Toxique en cas d'ingestion.

H302 Nocif en cas d'ingestion.

H304 Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.

H310 Mortel par contact cutané.

H311 Toxique par contact cutané.

H312 Nocif par contact cutané.

Phrases P (*en anglais, Precautionary Statements*)

indiquent les précautions à prendre pour éviter ces risques et dangers lors de l'utilisation de ces substances et préparations chimiques.

Quelques exemples:

P270 Ne pas manger, boire ou fumer en manipulant ce produit.

P271 Utiliser seulement en plein air ou dans un endroit bien ventilé.

P273 Éviter le rejet dans l'environnement.

P280 Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.

P281 Utiliser l'équipement de protection individuel requis.

P284 Porter un équipement de protection respiratoire.

Fiche de données de sécurité

La fiche de données de sécurité vise à renseigner les personnes qui, à titre professionnel, utilisent des substances ou des préparations, afin qu'elles puissent prendre les mesures qui s'imposent sur le plan de la protection de la santé, de la sécurité au travail et de la protection de l'environnement. La fiche de données de sécurité comporte toujours 16 sections dans lesquelles figure des informations au sujet notamment de la manipulation, de l'utilisation, du transport, des mesures de protection, du stockage, des éventuels dangers, de l'élimination, de la protection de l'environnement, ainsi que du comportement à adopter en cas d'accident.

À qui la fiche de données de sécurité doit-elle remise?

Toute personne qui remet à titre commercial les substances ou les préparations en question à des personnes qui les utilisent à titre professionnel ou commercial doit fournir à celles-ci une fiche de données de sécurité.

Les commerces de détail n'ont pas l'obligation de tenir des fiches de données de sécurité à disposition. Toutefois, si les utilisateurs professionnels ou commerciaux (p. ex., clients de magasins consacrés aux loisirs/bricolage, magasins libre-service, drogueries ou stations-service) exigent une fiche de données de sécurité lors de l'achat, cette dernière doit leur être fournie dans les meilleurs délais. Le commerçant peut, p. ex., noter l'adresse postale ou électronique du client et lui faire parvenir la fiche de données de sécurité par une centrale de produits chimiques.

Permis en accord avec l'ordonnance sur la réduction des risques

Les produits phytosanitaires et les produits pour la conservation du bois ne peuvent être employés à titre professionnel que par des personnes physiques disposant d'un permis. Une formation d'horticulteur reconnue et achevée depuis 2003 vaut automatiquement comme permis

pour l'emploi de produits phytosanitaires en horticulture. Tout horticulteur ayant achevé sa formation avant 2003 doit passer un examen pour obtenir le permis. Chaque entreprise doit compter au moins une personne titulaire du permis. Le titulaire du permis procède lui-même à l'application des produits phytosanitaires ou supervise la personne qui en est chargée. Le titulaire du permis a l'obligation de suivre une formation continue et de s'informer régulièrement de l'évolution de la pratique professionnelle.

Les entreprises qui emploient des produits chimiques ou des préparations dangereuses à titre professionnel doivent nommer une personne de contact pour les produits chimiques. Celle-ci doit être connue de l'autorité d'exécution cantonale. En outre, elle sait qui, dans l'entreprise, dispose d'un permis ou des connaissances techniques.

Connaissances techniques

Les commerçants et les vendeurs qui vendent à des particuliers des produits chimiques particulièrement dangereux par exemple dans des garden centres ou des jardineries, doivent informer leurs clients et disposer pour cela des connaissances techniques requises. Ces connaissances sont établies par une formation professionnelle reconnue ou par la réussite d'un examen en la matière, ainsi que par une formation continue spécifique.

Produits dont l'autorisation est échue

Les produits phytosanitaires dont l'autorisation a été révoquée peuvent être utilisés pendant une période maximale de trois ans après l'expiration de ce délai, si aucune autre disposition n'a été adoptée.

Quelles sont les zones d'interdiction générale d'utiliser des produits phytosanitaires?

L'utilisation des produits phytosanitaires est interdite (état au mars 2010):

- dans les zones naturelles protégées (des exceptions peuvent être définies par des ordonnances de protection);
- dans les roselières et les marais;
- dans les haies et les bosquets, ainsi que sur une bande de 3 m de large le long de ceux-ci (l'utilisation localisée contre des plantes problématiques est autorisée, s'il est impossible de les combattre efficacement par d'autres moyens);
- en forêt et sur une bande de 3 m de large le long de la zone boisée. (Les cantons sont habilités à autoriser des exceptions; certaines utilisations sur bois de coupe et dans les pépinières forestières sont admises avec autorisation cantonale);
- dans les eaux superficielles et sur une bande de 3 m de large le long de celles-ci;
- dans la zone S1 de protection des eaux souterraines;
- sur les voies ferrées et le long de celles-ci, dans la zone S2 de protection des eaux souterraines.

De plus, l'application d'herbicides est interdite aux endroits suivants:

- sur les toits et les terrasses;
- sur les emplacements servant à l'entreposage; sur les routes, les chemins et les places et à leurs abords (y compris les places privées aux abords des maisons; les abords représentent une zone de bordure d'une largeur d'environ cinquante centimètres; les utilisations localisées contre les plantes problématiques sur les routes nationales et cantonales sont autorisées, s'il est impossible de les combattre efficacement par d'autres moyens);
- sur les talus et les bandes de verdure le long des routes et des voies ferrées (l'utilisation localisée contre des plantes problématiques est autorisée, s'il est impossible de les combattre efficacement par d'autres moyens).

Prescriptions d'utilisation lors de l'application de produits phytosanitaires

Tous les produits phytosanitaires autorisés en Suisse sont publiés dans un index: www.psa.blw.admin.ch.

La nouvelle loi sur les produits chimiques définit des prescriptions pour l'utilisation de produits phytosanitaires, qui ne sont autorisés que pour certains *domaines d'application*.

Domaines d'application		
B Culture des baies	M Culture maraîchère	E Surface de promotion de la biodiversité selon OPD
G Grandes cultures	N Domaine non agricole	V Viticulture
S Sylviculture	A Arboriculture	o Culture ornementale

Le domaine d'application doit, de plus, comporter les précisions suivantes:

- les organismes nuisibles et leurs stades de développement concernés,
- les plantes atteintes,
- les emplacements ou lieux à traiter,
- les concentrations d'application,
- les délais d'attente lors d'application sur plantes comestibles (aliments).

Ces prescriptions d'utilisation doivent obligatoirement figurer sur les étiquettes des produits phytosanitaires. L'encadré ci-dessous montre l'exemple de prescriptions valables pour le produit NeemAza-T/S:

Domaine d'utilisation: culture maraîchère				
Domaine d'application				
Plantes atteintes	Organismes nuisibles	Emplacement	Concentration	Délai d'attente
Tomates	Pucerons du feuillage	Serre	0,3 %	3 jours

Code civil et Code des obligations

Le Code civil suisse (CCS) et le Code des obligations (CO) contiennent plusieurs prescriptions sur l'utilisation de matières dangereuses. Il s'agit d'abord de l'art. 684 du CCS concernant le rapport de voisinage: les voisins ne doivent pas subir de nuisances excessives. Concernant les mesures de protection des plantes, de nombreux arrêts de tribunaux traitent des nuisances causées par les brouillards d'aspersion et les appareils d'effarouchement des oiseaux. Les tribunaux sont très restrictifs: un brouillard visible ou malodorant n'est pas toléré.

Lorsque des produits phytosanitaires parviennent sur des surfaces autres que celles traitées et y causent des dégâts, le responsable est tenu d'indemniser la victime. Les dégâts provoqués à des cultures voisines par la dérive d'herbicides sont fréquents. Lorsque les dégâts concernent des vignes ou des plantes ornementales, ils sont très coûteux. Les fongicides aussi peuvent occasionner parfois d'importants dégâts. Les bioagriculteurs peuvent prétendre à être indemnisés lorsque des brouillards de bouillies de traitement parviennent sur leurs cultures et entraînent la présence mesurable de résidus sur les produits récoltés. Plus rares sont les dégâts causés par des herbicides racinaires entraînés par ruissellement, lors d'orages, sur des parcelles situées en aval.

Organismes de quarantaine, organismes nuisibles soumis à notification

Les mesures de mise en quarantaine visent à prévenir l'introduction et la propagation des maladies et ravageurs dans les régions jusqu'ici épargnées.

Mesures :

- Interdictions générales d'importation des plantes problématiques.
- Contrôles aux frontières ou restrictions à l'importation.
- Déclaration obligatoire pour les maladies et ravageurs.
- Interdictions de production et de plantation des plantes problématiques.

Il est impératif de détecter et de combattre les ravageurs, maladies ou plantes, qui ne sont pas encore présents en Suisse, ou seulement localement, et qui présentent un potentiel important de dommages en cas de forte propagation. L'article 24 de l'Ordonnance fédérale sur la protection des végétaux impose une déclaration de ces organismes nuisibles dangereux. Ceci signifie que de tels organismes ou des symptômes suspects doivent être impérativement signalés au service phytosanitaire cantonal. Les communes disposent d'interlocuteurs aptes à communiquer les informations au service phytosanitaire cantonal compétent. Les organismes de quarantaine sont de manière générale soumis à des mesures de lutte obligatoires. De par la loi, ces organismes doivent être combattus séparément ou conjointement à leurs plantes hôtes. Pour la Suisse, la liste rassemble un nombre important de virus, bactéries, champignons, plantes et ravageurs dangereux. Cette liste figure sur le site internet du service phytosanitaire fédéral. Seuls les ravageurs agricoles ou sylvicoles importants sont inscrits sur cette liste. De ce fait, cette liste fait abstraction de certains organismes, tels que la pyrale du buis ou la mineuse du marronnier dont l'impact n'est pas négligeable pour notre branche. Les organismes de quarantaine suivants soumis à notification sont particulièrement importants pour les jardiniers :

Ambrosia artemisiifolia

L'ambrosie, ou ambrosie à feuilles d'armoise, déclenche de fortes allergies respiratoires chez de nombreuses personnes. La floraison tardive prolonge par ailleurs la période de vulnérabilité des personnes allergiques au pollen. L'ambrosie est une plante originaire d'Amérique du Nord, c'est-à-dire une néophyte envahissante, qui se répand depuis quelques années durant la période estivale sur les surfaces à couverture végétale lacunaire. Cette plante annuelle mesure de 20 à 150 cm de hauteur, germe en avril et fleurit de juillet à octobre. Sa racine est pivotante et sa tige est la plupart du temps rougeâtre et pubescente, les feuilles sont doublement pennatifolies.

L'ambrosie ne se multiplie que par les graines. Elle ne survit pas à l'hiver. Elle est inoffensive pour l'être humain tant qu'elle ne fleurit pas. Depuis le 1^{er} juillet 2006, les peuplements d'ambrosie doivent être immédiatement détruits et les sites de développement signalés à la commune.

Capricorne asiatique ou longicorne asiatique

Le capricorne asiatique (*Anoplophora glabripennis*) est un organisme nuisible particulièrement dangereux. Le capricorne asiatique, originaire de Chine, a été introduit par le biais des matériaux d'emballage (la plupart du temps des palettes en bois pour les livraisons de pierre ou d'acier) aux USA dans un premier temps, puis ensuite en Autriche, en France et en Italie. Il attaque de préférence les érables, les marronniers d'Inde et les saules et peut les tuer en quelques années. Des capricornes ont également été découverts sur les peupliers, les hêtres, les bouleaux, les platanes et même sur les arbres aux papillons. Les œufs sont déposés dans des réceptacles en forme d'entonnoir sur le tronc et les branches, plus rarement sur les racines. Les larves se



Capricorne asiatique

Fig. 1.1

nourrissent d'abord du liber puis pénètrent dans le bois. Après la nymphose, les imagos émergent de mai à juillet d'un trou circulaire de 10 à 15 mm de diamètre et se nourrissent du feuillage et de l'écorce. Leur rayon de vol est de quelques centaines de mètres. Chez nous, le cycle de développement dure en général deux ans. Des chiens renifleurs, spécialement formés pour ce travail, sont utilisés pour détecter le ravageur. Les profanes peuvent également identifier le capricorne asiatique, car ce coléoptère noir de 2,5 à 4 cm de longueur avec des taches blanches nettement contrastées est facilement reconnaissable. Les élytres sont lisses et brillants. Les segments d'antenne ainsi que les pattes et les tarses sont noirs annelés de taches blanches à reflets bleutés. Le capricorne asiatique colonise exclusivement les feuillus. Parmi les capricornes indigènes, ce sont le monochame tailleur (*Monochamus sartor*) et le monochame (*Monochamus sutor*) qui s'en rapprochent le plus. Les deux sont cependant mats et leurs élytres sont rugueux. Les tâches claires sont moins contrastées et d'une couleur beige-jaune. Le monochame et le monochame tailleur ne colonisent que les conifères. Les arbres suspects présentant des trous d'envol doivent être signalés immédiatement aux services phytosanitaire ou forestier cantonaux. En cas de découverte de capricornes, ceux-ci doivent être capturés et conservés dans des récipients fermés. Il est préférable de les photographier et d'envoyer les clichés par courriel aux services phytosanitaire ou forestier cantonaux.

Les imagos et les larves du **capricorne asiatique des agrumes** sont très semblables à ceux du capricorne asiatique. Contrairement au capricorne asiatique, la base des élytres est granuleuse, le reste est lisse. Le capricorne des agrumes est introduit majoritairement en Suisse par des bonsaïs ou d'autres plantes en provenance d'Asie.



Feu bactérien sur un cognassier

Fig. 1.2

Feu bactérien

Le feu bactérien est une maladie provoquée par la bactérie *Erwinia amylovora* originaire d'Amérique du Nord. En Suisse, il affecte depuis 1995 les arbres fruitiers à pépins, les plantes de jardin et les plantes sauvages. Les feuilles et les fleurs des plantes attaquées flétrissent à partir de la tige et brunissent ou noircissent. Les pousses terminales se replient vers le bas, en raison du manque d'eau. La plante semble avoir brûlé, d'où le nom de «feu bactérien». Des tests en laboratoire sont souvent nécessaires pour un diagnostic sans équivoque. La période d'infection la plus dangereuse est la floraison, par temps chaud et humide. Dans toute la Suisse, il est interdit de planter toute espèce de *Cotoneaster* et le *Photinia davidiana*, car ils représentent des plantes hôtes importantes pour cette maladie. Certains cantons ont interdit la plantation d'autres plantes hôtes. Voir également page 67.



Virus de la sharka sur un pruneautier

Fig. 1.3

Phytophthora ramorum

Quelques espèces de phytophthora sont depuis longtemps connues comme le mildiou de la tomate ou de la pomme de terre. D'autres se propagent sous forme de flétrissement ou de dépérissement des racines chez diverses baies et plantes d'ornement. Le *Phytophthora ramorum*, classé comme maladie de quarantaine très problématique, touche des familles de plantes très diverses. Les feuillus sont principalement atteints, mais également quelques conifères et un petit nombre de plantes herbacées. Fort heureusement, ce champignon n'est apparu en Suisse que de façon isolée sur des rhododendrons, des viornes et des andromèdes dans les pépinières et les parcs publics. En Amérique du Nord, par contre, ce sont des peuplements forestiers entiers qui sont menacés par cette maladie. Le *Phytophthora ramorum* provoque trois types de dégâts différents: il s'agit le plus fréquemment de tâches sur les feuilles, mais le dépérissement des rameaux ou les nécroses du cambium peuvent également survenir.

Virus de la sharka

La sharka est la virose la plus dangereuse sur les pruneautiers, les pruniers, les abricotiers et les pêchers. Elle produit des taches sur les feuilles et rend les fruits impropres à la consommation. En plus de ces espèces de fruits, elle peut également affecter d'autres espèces de cerisier d'ornement et le *Prunus spinosa*, le prunellier noir indigène. La Suisse se débarrassa de la sharka grâce aux campagnes d'éradication menées dans les années septante. Depuis 2004, des infestations imputables à de nouvelles importations, ont été constatées dans plusieurs plantations de pruneautiers et d'abricotiers.

Organismes nuisibles non soumis à notification

Si l'éradication et les contrôles sont considérés comme voués à l'échec ou si les dommages économiques sont considérés comme moins graves, les organismes nuisibles problématiques ne sont pas soumis à notification. Les organismes nuisibles suivants qu'il est utile de mentionner appartiennent à ce groupe.

Pyrale du buis

Ce papillon originaire d'Extrême-Orient, a été introduit en Europe du Nord et s'est propagé depuis 2007 dans toute la Suisse à partir de la région de Bâle. Les ailes du papillon sont blanchâtres et pourvues d'une bordure brune. La pyrale du buis se reproduit au rythme de deux à trois générations par an. Les chenilles vertes qui peuvent atteindre 5 cm, hivernent dans des cocons entre les feuilles ou dans des fissures à proximité des plantes. Au printemps, elles s'attaquent aux feuilles mais également à l'écorce des plants de buis dès que la température atteint 7 °C. La défoliation totale de massifs entiers de buis provoque inéluctablement la mort des plantes concernées. Les dégâts sont souvent constatés trop tard, car les chenilles commencent à dévorer la plante de l'intérieur. Si les oiseaux ne déciment pas les chenilles, ils mangent par contre les papillons.



Pyrale du buis

Fig. 1.4

Lutte: le plus important est de contrôler régulièrement les plants de buis. Lors de ces contrôles, il convient de rechercher des traces de morsures et des chenilles dans la partie intérieure des plantes, car c'est par là que les dégâts débutent. Les cocons et les déjections sont une indication importante. S'il y a peu de plantes, il est possible de les écheniller manuellement. Il est également possible de faire tomber les chenilles au sol à l'aide d'un puissant jet d'eau, puis de les éliminer. Des pulvérisations précoces à base de *Bacillus thuringiensis* (Delfin) sont efficaces surtout sur les jeunes chenilles et ne posent pas de problèmes. Les produits biologiques Pyrethrum FS et Sano Plant restent néanmoins nocifs pour les autres animaux. Les produits chimiques suivants sont également homologués: Alanto, Calypso ou Karate/Kendo. Quel que soit le type de pulvérisation, les chenilles doivent être touchées, ce qui n'est pas toujours simple en raison de l'épais cocon dans lequel vivent les animaux. Une utilisation circulaire du buis dans les jardins est certainement à conseiller.

Processionnaires et bombyx cul brun

Au-delà de la Suisse, les *processionnaires* sont largement répandues dans toute l'Europe. On rencontre principalement les chenilles sur les chênes, mais également sur les charmes. Les infestations touchent principalement des arbres isolés ou des arbres en lisière forestière. Les œufs d'environ un millimètre sont déposés par les processionnaires du chêne par paquets de 100 à 200 pièces. Les chenilles passent par cinq à six stades de développement jusqu'à la nymphose et atteignent cinq centimètres au maximum. Elles vivent en colonies et se déplacent



Nids des chenilles du bombyx cul brun

Fig. 1.5

en file indienne par groupes de 20 à 30 individus à la recherche de nourriture, d'où le nom de processionnaires. Les chenilles plus âgées se replient en cours de journée pour muer dans leurs nids, qui peuvent atteindre un mètre. À partir du troisième stade, des poils munis de harpons se développent sur les larves. Ces poils contiennent un poison urticant, la thaumatopéine, qui peut déclencher de fortes réactions allergiques chez l'homme comme chez les animaux. La présence de ces poils ne se limite pas aux chenilles, mais on peut également les retrouver dans les nids ou les sous-bois, d'où ils s'élèvent en tourbillons par exemple lors des travaux de fauchage. Il est donc impératif de porter des équipements de protection lors de la manipulation des chenilles processionnaires. Comme les minuscules poils peuvent également être transportés par le vent, il convient en général d'éviter d'approcher les arbres affectés. La plupart du temps, l'attaque ne présente pas un caractère tragique pour la plante elle-même. De nouvelles feuilles ne tardent pas à se former. Au jardin ou dans les espaces publics, les chenilles des processionnaires du chêne sont souvent combattues pour des raisons sanitaires. La pulvérisation de *Bacillus thuringiensis* est très judicieuse en particulier jusqu'au deuxième stade de la chenille avant la formation des poils. La solution consistant à brûler les nids de processionnaires du chêne est impérativement réservée aux professionnels. **La processionnaire du pin** vit sur les pins surtout en région méditerranéenne. Elle est présente en Suisse principalement au Tessin et dans le sud du Valais. Les **chenilles du bombyx cul brun** mesurent de 35 à 40 millimètres, sont de couleur noir gris, avec un motif rouge blanc et sont également dotées de poils bruns, pouvant provoquer des réactions allergiques et des urtications chez l'homme. Elles se nourrissent majoritairement de feuillus, tels que le chêne, l'aubépine, le cerisier, le prunier, le pommier et le poirier.



Des coccinelles asiatiques se regroupent pour hiverner
Fig. 1.6

Coccinelle asiatique

Comme son nom le laisse supposer, l'*Harmonia axyridis* est originaire d'Asie. Elle n'est pas exigeante en matière de nourriture et peut être élevée très facilement. Pour cette raison entre autres, elle fut – et reste encore aujourd'hui – utilisée dans de grandes régions d'Amérique du Nord et dans divers pays européens pour la lutte biologique, surtout dans les serres. Ce n'est qu'au cours des dernières années que l'on a constaté sa forte présence dans la nature en Belgique, en Allemagne, aux Pays-Bas et en Angleterre. En Suisse, l'utilisation d'*Harmonia axyridis* en tant qu'auxiliaire n'a jamais été autorisée, cependant sa forte propagation ne s'est pas arrêtée à la frontière. Le premier spécimen fut observé en juillet 2004 à Bâle. Les coléoptères mesurent de 6 à 8 mm pour une largeur de 5 à 7 mm. Leur taille et les coloris varient fortement. Il existe des coléoptères orange pouvant porter jusqu'à 21 points, mais également d'autres avec une pigmentation de base noire et des

points orange ou rouges. Un grand W est tracé sur le pronotum des spécimens orange. Dans de nombreuses régions et écosystèmes, elle se répand fortement aux dépens de la coccinelle indigène et d'autres insectes. Il a été également remarqué qu'en cas de disette, les larves de l'*harmonia* attaquent d'autres larves d'insectes et s'en nourrissent. Elles-mêmes sont bien protégées grâce à leurs longs poils. Les coccinelles asiatiques sont désagréables pour l'être humain, car à l'inverse des espèces indigènes, elles forment de gros essaims en hiver qui hibernent dans les maisons et les murs. Par ailleurs, elles mangent parfois les fruits mûrs, tels que les pommes ou les raisins et abîment ainsi la récolte. Dans les cas d'infestations fréquentes des grappes de raisin, elles altèrent le goût du vin par leur odeur désagréable. Une lutte au jardin n'est ni raisonnable ni nécessaire.

Drosophile du cerisier

La drosophile du cerisier *Drosophila suzukii* est un diptère, qui est apparu pour la première fois en Suisse en 2011. Elle provient d'Asie et trouve dans nos régions des conditions favorables à sa propagation. Le potentiel nocif de la drosophile du cerisier est très important, selon les observations réalisées jusqu'ici. Son ovipositeur en forme de scie lui permet de pondre les œufs dans des fruits et des baies en cours de maturation et non abîmés. Les larves se développent dans les fruits et se nourrissent de la pulpe. Les fruits attaqués s'affaissent, deviennent mous et impropres à la

consommation. La *Drosophila suzukii* attaque de préférence les fruits sombres, à peau mince et à chair tendre, tels que les mûres, sureaux, myrtilles, framboises, fraises, prunes, pruneaux et cerises. Elle peut également s'attaquer à d'autres fruits, tels que les pêches, abricots, nectarines, figues, mini-kiwis, raisins de table et de cuve. La drosophile du cerisier ne se limite pas aux cultures, elle se complaît au jardin, en lisière forestière et dans les haies. À côté de nombreux fruits et baies cultivés, certaines espèces sauvages peuvent lui servir de source de nourriture et de reproduction. La lutte contre la drosophile du cerisier à l'aide de produits phytosanitaires est problématique et inefficace, en raison du stade de nuisance proche de la date de récolte et du taux de multiplication élevé. La capture massive à l'aide de pièges est certes laborieuse, mais apparaît jusqu'à présent comme le moyen de lutte la plus efficace parallèlement à l'utilisation de filets. Il convient d'éliminer continuellement les fruits blets pour faire barrage à la prolifération.



Larves de la drosophile du cerisier

Fig. 1.7

Le cynips du châtaignier

Le cynips est un des plus dangereux organismes nuisibles du châtaignier. Le *Dryocosmus kuriphilus* est un insecte originaire de Chine qui peut ralentir fortement la croissance de l'arbre ainsi que la fructification et la formation de pousses en provoquant ainsi d'importantes pertes de récoltes. Les arbres peuvent même disparaître après une infestation de plusieurs années. La propagation se fait par le transport de plantes de pépinières et de greffons infestés ou par le vol des femelles. L'infestation n'est pas détectable lorsqu'il n'y a pas de feuilles.



Cynips du châtaignier

Fig. 1.8

Dépérissement des rameaux du frêne, flétrissement du frêne

Depuis 2007, on observe en Suisse un dépérissement spectaculaire des jeunes pousses de frêne. Les arbres infestés peuvent mourir de la maladie en très peu de temps. Le champignon *Chalara fraxinea* est à l'origine de la maladie. Il existe deux types de ravageurs à l'aspect identique qui ne se distinguent l'un de l'autre que par des analyses de biologie moléculaire. L'espèce inoffensive (*Hymenoscyphus albidus*) est indigène et ne provoque aucun symptôme marquant. L'espèce agressive (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*) provoquant des dégâts marquants sur les frênes a fort probablement été introduite. Les frênes européens largement répandus en Suisse (*Fraxinus excelsior*), les frênes à petites feuilles (*F. angustifolia*) d'Europe du Sud, ainsi que les espèces de frênes américains sont contaminés. Seul le frêne à fleurs (*F. ornus*) semble être épargné par la maladie. Comme les spores du champignon, vecteurs de la maladie, se forment en grandes quantités dans les sporophores blancs du feuillage tombé au sol et éparpillé par le vent, il s'avère impossible de stopper la propagation du flétrissement du frêne. À ce jour, on ne connaît pas de mesures de lutte efficaces. De ce fait, il convient de renoncer provisoirement aux plantations de frênes.



Dépérissement des rameaux du frêne

Fig. 1.9



Souchet comestible (*Cyperus esculentus*): de jeunes amandes et une tige triangulaire typique

Fig. 1.10



Fleur du souchet comestible: la structure en trois parties est caractéristique du souchet comestible. Ressemble à la fleur du papyrus.

Fig. 1.11

Souchet comestible

Le souchet comestible appartient à la famille des cypéracées et non aux véritables graminées. Le souchet comestible est aujourd'hui réparti sur l'ensemble du globe. Au cours des dernières années, il s'est fortement propagé en Suisse et dans les pays voisins. La propagation se fait presque exclusivement par les bulbilles – encore appelées amandes – présentes à l'extrémité des racines. Une plante peut produire plusieurs centaines d'amandes. La formation des amandes a lieu après la floraison en juillet-août. À l'inverse des rhizomes et des bulbes des plantes adventices vivaces habituelles, les bulbes du souchet comestible conservent leur capacité de germination durant des années, même après dessèchement. Un autre type de propagation est dû aux campagnols qui les emmagasinent dans leur terrier. Les bulbes ne sont pas résistants au gel, mais comme ils sont enfouis à 10 ou 30 cm sous la surface du sol, ils ne meurent que par temps de gel intense et continu. Vraisemblablement, les premières amandes sont venues d'Afrique, où elles sont cultivées pour l'alimentation. Cette culture est toujours pratiquée en Espagne. Les amandes sont transformées en farine, en huile ou en une boisson appelée Horchata. Aucune utilisation commerciale n'est possible chez nous. Le souchet comestible appartient aux mauvaises herbes les plus dangereuses au monde. Jusqu'à maintenant on ne connaît pas d'herbicide permettant de lutter contre les bulbes dans le sol. Des herbicides spécifiques contre les monocotylédones sont efficaces contre les graminées, mais ont néanmoins aucun effet sur les souchets. Comme nous ne disposons aujourd'hui d'aucun moyen efficace de lutte contre le souchet, il faut impérativement empêcher la propagation des amandes par les machines de travail du sol et la terre dans des parcelles encore «propres».

2

Considérations générales sur la protection des plantes

2. Considérations générales sur la protection des plantes

Mesures permettant d'éviter les organismes nuisibles et les maladies

Les mesures préventives (nommées aussi protection phytosanitaire indirecte) sont la base de toute croissance végétale saine et sont d'une grande importance pour les professionnels de l'horticulture. Le principe selon lequel «mieux vaut prévenir que guérir» devrait être inscrit en lettres d'or dans chaque entreprise horticole de production comme dans le secteur des prestations de service.

Emplacement et choix des espèces

Remarque:

La protection indirecte ou préventive des plantes dépend étroitement de la connaissance des plantes que possèdent les professionnels de l'horticulture, qui peuvent conseiller les profanes. Les professionnels de l'horticulture ont le devoir de promouvoir une pratique raisonnée de la protection des plantes.

Chaque plante occupe dans la nature un environnement qui lui est propre. Le climat et la nature du sol (propriétés du site) déterminent dans une large mesure l'emplacement idéal d'une plante. S'y ajoutent d'autres facteurs environnementaux comme le vent, le froid, la chaleur, la pluie, la neige ou les effluents gazeux.

Il est recommandé de ne choisir pour de nouvelles plantations que des plantes génétiquement adaptées au climat et aux conditions locales. Ce sont souvent des espèces ayant des conditions de vie semblables dans leur environnement d'origine.

Il faut aussi, dans le choix des plantes, considérer les résistances. Les jardins privés particulièrement peuvent ainsi éviter des mesures ultérieures de protection phytosanitaire. En voici quelques exemples:

- laitue résistante au mildiou,
- genévrier résistant à la rouille grillagée du poirier,
- variétés de phlox résistants à l'anthracnose,
- variétés de roses tolérantes aux maladies fongiques.

Ces choix exigent de l'horticulteur des connaissances étendues sur l'origine, les conditions de vie et les propriétés des plantes.

Mesures culturales et soins aux plantes

Par des mesures culturales et des soins appropriés, l'horticulteur fournit aux plantes les meilleures conditions possibles pour la croissance. Les facteurs à considérer dans l'horticulture de production sont les suivants:

- conditions climatiques (température, humidité de l'air, lumière),
- propriétés du substrat (structure, pH, etc.),
- engrais (composition, dosage),
- type de mesures culturales et moment de l'exécution (repiquage, pincement, taille, etc.),
- respect des mesures d'hygiène.

La préparation de la surface de plantation revêt une grande importance en horticulture. Il s'agit d'éviter le colmatage, de doser l'alimentation minérale de façon à permettre un départ optimal de la végétation, d'éviter les adventices au moyen d'un paillage. Des soins et une fumure adéquats doivent par la suite assurer aux plantes des conditions idéales de croissance et de développement.

Importation de plantes

L'importation de plantes doit se conformer aux mesures phytosanitaires et aux interdictions en vigueur. Cette condition est nécessaire pour qu'aucun organisme nuisible exotique ne soit introduit et que la biodiversité locale soit protégée. Certaines plantes sont également soumises aux dispositions du Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture (ITPGRFA) ou par la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES), elles doivent être accompagnées des certificats d'importation de la CITES ou d'un accord de transfert de matériel. En règle générale, il est nécessaire de se conformer aux lois du pays d'origine sur l'accès et l'exportation de plantes. Les bénéfices découlant de l'utilisation de plantes étrangères devraient également être partagés de façon équitable, conformément à la Convention sur la diversité biologique (CDB), avec le fournisseur de ces ressources.

Contrôle des attaques et seuil de tolérance

La notion de seuil de tolérance est souvent évoquée dans la lutte intégrée (IPM). Il s'agit du nombre d'organismes nuisibles pour lesquels le coût de la lutte est aussi élevé que les pertes à craindre. Autrement dit, les pertes économiques causées par une population d'organismes nuisibles sont inférieures, sous le seuil de tolérance, au coût des mesures de lutte. On parle aussi de seuil économique de tolérance. Le seuil est fonction de la culture, du ravageur, de l'époque et de l'endroit considéré. Cette complexité fait que les cultures ornementales, contrairement à l'agriculture, n'ont pas de seuils de tolérance fiables et obligatoires.

Déterminer le moment opportun du traitement

Il faut savoir que le moment où le seuil de tolérance est dépassé n'est pas nécessairement celui qui convient le mieux aux mesures de lutte.

Le **seuil d'intervention** est souvent inférieur au seuil de tolérance, ce qui est évident si l'on songe qu'il s'écoule un certain temps entre l'application d'un produit phytosanitaire ou le lâcher d'auxiliaires jusqu'à leur pleine efficacité contre les ravageurs.

Contrôle des invasions au moyen de bandes pièges de couleur

La condition nécessaire à une juste évaluation du seuil de tolérance est l'observation des invasions. Le contrôle quotidien des attaques par l'horticulteur est efficacement secondé par les bandes pièges. Les bandes pièges jaunes engluées servent à contrôler les mouches mineuses, les pucerons ailés, les sciarides et les mouches blanches; les pièges bleus servent au contrôle des thrips. Les bandes pièges sont disposées à 20 cm au-dessus des cultures basses ou des tables de culture, et à hauteur des yeux sur les cultures hautes. Il faut procéder au contrôle régulier ou à l'estimation des ravageurs sur les bandes pièges, qui pour cette raison devraient comporter une grille de comptage en gravure. Les bandes pièges doivent être changées dès qu'elles sont pleines. Le nombre de ravageurs piégés permet de tirer plusieurs conclusions:

- la première apparition du ravageur (p. ex. en hiver ou au printemps) et donc la première mesure de lutte;
- l'importance de la population au cours de la culture et donc le moment d'entreprendre le traitement;
- le contrôle de l'efficacité d'une mesure de lutte chimique ou biologique.

Conseil pratique:

De tels pièges conviennent également à la lutte contre les ravageurs dans les jardins privés. Les pièges jaunes par exemple peuvent être utilisés pour la lutte contre la mouche de la cerise sur des arbres isolés.

Lutte intégrée

La lutte intégrée contre les ravageurs (integrated pest management IPM) est une composante de la production intégrée (PI), qui comprend toutes les mesures d'optimisation de la production végétale. L'objectif de la PI est de promouvoir une production optimale, favorable à l'environnement et au consommateur, en prenant en compte tous les facteurs nécessaires au développement harmonieux des plantes. L'optimisation porte en particulier sur l'alimentation minérale, la lutte chimique et les méthodes de culture.

Les bases de la PI ont déjà été établies à la fin des années 50 alors que l'on constatait les premiers effets de l'utilisation intensive de produits phytosanitaires dans les années 40 et 50. La PI est devenue aujourd'hui la pratique standard des cultures agricoles, maraîchères, fruitières et viticoles. Les directives de SwissGAP prennent une importance croissante non seulement dans l'horticulture de production mais aussi dans l'agriculture. SwissGAP est un certificat adapté aux conditions suisses qui est reconnu internationalement et qui prend en compte les exigences de la PI.



Les tas de compost et de feuilles offrent à de nombreuses espèces d'oiseaux, de reptiles et d'insectes des refuges et des ressources alimentaires.

Fig. 2.1

Pratique de la lutte intégrée

Dans la mesure du possible, on cultive toujours des plantes adaptées aux conditions locales et résistantes à un nombre aussi élevé que possible de maladies et de ravageurs. Les travaux de culture visent à optimiser la croissance et à assurer la bonne santé des plantes. Si des attaques de maladies ou de ravageurs se produisent néanmoins, on utilise d'abord des méthodes biologiques. Si elles ne suffisent pas, il est fait usage de produits chimiques par un traitement ciblé en observant les points suivants:

- utiliser, de préférence, des produits phytosanitaires ménageant les auxiliaires;
- n'utiliser de produits chimiques que dans un but précis, lorsqu'aucune méthode alternative n'est envisageable;
- essayer de favoriser la présence d'auxiliaires naturels afin de maintenir les ravageurs sous le seuil de tolérance.

La PI comporte un aspect économique en plus de son intérêt écologique: elle vise une production ménageant l'environnement mais n'entraînant pas pour le producteur de conséquences économiques défavorables.

Protection biologique des plantes

Dans la protection biologique, il faut faire la distinction entre prendre des mesures biologiques (voir chapitre 3) et favoriser les auxiliaires naturellement présents.

Dans la nature, un équilibre s'instaure entre les divers facteurs d'un site. Une modification de l'environnement naturel (par l'homme ou par des intempéries, p. ex.) rompt cet équilibre.

L'absence d'un ennemi naturel et/ou de concurrence entre espèces peut favoriser la multiplication incontrôlée de certains organismes capables de causer des dégâts aux cultures et aux plantes ornementales. De telles proliférations peuvent être limitées si l'on favorise spécifiquement certains auxiliaires.

On peut non seulement favoriser les auxiliaires naturels mais on peut aussi en introduire (surtout dans les serres). Il s'agit alors de lâcher un grand nombre d'espèces dites antagonistes des ravageurs.

Les méthodes mécaniques sont une autre manière de pratiquer la lutte biologique. Il s'agit, d'une part, d'empêcher l'invasion des ravageurs et, d'autre part, de les tuer mécaniquement. On peut citer par exemple les pièges à rongeurs, les filets de protection contre divers ravageurs des légumes ou les barrières anti-limaces.

On connaît aussi la lutte biotechnique contre les ravageurs. Elle utilise d'abord les effaroucheurs physiques (acoustiques et optiques), qui perturbent le comportement des organismes nuisibles, et aussi des substances (bio)chimiques induisant des réactions ou perturbations spécifiques chez les ravageurs. Les phéromones (substances d'attraction sexuelle olfactive) en sont un exemple typique. On les utilise dans des pièges à phéromones qui permettent de contrôler les attaques (voir chapitre 4, page 78).

Avantages et inconvénients de la lutte biologique

Avantages

- En général, peu de résidus dangereux pour l'environnement.
- L'utilisateur entre peu en contact avec des substances toxiques.
- Les travaux de culture peuvent se poursuivre durant la mise en œuvre des auxiliaires.
- Il y a peu d'apparition de résistances.
- Pas de dégât aux plantes, suite à l'utilisation d'auxiliaires.
- Peu de résidus sur les plantes.
- Action sélective des auxiliaires sur un ravageur.
- La lutte biologique améliore l'image des auxiliaires dans le public.

Inconvénients

- L'efficacité est souvent très sélective et limitée à un seul ravageur.
- La lutte biologique exige une connaissance approfondie des ravageurs et des auxiliaires.
- Les cultures doivent faire l'objet de contrôles intensifs pour vérifier si elles sont attaquées.
- La surveillance des attaques et les lâchers d'auxiliaires exigent un supplément de travail.
- L'élimination totale d'un ravageur n'est pas possible.
- La lutte biologique n'agit pas sur tous les ravageurs.
- La composition exacte et le mode d'action ne sont pas connus avec précision.
- Effets possibles sur la biodiversité locale par application d'organismes étrangers.
- Risque d'introduction d'autres organismes envahissants indésirables.

Favoriser les auxiliaires dans les jardins privés

Le moyen le plus simple d'éviter les ravageurs dans un jardin privé est de favoriser les auxiliaires. Les paysagistes ont souvent à faire avec des clients qui désirent avoir un jardin parfaitement soigné, ce qui n'est pas compatible avec les auxiliaires. Les auxiliaires doivent pouvoir s'abriter et il leur faut des ressources alimentaires. Un jardin riche en espèces animales ne permet pas aux ravageurs de se multiplier sans limites et ils restent ainsi habituellement sous le seuil de tolérance. Il n'est pas facile non plus de favoriser un auxiliaire précis et ce n'est habituellement pas favorable à l'équilibre biologique d'un jardin. L'objectif doit être d'offrir de bonnes conditions d'existence à la plus grande diversité possible d'espèces. Les paysagistes doivent pour cela respecter certains principes:

Si possible, n'utiliser aucun produit phytosanitaire

Si l'on combat les ravageurs au moyen de produits phytosanitaires, le traitement touche aussi de nombreux auxiliaires. D'une part ils meurent, et d'autre part les éventuels survivants et les nouveaux arrivants ne trouvent plus la nourriture que constituaient les ravageurs. Il faut donc renoncer autant que possible à l'utilisation de produits phytosanitaires en horticulture.

Maintenir et mettre en place des biotopes favorables aux auxiliaires

Les insectes, les mammifères et les oiseaux ont besoin d'un abri qui les protège de leurs ennemis.

Mettre en place des plantes indigènes plutôt que des plantes exotiques

Les plantes indigènes constituent la base alimentaire de nombreux insectes et oiseaux domestiques.

Mettre en place des tas de feuilles et de compost

Les tas de feuilles et de compost sont un lieu de vie pour de nombreux insectes et doivent rester longtemps en place.

Favoriser la présence des orvets, des lézards et des crapauds

Ils se nourrissent principalement d'insectes, de limaces et de vers. Les paysagistes peuvent favoriser la présence de ces animaux en leur réservant des possibilités de refuges (p. ex. dans des tas de branches ou de feuilles) à l'abri des chats et en évitant d'utiliser des débroussailluses à fléaux.

3

Ravageurs et maladies en horticulture

3. Ravageurs et maladies en horticulture

Remarques:

Les substances actives et les produits changent rapidement. Nous avons donc renoncé, dans les explications qui suivent, à mentionner des noms.

Le choix d'un produit chimique adéquat doit se baser sur les recommandations fournies par le fabricant.

Le développement de la lutte chimique en horticulture est étroitement lié à celui qui s'est mis en place en agriculture. La nécessité d'augmenter la productivité a provoqué une intensification de la lutte chimique dans les années 50. La tolérance pour ces pratiques a atteint son point culminant au cours des années 70 à 80, puis divers effets négatifs générés par l'emploi effréné de produits chimiques ont commencé à se faire sentir. Par exemple, on a vu apparaître des résistances, des intoxications, des pollutions des sols et des eaux, ainsi que des contaminations de denrées alimentaires.

L'appel à une vision plus globale de la production agricole, maraîchère et horticole a engendré une conception économique tenant davantage compte de l'écologie. Cette évolution de la vision du monde n'a pas gagné seulement les milieux de la production, du commerce, des consommateurs, mais aussi ceux de la recherche et de l'industrie chimique. On parle maintenant positivement des produits biologiques, d'une production ménageant l'environnement, de surfaces de promotion de la biodiversité et de denrées alimentaires ayant une haute valeur intrinsèque.

L'avenir montrera comment se développeront les systèmes de lutte chimique et biologique et la manière dont il sera possible de gérer les difficultés posées par les résistances, par les agressions des ravageurs et des maladies fongiques, mais aussi par des virus et des bactéries.

Animaux nuisibles

Les pages suivantes donnent certains exemples de ravageurs. Il s'agit d'un aperçu des principaux animaux nuisibles affectant la production horticole et les jardins. La liste pourrait être bien plus longue, mais dépasserait le cadre de cet ouvrage.

Insectes: constitution et développement

Les insectes forment la classe animale comptant le plus grand nombre d'espèces. Toutes ne sont pas connues à ce jour, et encore moins décrites. On estime que le nombre d'espèces d'insectes dépasse largement le million.

Il n'est donc pas étonnant que la plupart des ravageurs appartiennent à cette classe.

Comme les insectes peuvent se multiplier très rapidement, on assiste souvent à des invasions brusques et massives. Cette dynamique dépend du climat, de la nourriture disponible ainsi que de la présence d'ennemis naturels. Les populations d'insectes réagissent de manière très sensible aux perturbations de l'équilibre écologique. Les invasions massives et incontrôlées d'insectes se produisent lorsque l'équilibre écologique est altéré par des influences climatiques ou anthropiques (p. ex. longues périodes de précipitations, monocultures ou destruction d'ennemis naturels par des insecticides).

Pour prévenir les invasions d'insectes ou pour les combattre efficacement, il faut bien connaître leur constitution et leur développement.

Caractéristiques anatomiques des insectes

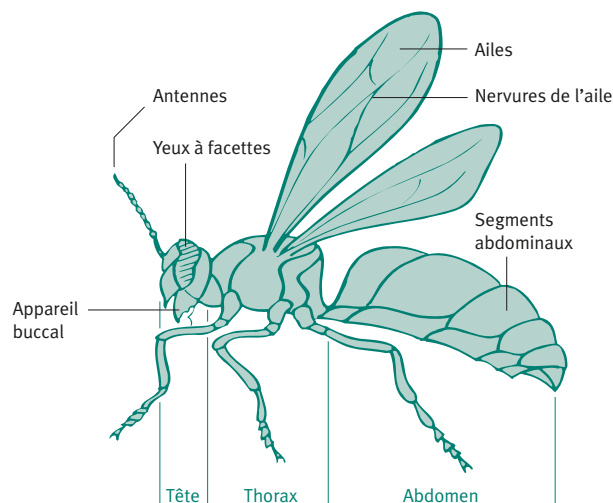
Comme d'autres arthropodes (p. ex. les crustacés), les insectes ont une **structure externe** et dure, l'exosquelette, faite de chitine, très solide et peu extensible. Leur croissance ou un changement de forme nécessite donc toujours une **mue**. Il existe chez les insectes une grande diversité de formes et de grandeurs, mais leur structure corporelle est fondamentalement identique (segmentation, nombre d'extrémités). Le corps des insectes adultes (**imago**, au pluriel **imagines**) est toujours constitué de trois sections :

- la tête,
- le thorax,
- l'abdomen.

La **tête** est en général pourvue de deux gros yeux complexes (**yeux à facettes**) et souvent de pièces buccales très développées et hautement spécialisées servant à la prise de nourriture. Les **antennes** sont situées sur le front et portent de nombreux organes tactilo- et chimiorécepteurs, qui servent à l'orientation et à la recherche de nourriture.

Le **thorax**, chez l'insecte adulte, porte trois **paires de pattes** et le plus souvent une ou deux **paires d'ailes**. Chez les coléoptères, les ailes antérieures sont transformées en carapaces dures, souvent de couleurs chatoyantes, qui protègent les ailes postérieures plus fragiles. Chez les vraies mouches, les ailes postérieures sont réduites et transformées en petites massues nommées haltères. Les ailes de quelques groupes d'insectes sont pourvues d'écailles (papillons) ou de poils.

L'**abdomen** est le plus souvent segmenté de manière bien visible, les segments étant liés entre eux par de fines membranes. De nombreuses larves d'insectes (dont une partie de celles des papillons et des coléoptères) sont pourvues, à quelques segments de l'abdomen, d'extrémités semblables à des pattes.

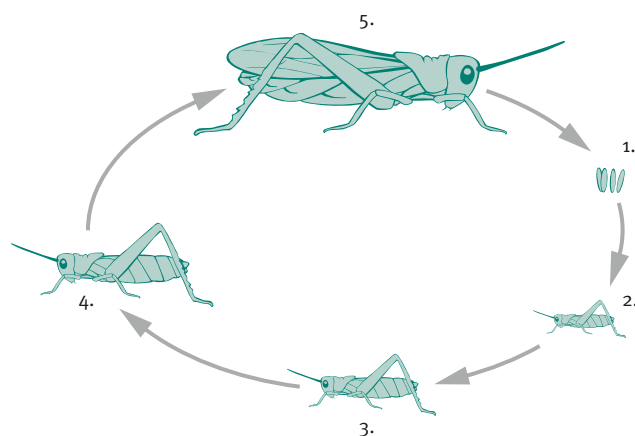


Constitution typique d'un insecte
Fig. 3.1

Développement des insectes

Presque tous les insectes commencent leur développement par un **œuf**. Très différents par leurs formes et leurs couleurs, les œufs éclosent pour donner des **larves**, puis des **nymphes**. A ces stades intermédiaires, les insectes, emprisonnés dans un exosquelette très peu extensible, vont subir plusieurs mues au cours de leur développement. L'enveloppe qui les entoure est fragile et vulnérable après la mue. C'est pourquoi de nombreuses espèces se cachent jusqu'à son durcissement. Le nombre de mues est très variable, certaines espèces muant jusqu'à quarante fois. Les chenilles des papillons n'ont en général que cinq mues. Ces étonnantes transformations que traversent les insectes au cours de leur développement sont groupées sous le nom générique de **métamorphose**. Il existe deux sortes de transformation des larves en insectes adultes.

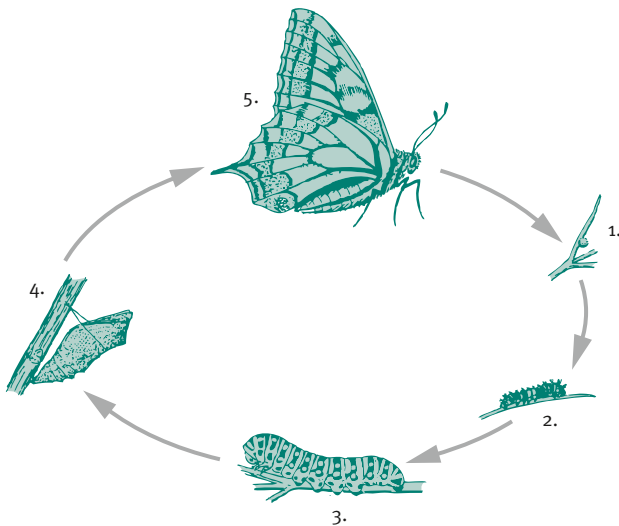
Métamorphose incomplète: Les stades juvéniles ont la même morphologie que les insectes adultes (imagines), vivent souvent au même endroit et se nourrissent de la même manière. La ressemblance augmente à chaque mue et une transformation continue conduit l'insecte à sa maturité sexuelle. Les divers stades de développement se nomment **nymphes**. Exemples d'insectes à métamorphose incomplète: les thrips, les pucerons et les punaises.



Métamorphose incomplète de la sauterelle
Fig. 3.2

1. Œufs
2. Premier stade nymphal
- 3./4. Stades suivants de la nymphe
5. Adulte capable de voler

Métamorphose complète: Chez les papillons, les coléoptères, les mouches et quelques autres groupes d'insectes, les stades intermédiaires (*larves*) ne ressemblent pas du tout aux insectes adultes. Ces larves ne sont pourvues ni d'ailes ni de pièces buccales semblables à celles des adultes. Leur nourriture est souvent tout à fait différente et chaque mue donne simplement des larves plus grandes.



Métamorphose complète du machaon

Fig. 3.3

1. Œuf
2. Jeune chenille
3. Chenille pleinement développée
4. Chrysalide
5. Papillon



Thrips jeune et adulte

Fig. 3.4

Après la dernière mue, lorsque la larve a cessé de grandir, elle devient *pupe* ou *nymph*e ou *chrysalide*. De l'extérieur, cette phase ressemble à un stade de repos. Il s'agit en réalité d'une transformation complète du corps de la larve. Les organes devenus inutiles sont dégradés et servent avec les substances de réserve à constituer un organisme entièrement nouveau, l'insecte adulte, qui éclot de la pupa après une période de transformation pouvant durer de quelques jours à quelques mois.

Cycle de développement

La durée d'un cycle de développement (c'est-à-dire d'une *génération*) de l'œuf à l'adulte (imago) varie d'une espèce à l'autre et s'étend sur plusieurs mois, parfois sur toute l'année. De nombreux insectes hibernent sous forme d'œuf, de larve ou de nymph, d'autres sous la forme adulte. De nombreuses espèces d'insectes engendrent plusieurs générations durant la saison chaude, selon les conditions météorologiques et les ressources alimentaires.

Insectes ravageurs des plantes

Thrips

Les thrips appartiennent à l'ordre des Thysanoptères et au groupe des insectes à métamorphose incomplète. Plusieurs espèces sont des ravageurs de cultures sous nos latitudes:

- *Frankliniella occidentalis*, le thrips de Californie,
- *Thrips tabaci*, *Thrips fuscipennis*, le thrips du palmier,
- d'autres espèces sont surtout des ravageurs des plantes agricoles (p. ex. les thrips des céréales).

Il est extrêmement difficile de distinguer les espèces de thrips entre elles. En général, cette distinction n'est possible que sous un grossissement de 50 à 100 fois.

Biologie de *Thrips tabaci*

Le thrips du tabac est un insecte long de 1 à 2 mm, au corps mince et aplati de couleur jaune crème à brun clair. Les ailes sont longues, frangées, rayées de bandes sombres. Les six

pattes sont munies de ventouses, les pièces buccales sont de type piqueur-suceur. Les thrips s'observent généralement sur la face inférieure des feuilles, mais on trouve également des piqûres sur la partie supérieure des feuilles et sur les fleurs.

Les thrips adultes sont très mobiles et peuvent se déplacer sur de courtes distances (1 à 4 m). Les stades larvaires sont peu mobiles et se tiennent en groupes sur la face inférieure des feuilles. Les deux premiers stades nymphaux s'alimentent par succion aux dépens de divers organes des plantes, les deux derniers stades restent inactifs sur ou sous la surface du sol.

Après une forte attaque de thrips, les surfaces inférieures et supérieures des feuilles peuvent présenter des plages argentées brillantes.

Plusieurs espèces de thrips sont de dangereux vecteurs de virus (p. ex. le virus des taches bronzées de la tomate).

La durée de vie des thrips adultes peut aller de plusieurs semaines à plusieurs mois (y compris la diapause hivernale). Une femelle pond de 20 à 40 œufs sur de jeunes feuilles, des inflorescences ou des fruits. La durée du développement larvaire dépend de la température et de l'humidité de l'air:

- à 15 °C, environ 44 jours,
- à 20 °C, environ 22 jours,
- à 25 °C, environ 16 jours.

Lutte contre les thrips

Les thrips attaquent principalement les cultures maraîchères, fruitières, ornementales et la vigne. Leur importance est moindre dans les jardins familiaux et en grandes cultures (céréales). Ils peuvent causer d'énormes dégâts dans les exploitations produisant des plantes ornementales.

Il est important de surveiller les attaques de thrips dans les cultures. A cet effet, on place dans les cultures des bandes pièges bleues ou des plantes fleuries indicatrices. Les mesures de lutte doivent être prises dès la première apparition des thrips.

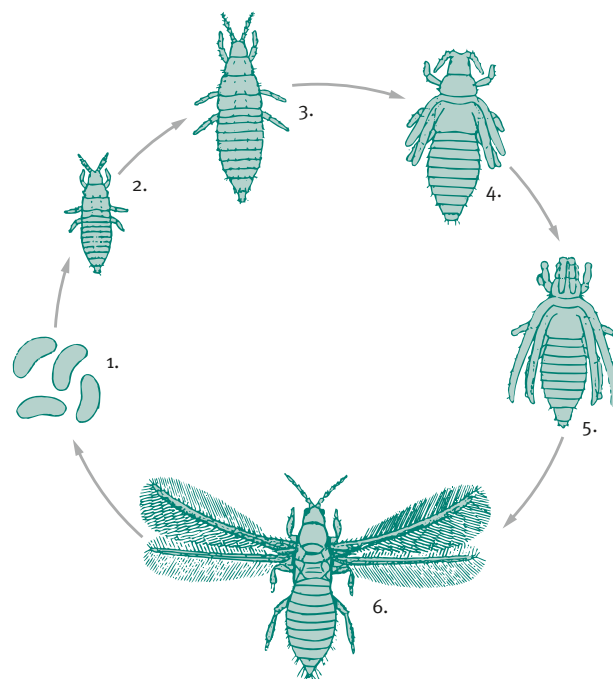
Lutte chimique: Diverses substances actives peuvent être utilisées contre les thrips. Il convient de les alterner régulièrement pour éviter l'apparition de résistances. Pour atteindre tous les thrips, le traitement doit être fait avec une grande quantité de bouillie. Comme l'élimination des thrips est plus ou moins difficile selon leur stade de développement, il est nécessaire de répéter les applications à intervalles rapprochés. Les conditions les plus favorables au traitement sont une atmosphère chaude et claire, lorsque l'activité des thrips est la plus forte.

Auxiliaires: *Amblyseius cucumeris*, *Hypoaspis miles/aculeifer* (efficacité partielle), *Orius majusculus*

Ces auxiliaires doivent être lâchés préventivement ou lorsque la pression d'infestation est encore faible. Les espèces d'*Amblyseius* en particulier doivent être renouvelées à intervalles réguliers. Les auxiliaires suffisent rarement à réduire de fortes populations de thrips. Les phases les plus critiques se situent surtout en été, lorsque de grandes quantités de thrips viennent de cultures voisines (céréales, maïs).

Produits phytosanitaires biologiques: Azadirachtine (NeemAzal-T/S), spinosad (Audienz), pyrèthrine (Parexan N, Pyrethrum FS). Le spinosad et la pyrèthrine (cette dernière est un peu moins efficace) conviennent à la lutte contre des populations nombreuses de thrips, mais ces produits sont peu compatibles avec les auxiliaires. L'efficacité de la substance active azadirachtine est tardive, mais elle peut être utilisée avec les auxiliaires en cas de faible pression d'infestation.

Méthodes biotechniques: Bandes pièges bleues, granulés antithrips (Lurem-TR, Tri-Pher) Les bandes pièges bleues, éventuellement en combinaison avec des granulés anti-thrips, permettent dans certains cas de lutter avec succès contre les thrips. Cette technique concerne particulièrement les cultures où les symptômes d'infestations ne sont pas très visibles. Normalement, les bandes pièges bleues ne servent toutefois qu'à la surveillance des attaques.



Cycle de vie du thrips (*T. tabaci*)

Fig. 3.5

1. Œufs
2. Premier stade nymphal
3. Deuxième stade nymphal
4. Stade nymphal (pré-pupe)
5. Stade nymphal (pupe)
6. Insecte adulte (imago)

Flash auxiliaires



Amblyseius cucumeris
Acarien prédateur adulte

Caractéristiques

- Acarien de 0,5 mm rose pâle, translucide, en forme de poire.
- Sans poils.
- Se déplace rapidement et possède 4 paires de pattes

Utilisation

- Lâchers possibles tout au long de l'année.
- Exigences modérées de température (> 18 °C) et d'hygrométrie (> 65 %).

Utilisation

- En boîtes d'épandage ou en sachets d'élevage avec nourriture d'appoint.

Contrôle d'efficacité

- Après le lâcher, on doit pouvoir trouver des acariens prédateurs sur les plantes traitées.
- La population de thrips, surveillée au moyen de bandes pièges bleues, doit rester stable.

Fig. 3.6

Pucerons

Les pucerons font partie des organismes nuisibles au règne végétal les plus répandus. Ils apparaissent dès le printemps, cette première vague est suivie d'une autre de multiplication en août et septembre. L'invasion peut alors être brusque et massive.

Il existe de très nombreuses espèces de pucerons, qui envahissent les cultures ornementales ainsi que les plantes de la maison et du jardin.

Les pucerons comptent aussi parmi les plus importants vecteurs de virus des plantes.

Les cinq principales espèces de pucerons que l'on trouve en horticulture sont:

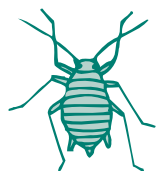
- le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*),
- le puceron du melon et du cotonnier (*Aphis grossypii*),
- le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*),
- le puceron à stries vertes de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*),
- le puceron à taches vertes de la pomme de terre (*Aulacorthum solani*).

Puceron vert du pêcher
(*Myzus persicae*)



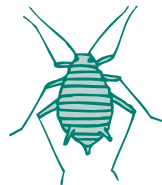
Taille (ailé): 1,2 à 2,3 mm
 Taille (aptère): 1,2 à 2,6 mm
 Couleur: vert blanchâtre, jaunâtre ou grisâtre, parfois rouge
 Antennes: de la longueur du corps environ
 Rostre: vert ou brun foncé, 60 % de la longueur du corps, légèrement claviforme

Puceron du melon et du cotonnier
(*Aphis grossypii*)



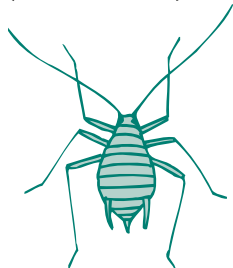
Taille (ailé): 1,1 à 1,8 mm
 Taille (aptère): 0,9 à 1,8 mm
 Couleur: nombreuses variations de vert foncé marbré à vert clair et jaune
 Antennes: 70 % de la longueur du corps
 Rostre: noir, 20 % de la longueur du corps

Puceron noir de la fève
(*Aphis fabae*)



Taille (ailé): 1,3 à 2,6 mm
 Taille (aptère): 1,5 à 3,1 mm
 Couleur: vert noirâtre à noir
 Antennes: à peu près jusqu'à la moitié de l'abdomen
 Rostre: noir, cinq fois plus long que large

Puceron à taches vertes de la pomme de terre
(*Aulacorthum solani*)



Taille (ailé): 1,8 à 3,0 mm
 Taille (aptère): 1,8 à 3,0 mm
 Couleur: vert clair et vert foncé à la racine du rostre
 Antennes: 30 à 50 % de plus que la longueur du corps, claires à la base, extrémités foncées
 Rostre: clair à pointe foncée, 20 % de la longueur du corps

Puceron à stries vertes de la pomme de terre
(*Macrosiphum euphorbiae*)



Taille (ailé): 1,7 à 3,4 mm
 Taille (aptère): 1,7 à 3,6 mm
 Couleur: vert à vert jaunâtre
 Antennes: 20 % de plus que la longueur du corps, claires, extrémités foncées
 Rostre: noir, 20 % de plus que la longueur du corps

Seules des caractéristiques infimes permettent de distinguer ces cinq espèces et il faut une bonne loupe ou une binoculaire pour les différencier avec précision. Ces caractéristiques principales sont les antennes et les siphons (partie arrière). Les dégâts causés par les pucerons sont multiples (voir ci-dessous). Comme pour toutes les autres espèces d'homoptères (cochenilles, pucerons lanigères), s'y ajoute la formation de miellat sur lequel s'installent des champignons secondaires de la fumagine (*Capnodium oleaginum* ou *Fumago salicina*).

Biologie du puceron vert du pêcher

Les femelles pondent leurs œufs à l'automne sur les branches des pêchers, parfois aussi sur d'autres espèces de *Prunus*. Les premiers pucerons éclosent au début du printemps et se transforment en fondatrices aptères qui s'installent sur la surface inférieure des feuilles et s'en nourrissent par succion. Il n'y a aucun mâle, mais les fondatrices donnent le jour continuellement à de nouvelles larves par parthénogenèse. En mai apparaissent les pucerons ailés, qui quittent leur hôte d'hiver pour migrer sur le tabac, les betteraves, les pommes de terre, etc. et former rapidement de nouvelles colonies par parthénogenèse. Durant l'été, on trouve des individus ailés aussi bien que des aptères. Au début de l'automne, les pucerons mettent au monde des larves qui deviendront des adultes ailés sexués, incapables de procréation parthénogénétique. Après fécondation, les femelles ne peuvent plus que pondre des œufs d'hiver.

Fig. 3.7

La multiplication asexuée peut se poursuivre toute l'année dans les régions au climat très doux ainsi que dans les serres, entrepôts, etc.; la population sera donc importante dès le début du printemps au départ de la végétation.

Les dégâts directs du puceron du pêcher sont des dégâts de succion, limités souvent aux pointes des jeunes pousses sur lesquelles il peut prélever beaucoup de sève dans des tissus encore tendres. On constate en général un enroulement des feuilles et parfois un jaunissement. Le développement des pousses est réduit. Mais les dommages les plus graves sont ceux occasionnés par les divers virus qu'il transmet.

Lutte contre les pucerons

Les pucerons sont décimés par de nombreux ennemis naturels, dont les principaux sont les coccinelles et leurs larves, les larves de chrysopes, les syrphes, les punaises, les larves de cécido-myies, les champignons parasites des insectes ainsi que diverses espèces d'hyménoptères parasites. Ces auxiliaires sont efficaces surtout au début d'une multiplication massive. Les divers hyménoptères parasites sont moins connus, mais sont très efficaces contre les pucerons. Au moyen de leur tarière de ponte, les femelles pondent leurs œufs directement dans les pucerons. Les larves et les pupes se développent à l'intérieur du puceron qui meurt. Les pucerons touchés gonflent et se colorent en brun jaunâtre. Le parasite pleinement développé sort du puceron mort environ 8 à 14 jours après la ponte. Si les températures sont élevées et l'air humide, les maladies fongiques peuvent exterminer en quelques jours les populations de pucerons dans des régions entières. Les hyménoptères parasites et les champignons sont des parasites et dépendent donc de la densité des populations de pucerons. Ils peuvent ainsi réguler de grandes populations de pucerons.

Lutte chimique: La lutte chimique contre les pucerons utilise en premier lieu les insecticides systémiques, qui ne posent pas de problèmes si l'on respecte les indications fournies par les fabricants.

La destruction des œufs d'hiver au moyen de pulvérisations d'hiver ou de débourement est autorisée en cultures fruitières pour la lutte contre les pucerons. Diverses huiles sont utilisées à cet effet.

Auxiliaires: *Adalia bipunctata*, *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius colemani*, *Aphidius ervi*, *Aphidoletes aphidimyza*.

Ces auxiliaires doivent être lâchés préventivement ou dans le cadre d'un élevage libre (voir encadré). Les larves de coccinelles *Adalia* peuvent être lâchées précisément sur des foyers d'infestation et contribuent à l'entretien paysager de certaines plantations (allées, roseraies). Le développement des pucerons est souvent si rapide au printemps que les auxiliaires peinent à suivre leur développement. L'action doit donc souvent être complétée d'un traitement insecticide ménageant les auxiliaires.

Produits phytosanitaires biologiques: Azadirachtine (NeemAzal-T/S), savon potassique (Natural, Siva), pyrèthrine (Parexan N, Pyrethrum FS), roténone (Sicide), Quassia amara (Quassan). L'efficacité du savon potassique est souvent suffisante. La roténone et la pyrèthrine conviennent pour une réduction rapide de populations nombreuses. Ces deux matières actives ne ménagent cependant pas les auxiliaires et ne devraient être utilisées qu'exceptionnellement. Dans l'entretien paysager, il convient surtout de préserver les auxiliaires naturels.



Puceron vert du pêcher, jeune et adulte

Fig. 3.8

Flash auxiliaires



Adalia bipunctata /
Larve d'*Adalia bipunctata*

Caractéristiques

- Adulte: Coccinelle de couleur en général orange à deux points noirs; pond ses œufs dans les colonies de pucerons.
- Larve: Noire à raies transversales jaunes; les larves les plus âgées peuvent dévorer plus de 100 pucerons par jour.

Utilisation

- Lâchers possibles de mars à septembre.
- Les larves conviennent spécialement au traitement de foyers d'infestation.
- Exigences modérées de température (> 14 °C) et d'humidité de l'air.

Contrôle d'efficacité

- On doit pouvoir observer des larves encore 1 à 2 semaines après le lâcher.
- Pas d'extension des foyers d'infestation de pucerons.

Fig. 3.9

Elevage libre

Il consiste à mettre en place, en serre, des céréales sur lesquelles sont installés des pucerons spécifiques de monocotylédones. Ces pucerons servent d'hôtes et de nourriture aux auxiliaires *Aphidius*, *Aphelinus* et *Aphidoletes*, qui peuvent ainsi constituer des populations aptes à combattre rapidement les pucerons ravageurs dans la serre. Le temps de réaction est ainsi raccourci.

Cochenilles

Le nombre d'œufs pondus par les cochenilles peut varier entre 300 et 2000 selon l'espèce. Certaines d'entre elles sont parthénogénétiques (*Coccus hesperidum*) et chez quelques-unes, les mâles sont ailés. C'est le bouclier qui permet de distinguer les types de cochenilles. On trouve deux familles principales, les cochenilles diaspines (*Diaspididae*), qui comprennent cinq espèces importantes, et les cochenilles pulvinaires (*Coccidae*) qui en comptent trois. Chez les cinq espèces de **cochenilles diaspines**, le corps n'est pas attaché au bouclier. On les trouve surtout sur les plantes ornementales d'intérieur ou sur les plantes hivernées. Elles sont souvent apportées avec des plantes comme les Citrus, lauriers-roses, fougères, palmiers, Dracaenas, etc. En règle générale, aucune de ces espèces ne sécrète de miellat. Une espèce de diaspine est particulièrement redoutée: la **cochenille virgule** (*Lepidosaphes ulmi*), qui s'établit en extérieur et dans les jardins. Sous nos latitudes, elle hiverne sans problème et envahit massivement diverses plantes ligneuses, parmi lesquelles des espèces fruitières.



Cochenilles diaspines
Fig. 3.10

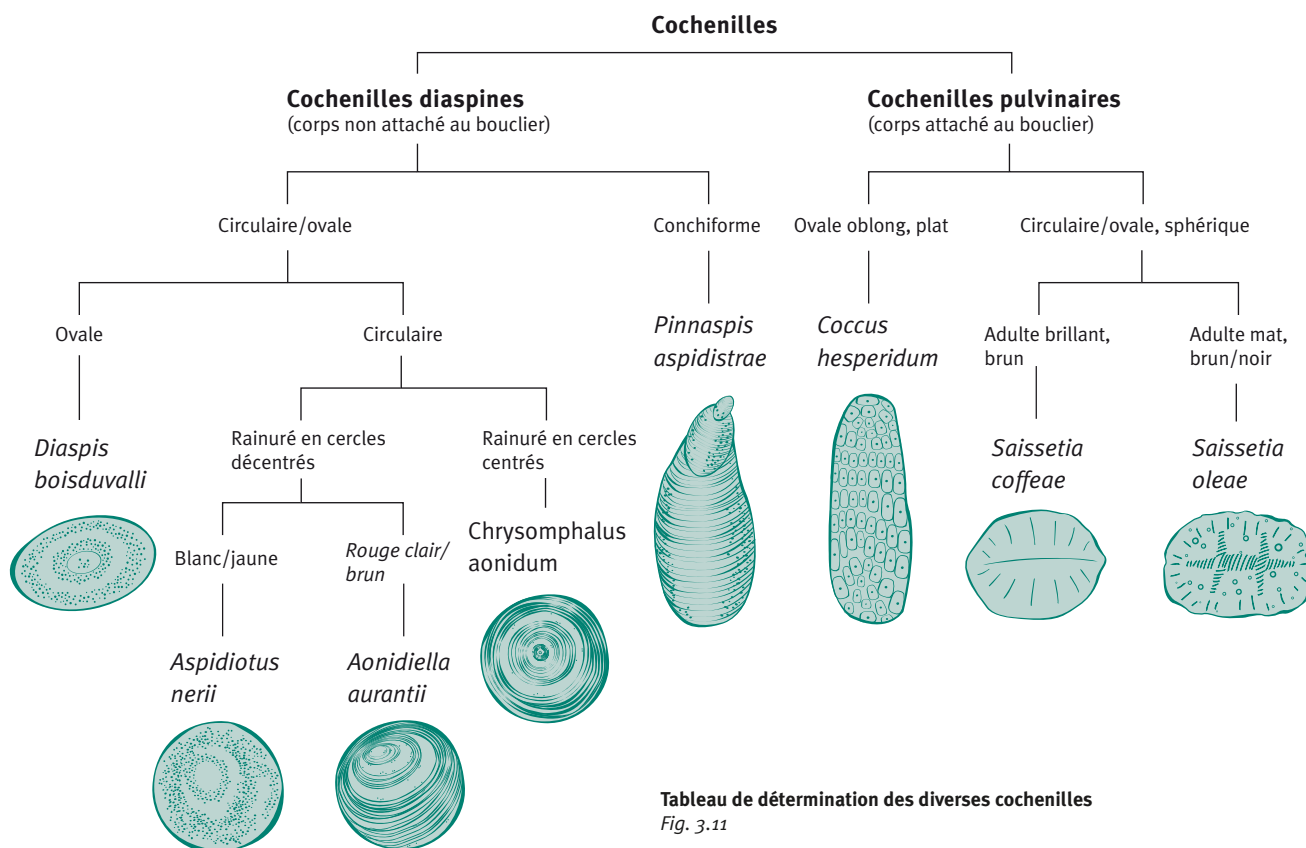


Tableau de détermination des diverses cochenilles
Fig. 3.11

Chez les trois espèces de *cochenilles pulvinaires*, le corps est lié au bouclier. En général, ces espèces sécrètent un miellat abondant.

Lutte contre les cochenilles

Toutes les cochenilles sont plus ou moins mobiles durant leur stade juvénile et peuvent se montrer très rapidement invasives en l'absence de mesures de lutte. La lutte préventive la plus efficace consiste à contrôler les livraisons de plantes. Cela vaut aussi pour les plantes à hiverner, qui sont souvent infestées. Si tel est le cas, il faut immédiatement entreprendre la lutte.

Lutte chimique: La lutte est difficile. Les produits phytosanitaires autorisés appartiennent à deux catégories:

- substances actives absorbées par la plante; le ravageur les ingère par succion et meurt;
- substances actives enveloppant et étouffant le ravageur.

Il convient de rester prudent avec toutes les huiles, car elles peuvent provoquer des brûlures de la cuticule selon la composition de la feuille.

Auxiliaires: *Metaphycus helvolus*, *Microteris flavus*.

Ces auxiliaires ne sont pas adaptés au climat d'ici et ne conviennent donc que pour utilisation sur des plantes d'intérieur.

Produits phytosanitaires biologiques: Huile de Neem (Azadirachtin), savon potassique (Natural, Siva), huile de paraffine (Promanal, Paraderil), pyrèthrine (Parexan N, Pyrethrum FS).

Les produits biologiques disponibles sont des insecticides de contact exclusivement. Un traitement durable est donc difficile, il est nécessaire de procéder à des traitements répétés.

Flash auxiliaires

Leptomastix dactylopii

Auxiliaire contre les cochenilles (voir ci-dessous).

Caractéristiques

- Hyménoptère chalcidien de 3 mm.
- Jaune, avec des antennes longues et coudées.

Utilisation

- Période: mars à juin.
- N'est efficace que contre les stades âgés des cochenilles farineuses.
- Exigences modérées de température (> 19 °C) et d'hygrométrie.

Contrôle d'efficacité

- Les cochenilles momifiées deviennent jaunâtres et durcissent.
- Les jeunes *Leptomastix* sortent par un trou rond du côté frontal de la momie.
- Les feuilles et pousses nouvelles sont exemptes de cochenilles.

Cochenilles farineuses (*Pseudococcidae*)

Les cochenilles farineuses sont très mobiles aux stades juvéniles. Elles perdent leur mobilité lorsqu'elles ont trouvé un endroit où se fixer (dès le deuxième stade larvaire). On les appelle farineuses en raison du feutrage blanc laineux ou cireux qu'elles sécrètent pour se protéger une fois fixées. Au nord des Alpes, on ne trouve en extérieur que peu de cochenilles farineuses sécrétant de la cire. Toutes les farineuses par contre produisent du miellat en abondance. Si la température le permet (entre 20 °C et 25 °C), elles peuvent engendrer, durant leurs quelques semaines d'existence, entre 300 et 400 jeunes individus, par ponte ou parthénogenèse, selon l'espèce.

Lutte contre les cochenilles farineuses

Les principaux hôtes des cochenilles farineuses sont les plantes en bacs originaires de la région méditerranéenne, les plantes d'appartement et certaines cultures de plantes ornementales. Toutes doivent être contrôlées régulièrement, surtout les plantes hivernées. Les premiers foyers doivent être immédiatement combattus.

Lutte chimique et produits phytosanitaires biologiques: On peut utiliser contre les farineuses les mêmes substances actives que contre les autres familles de cochenilles ou des produits analogues.

Auxiliaires: *Cryptogames montrouzieri*, *Chrysoperla carnea*, *Leptomastidea abnormis*, *Leptomastix dactylopii*, *Pseudaphycus maculipennis*.

Les auxiliaires disponibles sont peu adaptés à notre climat et ne peuvent être utilisés avec succès que dans les cultures protégées. Les lâchers se font surtout au printemps et en été.



Cochenilles farineuses sur un sapin de Douglas

Fig. 3.12



Les œufs et les adultes de la mouche blanche sont bien visibles à la face inférieure de feuilles colonisées.

Fig. 3.13

Aleurodes (mouches blanches)

On connaît trois espèces différentes ayant en Suisse une importance économique:

- la mouche blanche ordinaire des serres (*Trialeurodes vaporariorum*),
- la mouche blanche du chou (*Aleyrodes proletella*),
- la mouche blanche du cotonnier (*Bemisia tabaci*).

Biologie des aleurodes

L'adulte est pourvu de deux paires d'ailes se recouvrant comme les tuiles d'un toit. Très mobile, il ressemble à un puceron ailé. Le corps et les ailes de ces insectes sont recouverts de sécrétions cireuses.

Les adultes et divers stades larvaires hivernent au chaud (dans les serres); les pontes se poursuivent continuellement sur la

face inférieure des feuilles en fonction de la température.

Une femelle pond quotidiennement 2 à 3 œufs (0,2 mm), soit 100 à 200 œufs (selon la température) au cours des 4 semaines de son existence. Dans de bonnes conditions (entre 25 et 30 °C), il faut de 20 à 25 jours pour que l'œuf se transforme en adulte (et 10 semaines à 15 °C).

Les dégâts causés par les aleurodes sont dus à la succion de la sève par les adultes et les larves et au miellat qu'ils sécrètent et sur lequel se développe la fumagine. Une forte infestation peut provoquer le jaunissement des feuilles et le flétrissement des plantes où les aleurodes prélèvent la sève et qui peuvent également être des vecteurs de virus.

Mouche blanche adulte

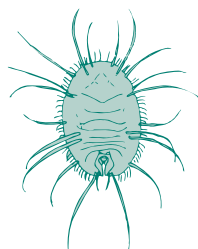
Mouche blanche du chou
(*Aleyrodes proletella*)

Mouche blanche ordinaire
(*Trialeurodes vaporariorum*)

Mouche blanche du cotonnier
(*Bemisia tabaci*)



Quatrième stade larvaire (nymphal)



Œufs



Principaux caractères distinctifs des trois espèces de mouches blanches

Fig. 3.14

Lutte contre les mouches blanches

La lutte préventive consiste surtout à empêcher les ravageurs d'arriver sur les jeunes plantes et les plantes hivernées. La détection précoce est décisive. Lorsqu'une population s'est installée, la mouche blanche est l'un des ravageurs les plus difficiles à combattre. Elle attaque une grande variété de plantes et se multiplie très rapidement. Il est donc important de contrôler et lutter systématiquement.

Lutte chimique: L'utilisation d'insecticides chimiques avait parfois occasionné l'apparition de résistances. Il est recommandé de faire 3 traitements avec le même produit ou le même mélange et de changer ensuite de substance active. Comme la plupart des produits n'agissent que sur un seul stade de la mouche blanche (œuf, larve ou adulte), le traitement doit être répété après 3 à 5 jours.

Auxiliaires: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Eretmocerus mundus*, *Macrolophus caliginosus*.

L'utilisation d'auxiliaires contre les mouches blanches n'est efficace que préventivement ou lorsque l'attaque en est à son début. Les foyers d'infestation déjà présents doivent d'abord être réduits le plus possible avec un insecticide ménageant les auxiliaires. Des lâchers réguliers (tous les 7 à 14 jours) sont nécessaires en serre dès le mois de mars.

Produits phytosanitaires biologiques: Azadirachtine (NeemAza-T/S), savon potassique (Natural, Siva), huile de paraffine (Promanal, Paraderil), pyréthrine (Parexan N, Pyrethrum FS).

Le savon potassique et la pyréthrine conviennent au traitement de foyers d'attaque. Ce sont des produits de contact, qui n'ont qu'une efficacité partielle. La substance active azadirachtine est l'un des rares produits phytosanitaires biologiques ayant une efficacité partiellement systémique. Ce produit convient à l'utilisation en début d'attaque et de façon combinée avec les auxiliaires.

Procédés biotechniques: Les bandes pièges jaunes sont utilisées surtout pour évaluer les infestations. Dans certains cas, elles ont une certaine efficacité dans la lutte contre les adultes, mais seulement en combinaison avec d'autres modes de lutte.

Flash auxiliaires



Encarsia formosa

A gauche: adulte; à droite: larves écloses, parasitée (noire) et non parasitées (blanches).

Caractéristiques

- Petit hyménoptère chalcidien jaune à tête et thorax noirs.
- Vole par petits sauts et se nourrit de miellat.

Utilisation

- Période: Toute la saison (sensible à l'intensité lumineuse).
- Exigences modérées de température (> 15 °C) et d'hygrométrie.
- Augmenter la quantité d'individus pour les lâchers de juin à août.

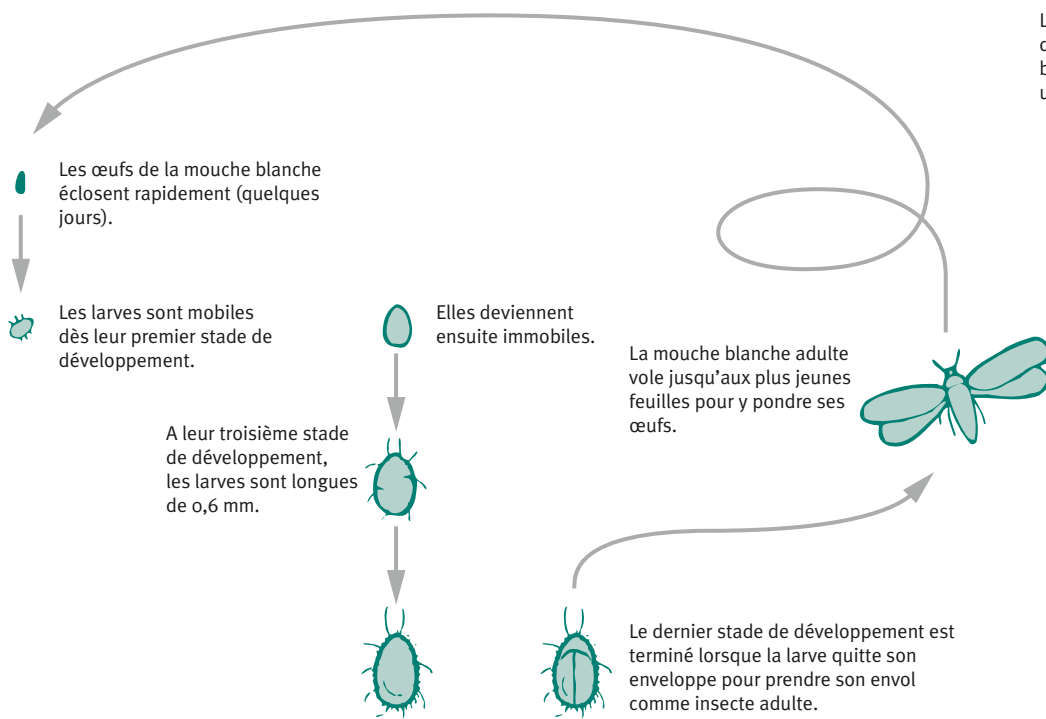
Contrôle d'efficacité

- Les pupes parasitées des mouches blanches deviennent noires (momies).
- On doit observer des momies deux ou trois semaines après un lâcher d'*Encarsia*.

Fig. 3.15

Remarque pratique:

L'efficacité des auxiliaires et des produits phytosanitaires biologiques est bonne s'ils sont utilisés assez tôt.



Cycle de développement de la mouche blanche

Fig. 3.16

Coléoptères

Caractéristiques des principaux coléoptères importants pour l'horticulture et de leurs larves		
Espèce	Coléoptère adulte	Larve/ver blanc
Hanneton commun <i>Melolontha melolontha</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 20 à 30 mm Caractéristiques: Taches blanches triangulaires sur les côtés, élytres bruns. Période de vol: Crépuscule, d'avril à juin. Dégâts: Dévore les feuilles des arbres feuillus, rarement des pommiers. Mesures de lutte: Lors d'invasions massives (années de vol bernoises, grisonnes, uranaises), on organisait autrefois la collecte des hannetons. 	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 25 à 35 mm Caractéristique: Se déplace en crabe. Cycle: 3 à 4 ans. Dégâts: Importants, morsures sur racines, tubercules et rhizomes (plantes cultivées, gazons et prairies); devenu rare sur le Plateau suisse, présent encore dans les vallées alpines. Mesures de lutte: Un travail régulier du sol empêche l'infestation massive. Expériences réussies avec l'enfouissement, sous les prairies infestées de vers blancs, de semences d'orge auxquelles on a inoculé le champignon Beauveria.
Hanneton de la St-Jean <i>Amphimallon solstitiale</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 14 à 18 mm Caractéristiques: Ressemble au hanneton commun; protonotum brun clair, densément velu de même que les élytres. Période de vol: Soirées chaudes en juin et juillet. Dégâts: Dévore les feuilles des arbres. Mesures de lutte: Dès juin, éviter de tondre les gazons trop ras. En cas d'invasion massive, étendre le soir des filets à petites mailles (filets de protection des cultures Filbio) sur les surfaces menacées (afin d'empêcher les pontes). 	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 20 à 30 mm Caractéristique: Se déplace sur ses six pattes. Cycle: 2 à 3 ans. Dégâts: Dévore les racines des gazons et des plantes de prairies, avec une préférence pour les surfaces gazonnées courtes; sur le Plateau suisse. Mesures de lutte: Passer le verticuteur au printemps sur les surfaces gazonnées. Favoriser les hérissons dans les jardins familiaux (en période de végétation, ils dévorent de grandes quantités de vers blancs). On obtient une bonne protection du gazon avec les champignons <i>Metarhizium</i>, qui tuent les vers blancs.
Cétoine dorée <i>Cetonia aurata</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 15 à 20 mm Caractéristiques: Vert métallique à reflets vert doré métallisé. Période de vol: Crépuscule, début mai à août. Dégâts: Se nourrit de fleurs blanches comme celles des sureaux, rosiers et lilas (dégâts en général insignifiants). Mesures de lutte: Voir hannetons. 	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 25 à 35 mm Caractéristiques: Se déplace sur le dos. Cycle: 2 à 3 ans. Dégâts: Négligeables en général (se développe habituellement dans les composts ou la terre comportant des déchets non décomposés) (utile). Mesures de lutte: Devrait plutôt être protégé, car dégrade les déchets putrescibles, dans la terre et les composts, en bonne terre ou terreau.
Hanneton horticole ou des jardins <i>Phyllopertha horticola</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 8 à 11 mm Caractéristiques: Elytres bruns, protonotum vert à reflets métalliques. Période de vol: Vol massif les matins ensoleillés. Dégâts: Se nourrit du feuillage de vivaces et d'arbustes bas, et d'herbes indigènes sur les prairies alpines. Mesures de lutte: Voir page 41. 	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 15 mm Caractéristiques: Se déplace sur ses six pattes, «Smiley» sur l'abdomen. Cycle: 1 an. Dégâts: Se nourrit des racines des gazons et plantes de prairies dans les Préalpes, de 1000 à 1500 mètres d'altitude (terrains de golf). Mesures de lutte: Voir page 41.
Otiorrhynque de la vigne <i>Otiorrhynchus sulcatus</i> et autres espèces	<ul style="list-style-type: none"> Taille: Environ 10 mm Caractéristiques: Couleur sombre, de mœurs plutôt nocturnes. Période de vol: Incapable de voler. Dégâts: Marques de morsures concaves typiques sur les feuilles dures. Mesures de lutte: Voir page 41. 	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 12 mm Caractéristiques: Mode de déplacement sans importance, dépourvu de pattes. Cycle: 1 an Dégâts: Se nourrit des racines de plantes ornementales, mais ne se trouve pas sous les gazons. Mesures de lutte: Voir page 41.
Taupin des moissons, ver fil de fer <i>Agriotes lineatus / obscurus</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 7 à 10 mm Caractéristiques: Se catapulte dans l'air par projection de la tête vers l'arrière, ce qui provoque un bruit de cliquet. Période de vol: – Dégâts: Se nourrit de fleurs et de feuilles. Dégâts sans importance. Mesures de lutte: Déconseillées, car il est aussi prédateur d'œufs de limaces, de petits insectes et de larves. 	<ul style="list-style-type: none"> Taille: 25 mm Caractéristiques: Jaune, cylindrique, tête sombre. petites pattes. Cycle: 4 à 5 ans. Dégâts: Ronge les racines, parfois jusqu'à la mort des plantes. Dangereux surtout pour les fraises et les plantes de houblon plantées sur rompues. Mesures de lutte: Les sols calcaires sont répulsifs pour les vers fil de fer (larves des taupins).

Contrairement aux autres insectes, les coléoptères n'ont pas le corps séparé en trois éléments. Le deuxième est constitué du prothorax, dont on ne voit du dessus que le protonotum. Des quelque 8000 espèces de coléoptères présents en Europe, ce sont surtout les hannetons communs et ceux de la Saint-Jean, les carabes horticoles (*Carabus hortensis*) et les otiorrhynques qui sont connus comme ravageurs dans les pépinières, les gazons et les jardins.

Lutte contre les coléoptères

Les morsures des coléoptères causent surtout des dégâts esthétiques en horticulture, mais rarement de réelles pertes. Ce sont principalement les larves (p. ex. vers blancs, larves d'otiorrhynques) qui endommagent les racines des arbustes, arbres, vivaces et gazons.

Lutte chimique: Il est rare que la lutte contre les coléoptères adultes soit judicieuse.

Auxiliaires: *Nématodes* (*Heterorhabditis megidis*, *Steinernema carpocapsae*).

Les nématodes sont très efficaces contre les larves d'otiorrhynque et celles du hanneton horticole, mais leur efficacité est insuffisante contre d'autres ravageurs présents dans le sol. On utilise les nématodes à des températures du sol supérieures à 10 °C, lorsque les stades larvaires des ravageurs sont actifs, donc en règle générale aux mois d'avril/mai et septembre/octobre.

La lutte contre les otiorrhynques est une tâche permanente, car il y a toujours des invasions en provenance de parcelles voisines.

Produits phytosanitaires biologiques: Champignons *Beauveria*, champignons *Metarhizium*.

Ces deux préparations à base de champignons peuvent être utilisées en épandage sur les surfaces gazonnées (terrains de sport, golfs) contre les vers des hannetons communs et ceux de la Saint-Jean. Des semences de céréales inoculées par ces champignons auxiliaires sont mises en place dans le sol au moyen d'une machine de semis direct. L'utilisation d'insecticides biologiques contre les larves âgées des coléoptères n'est pas très efficace.



Larve et pupa d'otiorrhynque

Fig. 3.17




Larve du taupin

Fig. 3.18



Cétoine

Fig. 3.19

Flash auxiliaires	<i>Heterorhabditis megidis</i> (nématode)
	<p>Caractéristiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ver de 0,5 mm de long, difficile à distinguer à l'oeil nu. ▪ Pénètre activement dans la larve de l'insecte et transmet une bactérie. ▪ L'attaque bactérienne entraîne la mort du ravageur. <p>Utilisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Température du sol > 10 °C. ▪ Maintenir le sol humide après l'application. ▪ N'est efficace que s'il y a des larves dans le sol. <p>Contrôle d'efficacité</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les larves attaquées (otiorrhynques) se colorent en rouge. ▪ Il n'y a pas d'éclosion d'adultes.

Larves d'otiorrhynque, parasitée (orange) et non parasitée (blanche).

Fig. 3.20



Chenille de la piéride du chou
Fig. 3.21

Papillons (*Lepidoptera*)

Avec quelque 150 000 espèces et sous-espèces, les papillons sont l'un des principaux ordres d'insectes. Leur métamorphose est complète.

Les papillons adultes se nourrissent de nectar de fleurs ou ne se nourrissent pas. Ils ne sont pas des ravageurs. Mais dès qu'ils pondent des œufs sur des plantes ou des feuilles, il en sort des larves dont les stades successifs sont nommés aussi chenilles. Se nourrissant de diverses parties des plantes, ces larves comptent parmi les plus importants ravageurs, souvent très spécifiques quant aux espèces de plantes attaquées.

Les chenilles se distinguent des larves de mouches et de guêpes par le type et le nombre de leurs pattes. La plupart des chenilles ont trois paires de pattes thoraciques, cinq ventrales et trois anales. Les chenilles muent trois à cinq fois durant leur développement, avant de se changer en chrysalides.

Pour simplifier, les genres et espèces sont répartis en groupes principaux. Voici une courte description des groupes de papillons qui ont une importance en horticulture:

- De nombreux **papillons** vivent sur des plantes de prairies, ne causant que des dégâts insignifiants. On peut citer par exemple les machaons, les piéridés ou les nymphalidés. La piéride du chou est l'un des rares ravageurs appartenant à ce groupe.
- Les **noctuidés** ou **noctuelles** sont parfois comptés dans la littérature parmi les papillons. C'est, avec environ 20 000 espèces, le groupe le plus important de la famille des lépidoptères. La plupart des noctuidés sont actifs de nuit et peuvent hiberner dans le sol comme chenilles et plus tard comme chrysalides. Ce groupe comprend de nombreux ravageurs importants, par exemple la noctuelle du chou (*Mamestra brassicae*), la noctuelle de l'érable (*Acronicta aceris*), la noctuelle des moissons (*Agrotis segetum*), la noctuelle potagère (*Lacanobia oleracea*), la noctuelle-lièvre (flocon de laine, *Acronicta leporina*), la noctuelle du pin (*Panolis flammea*). La noctuelle frangée (*Noctua fimbriata*) et la noctuelle fiancée (*Agrotis pronuba*) sont deux espèces voraces que l'on trouve sur diverses plantes cultivées, et dont les chenilles adaptent leur couleur à celles des plantes (mimétisme).
- Les **sphingidés** (*Sphingidae*) forment le groupe de papillons ayant la plus grande envergure et les plus grosses chenilles: par exemple le sphinx du liseron (*Herse convolvuli*), le sphinx de la vigne (*Deilephila elpenor*), le sphinx du troène (*Sphinx ligustri*), le sphinx de l'euphorbe (*Hyles euphorbiae*) ou le sphinx du tilleul (*Mimas tiliae*). Ils se sont établis, selon le climat, dans le sud ou le nord de la Suisse.
- Les **géométridés** (*Geometridae*) sont un groupe dont les chenilles ont un mode de déplacement spectaculaire. Elles n'utilisent à cet effet que leurs pattes thoraciques et anales et leur corps se tend alors comme un arc (chenilles arpeuteuses). Elles comptent des ravageurs importants comme l'hibernie défoliante (*Erannis defoliaria*), la phalène hérissée (*Lycia histaria*), la phalène du pin (*Fidonia pinaria*) et de nombreuses autres espèces vivant sur diverses espèces d'arbres et arbustes indigènes.
- Les **chenilles nidifiantes** sont en général velues et portent sur tout le corps des poils glandulaires. Ces derniers peuvent provoquer de violentes réactions allergiques ou eczéma-teuses. Grégaires, elles vivent en colonies durant leur phase larvaire. Les papillons tissent pour la ponte un nid fait de fibres très fines, qui deviendra un cocon plus ou moins grand. Les processionnaires du pin et du chêne sont particulièrement redoutables, de même que les culs bruns entre autres espèces.

Les groupes suivants sont aussi désignés sous l'appellation collective de **microlépidoptères**, car ils se distinguent de ceux mentionnés plus haut par leur petite taille:

- Les **tordeuses vraies** sont des ravageurs importants, par exemple celles des pommes, de la grappe, du chêne, du rosier ou des bourgeons de l'épinette.
- Les **teignes** sont un petit groupe dont les chenilles attirent l'attention car elles apparaissent en masse. On peut citer les chenilles tisseuses sur de nombreux ligneux et sur des plantes herbacées sauvages, les teignes ravageant les poireaux, les oignons, les échalotes, les choux, les mineuses du châtaignier et du thuya.

- Les **sésies** sont un groupe restreint dont les chenilles relativement petites vivent en partie dans les fruits; par exemple, la sésie du framboisier ou celle du groseillier.
- Les **pyrales** sont aussi un groupe restreint. La pyrale du buis fait partie de cette famille. La plus redoutée est la pyrale du maïs. On a développé par manipulation génétique des variétés résistant à ce ravageur.

Lutte contre les chenilles

De nombreuses chenilles menacent la production des fruits et légumes. Certaines (p. ex. la pyrale du buis ou la processionnaire) provoquent des dégâts sur les plantes ligneuses des parcs publics ou défigurent les massifs floraux. La lutte peut ainsi devenir inévitable. Les attaques sont habituellement très vite apparentes (feuilles ou fruits dévorés, déjections).

Diverses mesures peuvent être prises pour prévenir les attaques, par exemple collecter et éliminer les fruits tombés (afin que les larves ne puissent pas se développer), couper bas les tiges des framboisiers présentant des trous de pénétration des sésies, collecter les diverses chenilles (dans les jardins familiaux).

Lutte chimique: Diverses substances actives ont une bonne efficacité contre les chenilles. Certains produits ne sont efficaces que contre une seule espèce.

Auxiliaires: *Trichogramme* (guêpe parasitoïde)

L'utilisation de cet auxiliaire en horticulture et en production fruitière et maraîchère n'est pas toujours recommandée. Par exemple, son efficacité contre le carpocapse des prunes ne dépasse pas 60 % à 80 %.

Produits phytosanitaires biologiques: Azadirachtine (NeemAzal T/S), *Bacillus thuringiensis* (Baktur, Delfin), pyréthrine (Pyrethrum FS, Parexan), spinosad (Audienz), virus contre le carpocapse des pommes (Madex, Carpovirusin)

En cas d'attaque de chenilles, la priorité doit être donnée à l'utilisation de *Bacillus thuringiensis*. Cet insecticide bactérien est appliqué par pulvérisation sur les feuilles attaquées, aussi longtemps que les chenilles sont petites. L'efficacité est réduite en cas de pluies fréquentes durant la période d'application.

L'azadirachtine est efficace contre la teigne minière du marronnier. Utilisé à temps, ce produit empêche la colonisation des feuilles de la base de la couronne des marronniers. Pour les paysagistes chargés de soigner des arbres fruitiers, le virus de la granulose du carpocapse des pommes montre une bonne efficacité contre les chenilles tordeuses.

Procédés biotechniques: Pièges à phéromone, bandes gluantes, filets à mailles serrées

Les pièges à phéromones permettent d'attirer les mâles de divers lépidoptères, mais ne sont toutefois utilisés que pour la surveillance des attaques. La lutte n'est pas possible par ce moyen. Les bandes gluantes fixées à la base des troncs empêchent les chenilles de certains ravageurs (phalènes hiémals) de migrer depuis le sol vers les couronnes des arbres. En production biologique, on tend des filets à mailles fines au-dessus de certaines cultures (p. ex. choux, poireaux ou fenouils) pour empêcher l'approche des papillons et donc les pontes sur les plantes.

Mouches et moustiques (*Dipterae*)

Cet important groupe d'insectes compte plus de 100 000 espèces de mouches et de moustiques de toutes sortes, dont certaines sont particulièrement désagréables comme les moustiques et les taons. De nombreuses espèces s'attaquent aux cultures.

Les adultes se distinguent des guêpes par une caractéristique importante: les mouches n'ont qu'une paire d'ailes fonctionnelles, car leurs ailes postérieures sont fortement réduites. Les adultes ne causent aucun dégât aux plantes, mais certaines espèces transmettent des virus et maladies dangereux.



Larves de sciarides

Fig. 3.22

Les larves aussi sont très différentes de celles des guêpes: elles sont en général apodes (dépourvues de pattes) et sont nommées asticots. La plupart sont des ravageurs redoutables, vivant sur les légumes, les fruits et les plantes ornementales ou parfois les racines. Les **asticots ravageurs** les plus fréquents appartiennent aux espèces suivantes:

- Plantes ornementales: Sciarides, mouches mineuses.
- Plantes maraîchères: Cécidomyie de la carotte, du céleri, du chou, de l'oignon, de l'échalote, du haricot, du raifort, Tipules des prairies.
- Arbres fruitiers: Mouches de la cerise et autres mouches des fruits.
- Agriculture: Mouches des chaumes et oscinies.



Galleries d'une larve de mineuse dans une feuille de rosier
Fig. 3.23



Pièges à mouches de la cerise
Fig. 3.24

Les diptères comptent aussi quelques espèces utiles, comme les cécidomyies et les syrphes utilisées comme auxiliaires contre les pucerons.

Lutte contre les mouches et les moustiques

La lutte doit commencer assez tôt, car ces ravageurs se multiplient rapidement. On utilise des pièges gluants pour détecter les débuts d'invasion et prendre à temps les mesures nécessaires.

Lutte chimique: La lutte contre les adultes ailés est difficile. Comme ils ne causent habituellement aucun dégât, il suffit de traiter les larves dans les cultures.

Les sciarides sont des insectes indigènes qui colonisent systématiquement les cultures. On peut lutter contre les larves dans le sol au moyen de granulés ou de produits à appliquer en arrosage. Le mode d'action des produits est varié, certains empêchent l'éclosion des œufs et d'autres tuent les larves. En cultures fruitières et maraîchères, on applique aussi les insecticides avant l'infestation des plantes par les larves. Le moment du traitement, dépendant du stade de développement des insectes et des conditions météorologiques, doit être déterminé de manière ciblée. Les insecticides empêchent l'éclosion des œufs ou la pénétration des asticots dans les plantes et les fruits.

Les attaques des mouches mineuses dans les cultures ornementales doivent être combattues au moyen d'applications répétées à tous les stades, afin d'empêcher toute nouvelle colonisation. On ne peut espérer le même succès dans les cultures d'extérieur, où l'on doit se contenter de réduire les dégâts à un niveau supportable avec des lâchers d'auxiliaires.

Auxiliaires: *Dacnusa sibirica*, *Diglyphus isaea*, *nématodes Steinernema feltiae*, *Hypoaspis miles*.

Diglyphus et *Dacnusa* sont utilisés contre les mouches mineuses. Plusieurs lâchers sont nécessaires, à intervalles d'une semaine.

Les larves de sciarides peuvent occasionner des pertes, surtout chez les jeunes plantes. Dans les cultures et aux stades sensibles (p. ex. boutures de poinsettias), les attaques peuvent être combattues au moyen d'une application ciblée de nématodes *Steinernema* et d'acariens prédateurs *Hypoaspis*.

Produits phytosanitaires biologiques: *Bacillus thuringiensis israelensis* (Solbac, Sketal), spinosad (Audienz), azadirachtine (NeemAzal T/S).

Les substances actives spinosad et azadirachtine sont partiellement systémiques et atteignent les larves des mineuses. Le spinosad est, de plus, efficace contre les mouches adultes qui l'absorbent par ingestion.

Les préparations à base de *Bacillus* sont appliquées par arrosage, éventuellement combinées avec les nématodes, et sont efficaces contre les sciarides. On peut aussi les utiliser dans l'entretien des jardins, contre les larves de moustiques.

Procédés biotechniques: pièges jaunes

Les pièges jaunes ne servent normalement qu'à la surveillance des invasions. Les plaques de type Rebell Amarillo peuvent aussi être utilisées dans l'entretien des jardins pour la lutte contre la mouche de la cerise; la combinaison avec un produit d'appât suffit généralement à protéger les arbres isolés. Dans la culture des fruits, des baies et légumes, on utilise des filets à mailles fines pour la protection contre les diverses espèces de mouches.

Guêpes (*Hymenoptera*)

Les hyménoptères sont également un vaste groupe d'insectes comptant plus de 100 000 espèces; ses représentants les plus connus sont les guêpes. La taille des adultes de ce groupe très diversifié varie de 1 mm (guêpes des chaumes) à 5 cm (frelons). Il existe quelques milliers de guêpes utiles parasitant divers œufs, larves, chrysalides et adultes. D'autres sont moins utiles, comme celles parasitant les fourmis, ou les tenthrèdes, hoplocampes, cèphes des chaumes et guêpes gallicoles. A la différence des diptères qui leur ressemblent, les hyménoptères adultes ont deux paires d'ailes souvent translucides, les larves ont d'ordinaire trois paires de pattes thoraciques et une à six paires de pattes abdominales. Elles ressemblent aux chenilles des lépidoptères.

Les guêpes parasitoïdes sont aujourd'hui les auxiliaires les plus connus en cultures ornementales. On peut les utiliser facilement en serre contre différents ravageurs, par exemple contre les mouches blanches, contre divers pucerons, ainsi que contre les cochenilles et pucerons lanigères.

On peut aussi classer parmi les insectes utiles au jardin familial les frelons, bourdons, abeilles sauvages, guêpes, frelons, en raison de leur activité de pollinisateurs ou de prédateurs. Les abeilles domestiques sont même doublement utiles à l'homme, par la pollinisation et par la production de miel.

Certaines espèces de guêpes sont connues pour être des ravageurs en cultures de fruits, de baies, de fleurs comme aussi dans les jardins familiaux. Par exemple, les hoplocampes des fruits à pépins et à noyaux, diverses espèces de tenthrèdes sur cerises, prunes, groseilles et groseilles à maquereaux, rosiers, pins sylvestres et de montagne, les guêpes gallicoles, les cèphes des chaumes et de nombreuses autres encore. En général, ces ravageurs n'apparaissent qu'isolément et n'occasionnent pas de gros dégâts. Les larves peuvent cependant détruire en quelques jours tout le feuillage d'une plantation.

Lutte contre les guêpes

Les guêpes sont des ravageurs insignifiants dans les cultures sous abri. Dans les cultures ornementales d'extérieur, on observe parfois des attaques de larves de guêpes tenthrèdes sur des viornes et des rosiers. Certaines espèces occasionnent des déformations typiques sur les feuilles.

Lutte chimique: On peut déterminer à l'avance, au moyen de plaques blanches engluées, s'il est nécessaire d'entreprendre la lutte préventive contre les hoplocampes dans les vergers ou dans les jardins. Si l'on capture un grand nombre d'adultes, on peut entreprendre la lutte pour laquelle on dispose de divers insecticides.

Auxiliaires: Il n'y a pas actuellement d'auxiliaires efficaces contre ce groupe de ravageurs.



Feuilles de rosier enroulées par des tenthrèdes du rosier
Fig. 3.25

Produits phytosanitaires biologiques: pyréthrine (Pyrethrum FS, Parexan), extrait de Quassia (Quassan)

La pyréthrine montre une bonne efficacité en application locale sur les plantes attaquées. Comme il s'agit d'un produit n'agissant que par contact, il est important de bien mouiller les feuilles avec la bouillie. Si les ravageurs sont déjà protégés par une galle, l'efficacité est trop faible.

Appliqué au moment de la floraison, l'extrait de Quassia fait preuve d'une bonne efficacité contre les hoplocampes.



Œufs de l'araignée rouge
Fig. 3.26

Autres ravageurs des cultures

Acariens

La plupart des espèces d'acariens ont une taille de 0,2 à 2 mm et appartiennent à la classe des arachnides. Les stades larvaires ont trois paires de pattes, les adultes quatre. On les connaît comme ravageurs des plantes, mais aussi comme parasites vivant dans le sol ou sur les plantes, auxquelles ils peuvent transmettre de dangereux virus. Les tiques, parasites redoutés des hommes et des animaux, appartiennent également à cette classe.

Les principaux acariens causant des dégâts en horticulture de production et dans les jardins sont:

- les tétranyques tisserands (*Tetranychus urticae*),
- les tarsonèmes (*Tarsonemidae*),
- les acariens ériophides (*Aceria* ou *Eriophyidae*).

Aperçu des acariens pathogènes des plantes

1. Grands acariens (visibles à l'œil nu)

- Tissent des nids.
- Représentent le principal groupe d'acariens ravageurs.

2. Acariens de taille moyenne (visibles à l'œil nu ou à la loupe)

- Translucides, pourvus généralement de longs prolongements à l'arrière du corps, se déplacent lentement.
- Se trouvent dans les oignons et dans les plantes tubéreuses.
- Ne tissent pas de nids mais font de petits trous dans les jeunes feuilles.

3. Acariens de petite taille, plats (faux acariens, visibles à la loupe en grossissement 12x)

- Provoquent la coloration rougeâtre de certaines espèces à fruits (aubergines).
- Provoquent des dégâts analogues à ceux des acariens.

4. Très petits acariens, ovoïdes et jaunâtres (visibles à la loupe en grossissement 20x)

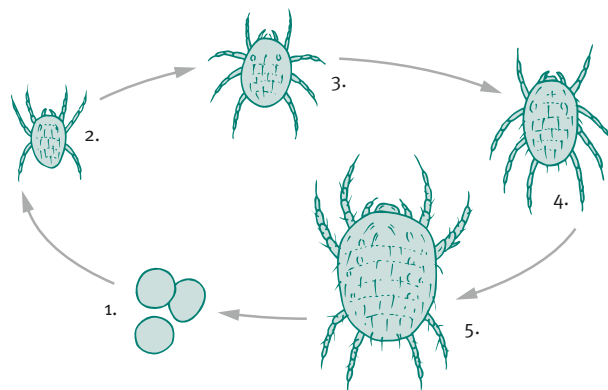
- Bouclier dorsal fortement chitineux, couleur blanchâtre translucide à brunâtre.
- Se trouvent dans les bourgeons et dans les organes végétatifs jeunes.
- Rabougrissement des organes végétatifs et des fruits, avec rougissement.

5. Acariens presque microscopiques (ériophydés, ac. à cloques, à pustules et à galls)

- N'ont que deux paires de pattes à tous les stades.
- Famille extrêmement étendue.
- Sont généralement spécifiques d'un groupe de plantes.
- Les tiges des plantes rougissent, les dégâts aux feuilles sont moins visibles que lors des attaques de tétranyques.

Biologie de l'acarien commun ou acarien jaune (*Tetranychus urticae*)

L'acarien commun ou acarien jaune est l'espèce la plus répandue. Il attaque habituellement les feuilles par la face inférieure en y développant une intense activité de succion. Ses piqûres sont proches les unes des autres, on peut les observer avec une loupe ou une binoculaire: ce sont des taches blanches, jaunes et punctiformes qui peuvent être interrompues par les nervures des feuilles. Ces dernières jaunissent puis brunissent entièrement lors de fortes attaques, où apparaissent de fins tissages plus ou moins étendus, d'abord sur la face inférieure des feuilles puis sur toute la plante. L'activité de succion se déplace alors sur les fleurs et les jeunes fruits. Les acariens, longs de 0,3 à 0,6 mm, sont très mobiles. Leur durée de vie de l'œuf à l'adulte va de 7 à 35 jours selon la température et l'humidité. Plusieurs générations se développent chaque année et une femelle pond jusqu'à 100 œufs. Lorsque les jours raccourcissent et que les températures baissent, les femelles pondent des œufs d'hiver qui vont éclore au printemps (mars-avril), lorsque les températures augmentent. Les larves muent trois fois avant l'âge adulte. La durée de vie d'un adulte est de 2 à 5 semaines.



Cycle de vie de l'acarien commun
Fig. 3.27

1. Œufs
2. Larve
3. Premier stade nymphal
4. Deuxième stade nymphal
5. Adulte

Lutte contre les acariens

On peut lutter contre les acariens avec des mesures indirectes. Il faut alors prendre en considération les aspects suivants:

- améliorer l'environnement climatique: éviter les courants d'air, maintenir l'humidité de l'air et du sol élevée, et des températures aussi basses que possible;
- éviter l'excès d'azote;
- utiliser des produits chimiques ménageant les auxiliaires;
- éviter les produits chimiques qui favorisent l'apparition de résistances.

Lutte chimique: On peut lutter contre cet acarien en utilisant des acaricides adéquats et quelques insecticides. Il est extrêmement important d'asperger entièrement les plantes, surtout la face inférieure des feuilles, car la plupart des acaricides ne sont pas systémiques. Il faut traiter avec suffisamment de pression et beaucoup d'eau. Il n'existe quasiment pas de produit efficace contre tous les stades des acariens. En cas d'attaque, il est donc nécessaire de répéter les applications.

Les acariens peuvent développer des résistances. Pour éviter leur apparition, il faut une bonne technique d'application et une alternance des groupes de substances actives.

Auxiliaires: *Amblyseius andersonii* ou *californicus* (les autres espèces d'*Amblyseius* ont une efficacité partielle), *Phytoseiulus persimilis*, *Feltiella acarizuga*

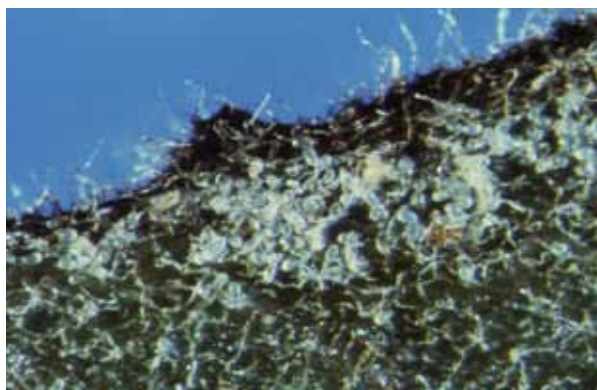
L'utilisation d'auxiliaires se justifie surtout dans la production de légumes et de plantes ornementales, pour des cultures de longue durée (fleurs coupées, hibiscus, lierres, tomates, concombres). Les deux espèces d'*Amblyseius* sont lâchées préventivement et ont une bonne efficacité partielle contre les tarsonèmes. *Amblyseius andersonii* convient aussi à l'utilisation en plein air (arbres en ville). Autres ennemis naturels des acariens: punaises prédatrices, larves de chrysopes, cécidomyies prédatrices, champignons parasites et certaines coccinelles.



Acariens sur feuilles de pêcher
Fig. 3.28



Dégâts d'acariens sur azalées
Fig. 3.29



Œufs de tarsonèmes sur gerbera
Fig. 3.30

Produits phytosanitaires biologiques: Azadirachtine (NeemAzal-T/S), savon potassique (Natural, Siva), huiles de paraffine (Promanal, Paraderil), pyrèthrine (Parexan N, Pyrethrum FS), roténone (Sicide).

Les produits phytosanitaires biologiques dont on dispose agissent surtout par contact, ce qui rend difficile une lutte durablement efficace et nécessite des applications répétées. Ces produits conviennent surtout comme mesures complémentaires aux lâchers d'auxiliaires ou pour le traitement de foyers d'infestation.

Biologie des tarsonèmes (*Tarsonemidae*)

On les appelle parfois acariens des fraises, car on les trouve surtout sur les fraisiers et les plantes ornementales. Pourtant, cette espèce n'est qu'une parmi beaucoup d'autres. Sa taille est

inférieure à 0,2 mm, les individus ne sont donc pas visibles à l'œil nu. L'activité de succion des tarsonèmes se limite aux jeunes pousses, aux fleurs et aux fruits. Ils introduisent leur rostre dans les cellules et sécrètent une salive toxique. A l'endroit des piqûres, les tissus durcissent et se dessèchent de manière caractéristique.

Les attaques sont limitées à la période chaude de l'année (avril à septembre), sauf en serre où elles peuvent survenir toute l'année, elles sont favorisées par une humidité élevée de l'air. Dans des conditions propices, la durée du développement de l'œuf à l'adulte est de deux semaines.

Flash auxiliaires



Phytoseiulus persimilis

Caractéristiques

- Acarien prédateur orange brillant, en forme de poire.
- Quatre paires de pattes; les antérieures sont longues.
- Se déplace plus rapidement que les acariens phytophages.

Conseils d'utilisation

- Lâchers toute l'année en cultures sous serre.
- Utiliser des souches spéciales d'auxiliaires en conditions sèches.

Contrôle d'efficacité

- 2 à 3 semaines après le lâcher, il doit rester au moins 1 acarien prédateur pour 10 acariens ravageurs.
- Il ne doit pas y avoir d'extension des foyers.

Lutte contre les tarsonèmes

Il est recommandé d'adapter la prévention aux conditions climatiques, en observant les températures et l'humidité de l'air. Ce qui implique par exemple de maintenir sèches les parties aériennes des plantes et d'adapter l'humidité de l'air au moyen d'un dispositif adéquat d'aération ou de ventilation.

Lutte chimique: Les tarsonèmes vivant cachés, la lutte chimique au moyen d'acaricides spécifiques nécessite de grandes quantités de bouillie, afin que les substances actives parviennent à toutes les parties des plantes (même lorsque les feuilles sont velues p. ex.).

Auxiliaires et protection biologique des plantes: Les auxiliaires et les produits sont les mêmes que pour la lutte contre les acariens communs.

Biologie des ériophyides (*Aceria*)

Les *Aceria* sont une vaste sous-famille d'acariens, comptant plusieurs centaines d'espèces que l'on classe sommairement en trois groupes:

- les acariens à cloques (peu connus),
- les acariens à pustules (tisserands),
- les acariens à galles.

De nombreuses espèces se caractérisent par la formation, sur les plantes et surtout sur les feuilles, de galles destinées à leur protection.

Les **acariens à galles** attaquent une grande diversité de plantes, par exemple des vivaces, des arbustes d'ornement et plusieurs espèces d'arbres. Les arbres fruitiers et les plantes à baies sont attaqués par moins d'espèces, dont les galles aux formes bizarres provoquent des symptômes très variables.

Les **acariens à pustules** (*Eriophyidae*) sont connus sur la vigne et les poiriers. Leur développement commence avec la ponte au début de l'automne, par la deuxième génération d'été en général, sur les bourgeons hivernants. Dès le débourrement au printemps, les jeunes acariens commencent leur activité de succion sur les nouvelles feuilles. On voit apparaître assez rapidement des galles aux renflements irréguliers caractéristiques, sur la face supérieure des feuilles. Sur la face inférieure des feuilles se développe un dépôt feutré, blanc brunâtre, ressemblant à un champignon. Les acariens vivent à l'abri de ce feutrage.

Fig. 3.31

Lutte contre les ériophyides

Elle se limite à la lutte contre les œufs hivernants et au débourrement. Les traitements appliqués après une attaque printanière ou en été sont inefficaces en raison de la présence du feutrage protecteur. Différentes substances actives conviennent à la lutte d'hiver ou de débourrement, par exemple les huiles d'hiver, de colza ou de paraffine, mais aussi le soufre mouillable. En règle générale, on applique une concentration plus élevée sur les branches qui n'ont pas encore débourré.

Les acariens à galles vivent souvent sur des arbres et arbustes d'ornement et sont de ce fait peu combattus. Si la lutte est néanmoins nécessaire, on peut appliquer les produits recommandés contre les acariens tisserands, aux mêmes périodes.

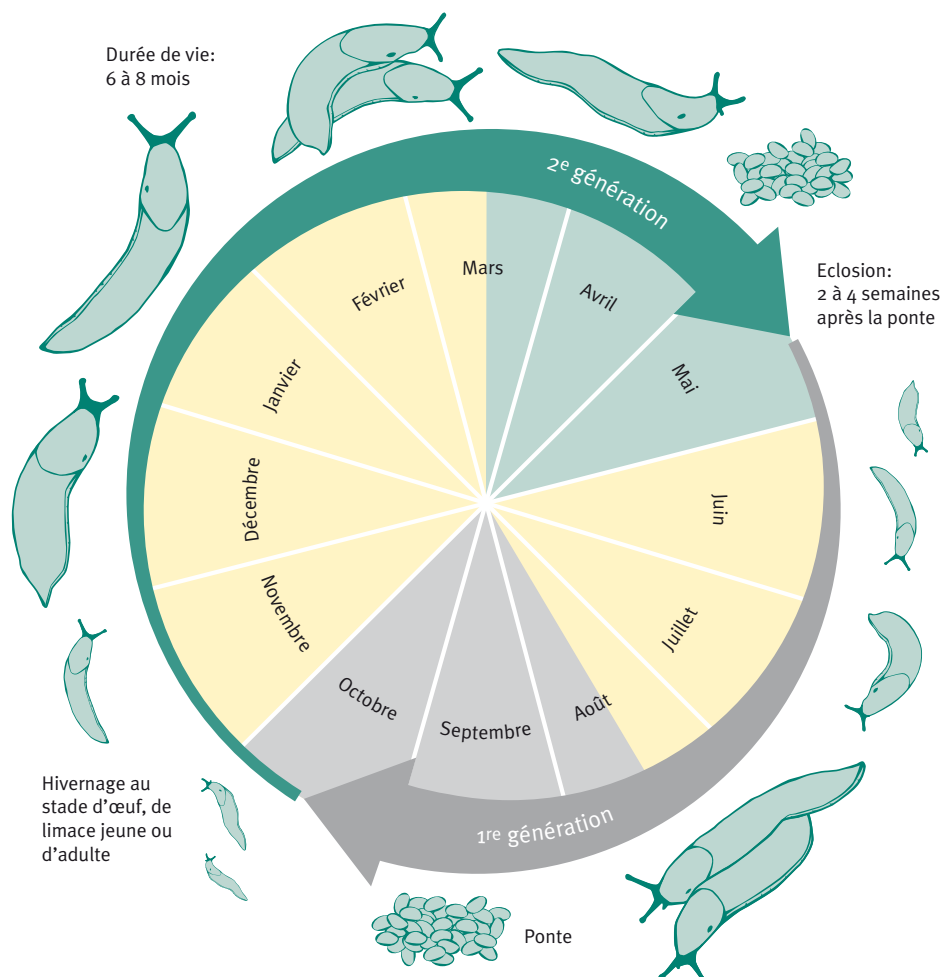
Auxiliaires: La plupart des espèces d'Amblyseius sont partiellement efficaces contre les acariens à galles, mais si les conditions sont idéales pour le développement de ces derniers, les Amblyseius ne suffisent pas.

Gastéropodes (limaces agrestes et des chemins, coïtrons, escargots)

Les dégâts causés par les gastéropodes ont fortement augmenté au cours de ces 20 dernières années, surtout dans la production horticole et les jardins familiaux. En agriculture, ce sont surtout les bords des champs, au voisinage des prairies, qui sont touchés. L'importation de tourbe et de terreaux apporte aussi des œufs de limaces dans les entreprises horticoles.

Cycle de vie simplifié

Fig. 3.32



Attention:

Les limaces ont la faculté d'adapter leur cycle de développement aux conditions microclimatiques. Dans une serre de verre ou de plastique, le cycle de développement peut ainsi être très différent de ce qu'il est à l'extérieur. Il n'est pas rare non plus que plusieurs générations soient présentes simultanément en plein champ.

Les principales limaces agrestes

Limace agreste réticulée (*Deroceras reticulatum* = *Agriolimax reticulatus* et *Deroceras agreste* = *Agriolimax agrestis*): Ces espèces sont les plus fréquentes et sont responsables de la plupart des dégâts occasionnés aux cultures des jardins. Elles se déplacent relativement vite. L'orifice respiratoire des limaces se trouve derrière le milieu du bouclier dorsal. Les adultes sont longs de 4 à 5 cm et de couleur beige clair à brun. Ils sont souvent ornés d'un dessin réticulé sombre. Les individus jeunes sont de couleur blanchâtre à beige. Les limaces agrestes vivent principalement à la surface du sol et se nourrissent des parties vertes des plantes, mais aussi de déchets végétaux, de moisissures, etc. Elles s'enfouissent avant l'assèchement matinal du sol et des plantes.

Limaces des chemins (*Arion hortensis* et *Arion distinctus*): Leur orifice respiratoire se trouve dans la partie antérieure du bouclier dorsal. Les adultes sont de couleur noirâtre et leur longueur atteint 3 cm; les jeunes sont gris-bleu avec un pied jaune-orange. Ces espèces vivent essentiellement sous la surface du sol. Elles en sortent à plusieurs reprises durant la nuit et se nourrissent brièvement des plantes. Elles sont souvent responsables de la disparition complète de parterres de fleurs, les jeunes plantes étant entièrement dévorées avant ou pendant la levée. Les oignons et tubercules sont souvent rongés aussi.

Cycle de vie des limaces agrestes et des limaces des chemins

Ces espèces hibernent sous la forme d'œufs, souvent aussi comme jeunes limaces, moins comme adultes ou à des stades intermédiaires. Il peut y avoir une à deux générations par an. L'éclosion commence habituellement de février à avril et dure jusqu'en mai. Les adultes de la nouvelle génération sont présents dès la mi-juillet, pour atteindre la prolifération maximale en septembre et octobre. La ponte a lieu principalement d'août à septembre. Il peut y avoir deux générations si le sol et la végétation sont suffisamment humides. La ponte a alors lieu dès le mois de juin. Les limaces de la génération fondatrice meurent assez rapidement après la ponte. La probabilité de dégâts au printemps (de mars à mi-avril) est relativement grande, car il y a déjà des petites limaces, dites nues, dans les carreaux de semis. Les adultes hivernants ne causent que rarement des dégâts à l'extérieur. C'est surtout de mai à juin et de mi-août à fin octobre que les dégâts sont les plus importants, lorsque les limaces sont grosses et nombreuses.

Lutte contre les gastéropodes (limaces et escargots)

Les gastéropodes représentent une menace non négligeable dans les cultures d'extérieur des établissements de production, ainsi que dans les cultures en pots (importation avec les terreaux). Dans l'entretien des parcs et jardins, il faut surtout protéger les nouvelles plantations et les massifs. Les terreaux stérilisés et une bonne hygiène évitent l'apport d'œufs de gastéropodes. D'autre part, un terrain bien préparé favorise le développement de la culture et réduit la mobilité des gastéropodes.

Dans les cultures de plein air et dans les jardins familiaux, il est important d'adopter une stratégie annuelle de lutte. Lorsque les gastéropodes adultes sont prêts à pondre en automne ou au début de l'été, la réduction des effectifs des futures générations est très difficile. On peut surveiller les attaques de façon simple en ménageant sur le sol, au moyen de planches, tuiles ou autres matériaux, un endroit où les limaces et escargots se mettront à l'abri du soleil et de la sécheresse. On pourra alors évaluer l'importance des populations et des pontes pour prendre les mesures nécessaires.

Lutte chimique: L'épandage de granulés de métaldéhyde est en général efficace s'il est entrepris à temps. Il y a pourtant de grandes différences d'efficacité entre les produits. On a souvent soupçonné des effets négatifs sur d'autres organismes vivants, sans en avoir jamais eu la preuve. Les granulés anti-limaces contiennent des substances répulsives qui empêchent les autres animaux de les ingérer et les hérissons en bonne santé ne mangent pas les limaces empoisonnées. Les granulés contenant les substances actives bensultap et méthiocarbe ont une efficacité aussi bonne que celle des meilleurs granulés de métaldéhyde, mais ils risquent d'empoisonner les vers de terre et les carabes.

Les produits utilisés en pulvérisation sont efficaces contre les gastéropodes s'attaquant aux plantes traitées ou contre ceux qui se déplacent sur les dépôts de bouillie. Leur durée d'efficacité est réduite en cas de pluie (ou d'arrosage).

Auxiliaires: Nématodes *Phasmarhabditis*

Ces nématodes ne sont efficaces que contre les petites limaces agrestes. Les espèces envahissantes comme la limace des chemins ou limace espagnole sont insuffisamment touchées. Ces auxiliaires ne conviennent en conséquence que dans le milieu de la production et non dans les parcs et jardins.

Produits phytosanitaires biologiques: Granulés antilimaces à base de phosphate de fer

Ces granulés anti-limaces ressemblent en apparence et par leur mode d'action aux granulés à base de métaldéhyde. Leur propriété de dégradation en éléments simples, fer et phosphate, fait qu'ils sont autorisés dans les établissements de production biologique, mais cette tolérance ne doit pas faire oublier qu'il faut les utiliser avec discernement et modération.

Procédés biotechniques: Barrières à limaces

On peut entourer des jardins ou des plantes de barrières spéciales qui empêchent l'entrée des limaces. Il importe aussi de veiller à ne pas apporter de limaces à l'intérieur de l'enclos avec du compost ou du terreau. Les méthodes physiques et mécaniques (p. ex. collecter et ébouillanter) ne conviennent qu'au jardin familial comme stratégie de lutte. En horticulture de production, on procède au travail du sol (hersage, fraissage, bêchage) ou à la stérilisation superficielle. En cultures d'extérieur, on peut réduire les populations de limaces avec des paillages.

Nématodes

Ces vers, appelés également anguillules, comptent plus de 25 000 espèces décrites qui occupent les habitats les plus divers. De nombreuses espèces parasitent des plantes ou des animaux et jouent un rôle important comme ravageurs ou vecteurs d'épidémies. On utilise des nématodes parasites d'insectes dans la lutte biologique contre les ravageurs. Les nématodes sont importants dans le cycle des éléments en tant que décomposeurs de matières dans le sol.

Les nématodes mesurent de 0,5 à 1 mm de long et quelques centièmes de millimètre d'épaisseur. Leur corps est cylindrique. Ils se déplacent facilement en milieu aqueux. Les espèces parasitant les plantes se distinguent par un stylet buccal. Ils pénètrent par des blessures ou par les stomates dans les tissus des plantes et percent les parois cellulaires au moyen de leur stylet. En suçant le suc cellulaire, ils injectent des toxines dans les tissus. Les nématodes des racines qui vivent librement dans le sol piquent directement de l'extérieur les cellules des poils radiculaires. Les toxines injectées dans la sève provoquent des excroissances, des troubles de croissance et des nécroses. Les trois principaux nématodes parasites des plantes sont:

- les nématodes des feuilles,
- les nématodes des tiges,
- les nématodes des racines.

Biologie des nématodes

Comme les nématodes ont besoin d'eau pour se déplacer, les plantes doivent être humides pour que les nématodes des feuilles ou des tiges puissent parvenir aux stomates ou aux blessures et y pénétrer. Leur multiplication se fait par ponte dans les tissus végétaux. Durant la saison froide, les nématodes retournent dans le sol où ils hibernent (stade de repos). Les nématodes des racines nagent dans la solution du sol, pénètrent dans les racines et s'y multiplient. Ils peuvent quitter les racines pour se mettre à la recherche de nouveaux hôtes. Comme les racines qui subissent des dégâts sont surtout les plus fines, la plante attaquée montre un système racinaire aux éléments courts et épaissis. Les blessures faites par les nématodes sont une porte ouverte aux bactéries et aux champignons.



Des nématodes des tiges provoquent le rabougrissement de l'hortensia.

Fig. 3.33

Lutte contre les nématodes

Pour détecter les nématodes, il suffit de découper les feuilles attaquées et de les mettre dans un verre d'eau. Peu après, on peut observer les nématodes nageant à la surface de l'eau.

On peut éviter l'infestation des feuilles ou des tiges en maintenant sèches les parties aériennes des plantes. Les nématodes ne peuvent ainsi pas parvenir aux plantes. En cas d'infestation, il faut éliminer les plantes présentant des symptômes d'attaque.

On peut empêcher l'envahissement des racines avec une rotation des cultures bien planifiée.

L'utilisation de tagètes comme engrais vert ou comme élément de rotation permet d'éloigner ou même de tuer les nématodes présents dans le sol.

Lutte chimique: Les substrats et les sols des serres peuvent être stérilisés au moyen de produits chimiques, à la suite de quoi les délais d'attente (dépendant de la température) doivent être strictement respectés. Il est important que la désinfection se fasse selon le mode d'emploi indiqué. Plusieurs substances actives sont dangereuses pour la santé et l'environnement et sont soumises à des restrictions pour protéger les eaux.

Produits phytosanitaires biologiques: Biofumigation

La biofumigation est un procédé récemment développé, qui doit encore faire ses preuves dans la pratique.

Procédés biotechniques: Les substrats et les sols peuvent être stérilisés à la vapeur. La totalité de la flore et de la faune du sol est alors détruite.

Petits rongeurs: campagnols et taupes

Les taupes et les campagnols sont de plus en plus envahissants depuis quelques années. Les taupes en particulier causent d'importants dégâts dans les prairies, les jardins d'ornement ainsi que dans les cultures fruitières et maraîchères. Elles sont souvent apportées par des chats qui les attrapent puis les relâchent dans les jardins. La présence de campagnols a par contre diminué ces dernières années. Les taupes ne causent de dégâts qu'indirectement: salissure du fourrage et présence incommode des taupinières. Elles creusent aussi des galeries qu'utilisent les campagnols.

En agriculture, la lutte contre les petits rongeurs est coûteuse. Les terres qui en sont débarrassées sont rapidement recolonisées à partir des surfaces voisines. Il est donc nécessaire d'adopter une approche coopérative de lutte.

La musaraigne (*Crocidura leucodon*)

La famille des musaraignes (*Soricidae*) compte de très nombreuses espèces. Les musaraignes ne sont pas des rongeurs mais des insectivores. A part la musaraigne des champs, il existe aussi des musaraignes des forêts, des jardins et des maisons. Elles se nourrissent de toutes sortes d'insectes et de larves et sont pour cette raison considérées comme utiles. On ne doit les combattre que si elles causent des dommages.

L'utilisation d'appâts empoisonnés est fortement restreinte par la loi. Il convient de renoncer à leur utilisation dans les parcs et jardins, où les animaux domestiques et sauvages risquent de s'intoxiquer.

Le recours aux préparations dégageant des gaz génère de fortes nuisances olfactives. Leur stockage et leur emploi sont très problématiques et dangereux. Ils ne conviennent pas à une utilisation horticole.




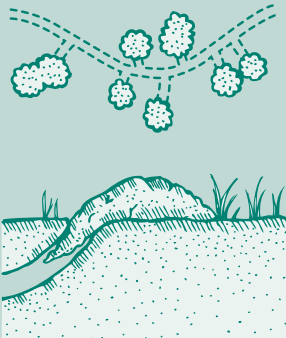
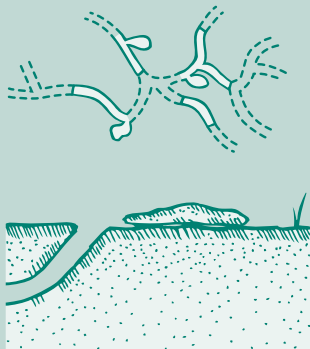
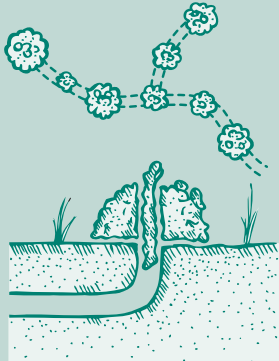
Différences entre les campagnols et les taupes			
	Campagnol terrestre <i>Arvicola terrestris</i> Campagnol terrestre	Campagnol des champs <i>Microtus arvalis</i> , Campagnol des champs	Taupe <i>Talpa europaea</i> Taupe
Morphologie			
	12 – 16 cm de long, brun Ventre blanc/gris	9 – 11 cm de long, gris/brun	12 – 15 cm de long, noire/grise
Habitat			
	Monticules moyens et petits, aplatis, galerie de sortie latérale, au bord du tas. Galleries en ovale oblong.	Galleries nombreuses, partiellement sur le sol, partiellement souterraines, monticules absents ou très petits. Galleries cylindriques.	Monticules grands et arrondis, avec un trou médian sous le tas. Galleries en ovale plat.
Nourriture	Surtout des racines (herbes diverses, trèfle, arbres, arbustes), oignons comestibles et de plantes d'ornement, carottes, poireaux et salades d'hiver.	Graines, feuilles, racines, procède volontiers à l'écorçage circulaire des arbres fruitiers.	Vers, larves d'insectes comme les vers fils de fer, vers blancs, escargots et limaces.
Reproduction	3 à 5 portées de 4 à 6 petits: 1 campagnol au printemps → 10 à 20 à l'automne Multiplication massive: jusqu'à 1000 individus/ha.	3 à 10 portées de 4 à 13 petits: 1 campagnol au printemps → 20 à 40 à l'automne Multiplication massive: jusqu'à 4000 individus/ha.	1 à 2 portées de 2 à 7 petits: 1 taupe au printemps → 5 à 10 à l'automne Pas de multiplication massive.
Dégâts	Dégradation des prés et des gazons, dégâts dans les vergers, les jardins de légumes et les aménagements paysagers. Importantes pertes de rendement.	Dégradation des prés, couchage des céréales. dégâts dans les vergers, les jardins de légumes et les aménagements paysagers. Pertes modérées de rendement	Salissement des fourrages, usure accélérée des machines, facilitation des invasions de campagnols. Dégâts localisés.
Ennemis naturels	Chouettes, renards, chats domestiques, oiseaux de proie, hérons cendrés, belettes et hermines.		Belettes
Lutte mécanique	Piégeage, surtout dans les vergers, les parcs et jardins, au moyen des pièges Ringli bien connus ou des nouveaux pièges Topcat.		La lutte n'est pas recommandée, car l'espèce est utile et plutôt menacée
Lutte chimique	Gazage au moyen d'appareils spéciaux, ou granulés.		Inadéquat, car l'espèce est utile.

Fig. 3.34

Pathogènes fongiques

La systématique classe souvent les champignons dans le règne végétal. Il leur manque pourtant la chlorophylle qui confère aux plantes le pouvoir de la photosynthèse. Pour cette raison, les champignons doivent prélever sur des organismes vivants ou morts les substances organiques, riches en énergie, dont ils ont besoin pour alimenter leur développement et leurs fonctions. Leur survie peut ainsi être assurée par la symbiose (*association avec un autre organisme*) ou par le parasitisme (*vie au détriment d'un autre organisme*). De nombreux champignons vivent aussi de manière *saprophyte* (tirent les substances nécessaires des matières organiques en décomposition). Les champignons importants pour l'horticulteur appartiennent essentiellement à quatre groupes:

- les champignons des bois, comestibles ou vénéneux (qui sont souvent d'importants symbiotes),
- les champignons utiles du sol (importants pour la formation d'humus),
- les champignons pathogènes des plantes horticoles,
- les champignons parasites d'insectes et de nématodes (régulateurs naturels des ravageurs).

Constitution et reproduction des champignons

Les champignons ont une constitution très simple. Leurs organes végétatifs sont faits de filaments mono- ou pluricellulaires, les *hyphes*. L'ensemble des hyphes, à l'exception des fructifications, est appelé *mycélium*.

Les hyphes colonisent le substrat nutritif ou les tissus des plantes hôtes pour en tirer les substances nécessaires à leur croissance et à leur développement. De nombreux champignons sécrètent parallèlement des substances qui détruisent les cellules des plantes hôtes. Il en résulte la mort des tissus attaqués, qui se reconnaissent à l'œil nu. Les symptômes des maladies fongiques sont très variables selon l'espèce de champignon et la plante hôte. Les parties de plantes fortement attaquées peuvent montrer des couleurs très affaiblies ou modifiées, ou des nécroses.

Au lieu des graines qui permettent aux végétaux de se reproduire, les champignons forment des spores. Ces cellules reproductives sont dispersées par le vent, l'eau, les hommes ou les animaux. On désigne les spores différemment selon la manière dont elles sont formées, leur fonction et l'espèce de champignon: par exemple, les *conidies* (spores d'été) se forment par détachement des hyphes ou des sporanges et servent à la reproduction asexuée. De nombreuses espèces de champignons peuvent former des *spores de survie* ou chlamydospores, qui leur permettent de survivre dans un environnement non propice (sécheresse ou froid).

Symptômes de maladies causées par des champignons

- **Chloroses:** Plages décolorées sur les tissus attaqués mais encore vivants.
- **Nécroses:** Tissus végétaux morts, taches de grandeurs variables.
- **Fructification:** Excroissances apparaissant aux déchirures de la cuticule, formations verruqueuses dont les spores sortent en poudre.

Formes de dispersion des champignons pathogènes

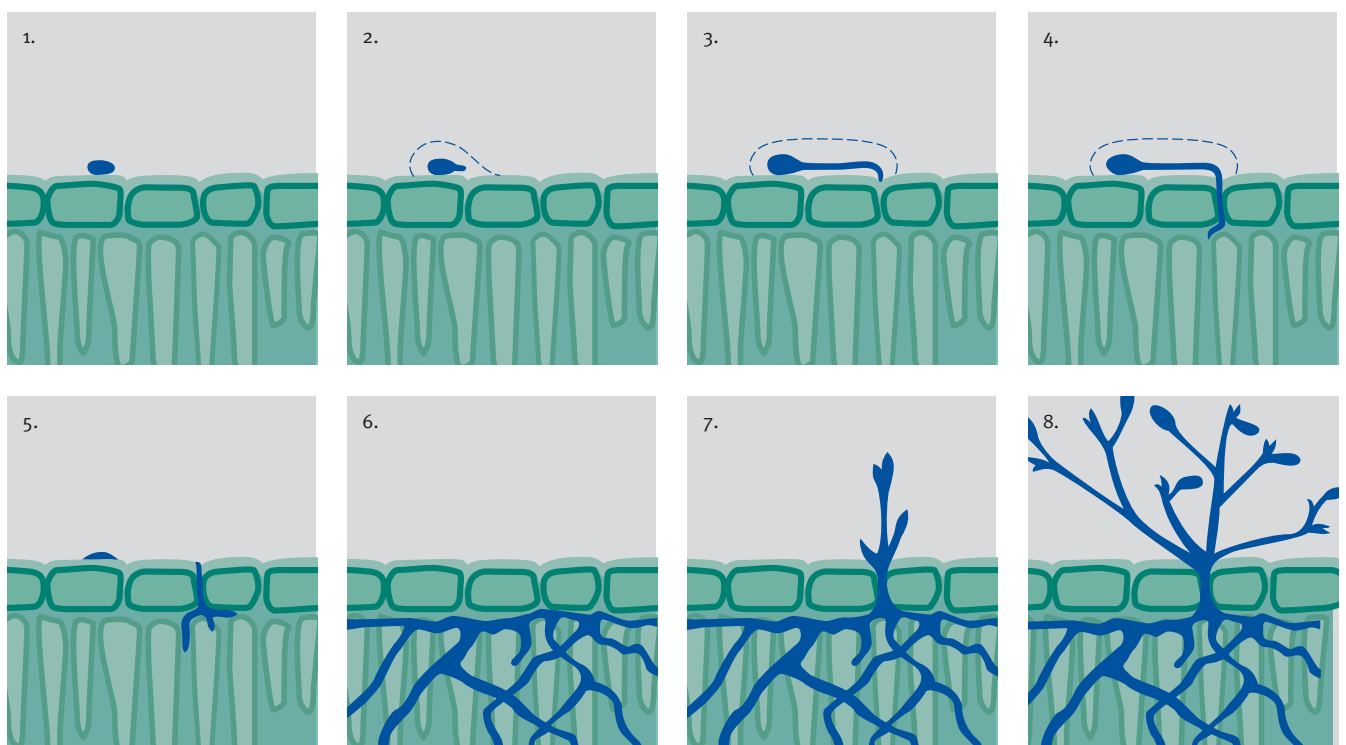
Les *parasites tissulaires* pénètrent de l'*extérieur* dans certaines parties des plantes. Parfois, ce ne sont que des organes suceurs (*haustoria*) qui pénètrent dans les cellules, pour fournir au champignon sa nourriture. Les parasites tissulaires peuvent être traités par aspersion d'une solution externe.

Exemples: Oïdium, mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*), monilioses (*Monilia frutigena*, *M. laxa*).

Les **parasites vasculaires** pénètrent dans la plante. Leurs hyphes parviennent généralement par les racines dans les vaisseaux conducteurs qu'elles obstruent. Le flux de sève est alors interrompu, ce qui aboutit souvent à la mort de toute la plante. Les infections de parasites vasculaires ne peuvent en général pas être combattues de l'extérieur au moyen de produits phytosanitaires, ou alors de manière incomplète. Les mesures préventives sont d'autant plus importantes: alimentation bien équilibrée des plantes, utilisation de variétés résistantes, prévention des blessures à la plantation.

Exemples: Flétrissement de l'aster (*Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*), pied noir (*Pythium debaryanum*), pourriture de l'oignon (*Fusarium oxysporum*).

Développement d'une maladie fongique



Attaque d'une plante hôte par un champignon pathogène

Fig. 3.35

1. **Infection ou contamination**
La spore se fixe à la surface de l'organe d'une plante (racine, tubercule, tige, feuille, fruit).
2. **Germination de la spore**
S'il y a des gouttelettes d'eau et si la température est suffisante, ou s'il y a une baisse de température qui amène la formation de rosée, la spore peut germer et développer un filament.
- 3./4. **Infection**
Si la spore a germé sur une plante hôte sensible, le filament développe à son extrémité un organe de fixation. Il traverse ensuite l'épiderme de l'organe sur lequel il se trouve ou y pénètre par des stomates ou des blessures.
- 5./6. **Incubation**
Le filament s'allonge et se ramifie pour donner un hyphes qui forme le mycélium. Les premiers symptômes de la maladie deviennent alors visibles.
La période entre l'infection et l'apparition des symptômes de la maladie est appelée incubation. Selon l'espèce de champignon et de plante et selon les conditions extérieures, cette période peut durer quelques jours, quelques semaines ou même plusieurs mois.
- 7./8. **Sporulation (fructification)**
Des sporanges se forment à l'extérieur des tissus de la plante. Ils vont libérer des spores d'été (conidies) servant à la dissémination du champignon.



Oïdium

Fig. 3.36

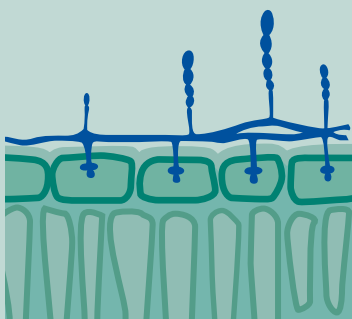
Mildiou et oïdium

Les deux maladies n'ont rien de commun, ni les symptômes ni les moyens que l'on peut utiliser pour les combattre. Il est pourtant très important que l'horticulteur les distingue. Le principal caractère distinctif est le suivant:

Oïdium

Ne pénètre pas dans la plante.
Peut donc être détaché de la feuille par frottement.

L'oïdium n'est fixé
que sur les
cellules
superficielles.



Mildiou

Pénètre dans la plante.
Ne peut donc pas être détaché par frottement.

Le champignon a
pénétré à l'intérieur
des tissus.

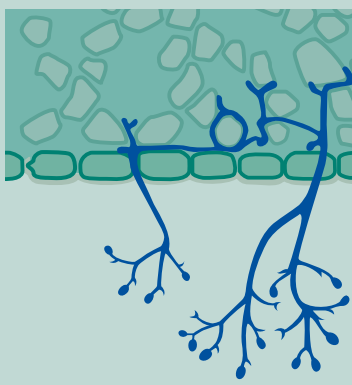


Fig. 3.37

Oïdium

La plante colonisée par l'oïdium semble avoir été saupoudrée de farine. Contrairement au mycélium du mildiou (voir p. 59), celui de l'oïdium peut être détaché de la feuille par frottement, car il reste à la surface des cellules. Ce champignon a été importé au début du 18^e siècle d'Amérique en Angleterre, où il a été décrit pour la première fois par un horticulteur.

Biologie de l'oïdium

Ce champignon peut se trouver sur tous les organes aériens des plantes, par exemple sur les faces inférieure ou supérieure des feuilles, sur les inflorescences, les bourgeons, les fruits, les tiges, les épines ou encore les vrilles. Le dépôt farineux blanc couvre toute la surface des organes touchés. Le mycélium se trouve à l'extérieur des tissus végétaux, le champignon se nourrissant au moyen des haustoria (organes suceurs) qui pénètrent dans les cellules superficielles de la plante. La perte du contenu cellulaire ainsi occasionnée dessèche les cellules et les symptômes apparaissent sous forme de taches jaunes à brunes, irrégulières, par exemple sur les feuilles. Le développement de l'oïdium est favorisé par un climat chaud, sec et venteux. L'infection peut se faire en l'absence d'eau.

Lutte contre l'oïdium

La prévention passe par une optimisation des conditions climatiques pour les plantes. Il faut éviter la sécheresse, les températures élevées et les courants d'air. Le choix variétal aussi est important, par exemple chez les roses, les kalanchoes, les bégonias, les delphiniums, les phlox, etc. Il faut également veiller à ne pas introduire dans les cultures, des plantes ou parties de plantes déjà contaminées.

Lutte chimique: Autrefois, on ne connaissait que le soufre pour combattre l'oïdium. On dispose aujourd'hui d'un grand nombre de substances actives, dont certaines ne doivent pas être appliquées plus d'une à deux fois sur les mêmes plantes afin d'éviter l'apparition de résistance. Ce phénomène doit inciter l'horticulteur à respecter scrupuleusement les indications fournies par le fabricant du produit phytosanitaire.

Produits phytosanitaires biologiques: Huile de fenouil, bicarbonate de potassium (Armicarb), soufre

On trouve l'huile de fenouil qui joue un rôle nommé éliciteur. Ce produit renforce les mécanismes de défense de la plante et empêche la pénétration du champignon dans les tissus. Les éliciteurs doivent être utilisés préventivement en traitements espacés de 7 à 10 jours.

Les deux autres substances actives ont surtout une action curative. Elles tuent le champignon à la surface de la plante. Les traitements doivent être appliqués au plus tard au début de l'infestation.

Rouilles

On connaît plusieurs milliers d'espèces de rouilles (Uredinales), qui se multiplient au moyen de spores, par exemple des téléospores et des basidiospores. De nombreuses espèces forment aussi des fructifications produisant des urédospores: les pycnides et les écidies. En horticulture de production et dans les jardins familiaux, les rouilles sont très répandues et redoutées.

On distingue deux principaux types de rouille selon leur développement sur les plantes hôtes:

- rouilles vivant sur un hôte unique: tout le développement du champignon se fait sur la même plante hôte;
- rouilles nécessitant un hôte intermédiaire: ces rouilles colonisent deux espèces végétales différentes au cours de leur développement.

Biologie des rouilles vivant sur un hôte unique

Des renflements apparaissent sous la cuticule des feuilles et parfois sur les tiges des plantes attaquées. Il s'y développe divers types de fructifications lors de la formation des spores. Des milliers de spores sont libérées lors de l'éclatement de ces fructifications. Les feuilles et les fructifications flétrissent en général puis brunissent et peuvent tomber. Le développement des rouilles est favorisé par un climat chaud, humide et venteux. Exemples de rouilles vivant sur un hôte unique:

- rouille du pélargonium,
- rouille du rosier,
- rouille du saule,
- rouille blanche du chrysanthème,
- nombreuses autres espèces.

Lutte contre les rouilles vivant sur un hôte unique

La prévention nécessite une bonne gestion de l'environnement des plantes. Il faut éviter l'eau sur le feuillage, les températures élevées et les courants d'air. Il est également important de choisir des variétés peu sensibles ou résistantes, par exemple les rosiers, les chrysanthèmes, les pélargoniums, les œillets, etc. Chez les vivaces, les attaques printanières peuvent être réduites en rabattant les plantes.

Il faut également observer les mesures d'hygiène (achat de jeunes plantes non contaminées et multiplication avec précaution).

Lutte chimique: Les fongicides spécifiques de la rouille, utilisés à bon escient, protègent efficacement contre les infections. Si l'attaque est déjà bien avancée, les rouilles s'avèrent très difficiles à combattre et doivent être éliminées par des traitements répétés. Les tissus atteints ne se régénèrent habituellement pas.

Lutte biologique: La lutte directe au moyen de fongicides biologiques est difficile. Les interventions préventives avec de l'huile de fenouil ont une efficacité partielle, mais doivent être effectuées avant toute infestation. Il est surtout important de favoriser un séchage rapide du feuillage mouillé et de modérer la fertilisation.



Rouille sur une feuille de rosier

Fig. 3.38



Rouille sur une feuille de chrysanthème

Fig. 3.39



Le genévrier attaqué par la rouille grillagée montre des pustules orange de mi-avril à mai.

Fig. 3.40

Biologie des rouilles nécessitant un hôte intermédiaire

Ces champignons ont besoin de deux espèces végétales différentes pour accomplir leur cycle de vie. On parle d'hôte d'été et d'hôte d'hiver. L'attaque d'été est bien visible, car elle provoque en général d'importants dégâts.

Le développement de ces espèces de rouille est très bien illustré par l'exemple de la rouille grillagée (*Gymnosporangium sabinae*). Ce champignon vit sur le genévrier et sur le poirier. Le mycélium colonise de façon permanente les rameaux du genévrier, comme on peut le voir aux zones renflées. Des pustules jaune orangé, longues de 1 à 2 cm, s'y développent au printemps (dès mi-avril). Lorsque l'atmosphère est humide, elles donnent naissance à des formations visqueuses allongées, les téléutospores, qui sont dispersées par le vent mais ne sont pas aptes à infecter les genévriers. Si elles entrent en contact avec des feuilles de poirier, elles développent un autre type de spores, les basidiospores. L'infection produit alors en juin des taches de couleur orange sur les feuilles de poirier, où se développent durant l'été des pustules verruqueuses sur la face inférieure. Ces pustules libèrent à l'automne (septembre-octobre) une poussière rougeâtre de spores (écidiospores), qui sont aptes à réinfecter les genévriers et boucler ainsi le cycle de vie. Les conditions climatiques jouent un grand rôle dans le développement du champignon sur ses différents hôtes. La force et la direction du vent, les précipitations et la distance entre les deux plantes hôtes sont décisives pour l'infestation.

Exemples de rouilles nécessitant un hôte intermédiaire:

- rouille grillagée du poirier sur genévrier,
- rouille de l'écorce du pin sur pivoine,
- rouille vésiculeuse du pin blanc sur groseillier,
- rouille noire des céréales sur épine-vinette,
- rouille du prunier, de l'abricotier et du pêcher sur anémone.

Lutte contre les rouilles nécessitant un hôte intermédiaire

La prévention passe par les mêmes précautions que pour les rouilles mentionnées plus haut. Certaines rouilles peuvent être éradiquées en supprimant leur hôte intermédiaire.

Lutte chimique: Il n'y a dans la plupart des cas pas de lutte chimique possible chez l'hôte d'hiver, mais il y a de bonnes opportunités de lutter chez l'hôte principal. On peut par exemple traiter préventivement les poiriers. L'application doit être répétée.

Lutte biologique: Il n'existe actuellement aucune méthode biologique praticable hors le traitement au cuivre.



Botrytis
Fig. 3.41

Pourriture grise (*Botrytis cinerea*)

Le nom commun de ce champignon est sa description parfaite. La pourriture grise attaque de très nombreuses plantes et elle est omniprésente. Parasite opportuniste, ce champignon peut causer des dégâts légers mais aussi détruire totalement les plantes.

Biologie du *botrytis*

Le *botrytis* attaque de nombreuses plantes cultivées, particulièrement des légumes, des arbustes à baies, des arbres fruitiers et les vignes, mais aussi des arbustes et vivaces d'ornement ainsi que des plantes de serre. Le champignon se propage rapidement sur les plantes affaiblies par un environnement défavorable. Divers facteurs favorisent sa propagation:

- un manque de ventilation,
- une forte densité de plantation,
- une forte humidité de l'air (baisse de température avec formation de rosée),
- un sol froid et humide,
- une carence de potassium ou de calcium,
- un excès d'azote,
- la présence de sucre provenant de sécrétions foliaires, de la sève ou du nectar.

Le champignon vit normalement sur des parties mortes ou pourrissantes des plantes et détruit les cellules de plantes vivantes. Les spores se propagent à la faveur des moindres mouvements d'air. Il y a trois possibilités d'infection:

- par des conidies (spores d'été), à des températures entre 3 °C et 39 °C,
- par le mycélium: celui-ci se propage d'une partie de la plante à d'autres,
- par des sclérotés (spores de survie d'une taille de 1 à 4 mm): ces spores permettent au champignon de survivre pendant de longues périodes défavorables (jusqu'à deux ans).

Lutte contre le botrytis

Il est recommandé d'éviter les plantes sensibles. Les meilleures mesures préventives consistent à ménager de bonnes conditions de croissance aux plantes et de leur donner des soins adéquats. Les plantes et parties de plantes mortes doivent être rapidement éliminées.

Lutte chimique: Elle est possible au moyen d'un fongicide homologué.

Lutte biologique: On ne dispose pas à ce jour de botryticide ayant une action biologique.

Botrytis: utiliser un pathogène comme pourriture noble

En viticulture, le *botrytis* est connu et redouté depuis des siècles comme pathogène. Il peut cependant aussi rendre service. Dans les régions produisant surtout du vin blanc (Sauternes en France, Rheingau en Allemagne, Tokay en Hongrie, Burgenland en Autriche), on a constaté il y a quelques dizaines d'années que la pourriture noble traverse la peau des grains de raisin et assèche partiellement le fruit. Il en reste une solution sucrée fortement concentrée dont on fabrique des vins de dessert doux, vinifiés jusqu'à plus de 300° Oechsle et qui se gardent pendant des décennies.

Les conditions favorables à la pourriture noble sont dès mi-août, un temps sec le jour et une humidité croissante la nuit, accompagnée d'une baisse de température favorisant la formation de brouillard.

Mildiou

Le mildiou n'a rien à voir avec l'oïdium (voir page 56). Il colonise d'une façon générale la face inférieure des feuilles, où il pénètre par les stomates. Certaines plantes ont aussi des stomates sur la face supérieure des feuilles (laitues pommées) ou sur les jeunes tiges encore vertes et tendres (pommes de terre).

Biologie du mildiou

Parvenu dans les cellules par les stomates, le mycélium vit aux dépens des nutriments cellulaires. Les cellules du parenchyme foliaire sont alors détruites. Les dégâts sont visibles sur les faces inférieures et supérieures des feuilles sous forme de taches jaunes à brunes, irrégulières, délimitées souvent par les nervures. L'éclatement des conidiophores qui émergent par les stomates crée à la surface inférieure des feuilles un dépôt gris sale à blanc crème qui brunit par la suite. L'infection par le mildiou ne peut se produire que si l'humidité est suffisante pour permettre la germination des spores. Les conditions favorables au champignon sont un air stagnant et une forte humidité de l'air, par exemple après formation nocturne de rosée lorsque le temps est humide et froid, ou lorsque les cultures ornementales sont arrosées par aspersion le soir.



Mildiou sur pensée

Fig. 3.42

Lutte contre le mildiou

La meilleure prévention, qui réduit fortement les risques d'attaque, consiste à éviter une humidité de l'air trop élevée. En plein champ, il faut contrôler fréquemment les grandes cultures pour pouvoir réagir immédiatement en cas d'attaque.

Lutte chimique: Nombre de fongicides sont efficaces.

Produits phytosanitaires biologiques: Cuivre, argile acide (Mycosin, Mycosan), poudre de roche. Le cuivre est la seule substance active biologique ayant une action curative contre le mildiou (risque de résidus colorés). Les produits à base de poudre de roche ont une efficacité incomplète.

La mauvaise réputation du cuivre

Lorsque l'on critique la lutte biologique contre les pathogènes, le sujet des fongicides cupriques tient toujours la vedette. Il est vrai que le cuivre qui est un métal lourd s'accumule dans le sol s'il est utilisé en grande quantité sur une même surface (p. ex. dans les vignes). C'est pourquoi on a fixé des quantités maximales admissibles par an. Il ne faut pas oublier par ailleurs que le cuivre est aussi un oligo-élément nécessaire aux plantes.

Les quantités de cuivre utilisées dans les cultures, selon les indications contenues dans ce manuel, sont négligeables. L'utilisation du cuivre ne se justifie que dans quelques cultures et ne devrait pas aboutir à un enrichissement notable du sol.

Mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*)

Biologie du mildiou de la pomme de terre

Ce champignon est la cause de maladies dans les cultures de pommes de terre et de tomates. Sous nos climats, il hiverne surtout dans les entrepôts sur des tubercules légèrement atteints. Si ces tubercules sont utilisés comme semenceaux, ils développent principalement des pousses saines au printemps. Mais le mycélium se développe dans une pousse et atteint la surface du sol, où il forme un feutrage constitué de conidiophores. Ces derniers libèrent les zoospores qui vont se propager dans un environnement aqueux propice, tout d'abord sur les autres rameaux de la plante, puis sur les plantes voisines.

Sur la face inférieure des taches de mildiou se forment des sporanges qui sont disséminées par le vent. En présence d'eau, les sporanges libèrent des zoospores, qui nagent vers de nouveaux sites au moyen de leurs flagelles. Si les conditions sont favorables, la maladie se propage très rapidement sur de grandes distances. Une humidité persistante du feuillage et des températures de 15 à 23 °C sont des conditions idéales pour la dissémination du mildiou de la pomme de terre.

Une partie des sporanges et des zoospores est transportée dans le sol par l'eau de pluie et y infecte les tubercules. Ceux-ci pourrissent alors dans le sol ou plus tard durant l'entreposage. Les tubercules légèrement infectés subsistent à l'entrepôt et constituent la base de dissémination de la maladie pour l'année suivante. L'infection des plants de tomates est due normalement aux sporanges provenant des champs de pommes de terre.

Lutte contre le mildiou de la pomme de terre

Le champ doit être ouvert et exposé au vent. Le champignon ayant besoin d'eau pour germer, il faut si possible planter les tomates sous abri et éliminer leurs feuilles inférieures. Les cultures sous abri doivent être bien ventilées.

Lutte chimique: Divers fongicides sont efficaces.

Lutte biologique: Le cuivre est en culture biologique la seule substance active ayant une action curative contre le mildiou.

Tavelure

La tavelure est l'une des pires maladies des fruits à noyaux. Sans traitements, elle pourrait être responsable de plus de 90 % de pertes dans les vergers d'arbres fruitiers constitués des variétés les plus répandues.

Biologie de la tavelure (pommier: *Venturia inaequalis*, poirier: *Venturia pirina*)

Sur les feuilles, la tavelure diminue l'assimilation. Si les feuilles sont attaquées tôt et fortement, elles peuvent tomber prématurément. La tavelure précoce provoque la chute prématurée des fruits. Les infections tardives abîment les fruits et réduisent les possibilités d'entreposage. Les fruits se rabougrissent et les taches de tavelure sont une porte ouverte aux champignons et aux bactéries.

Le champignon de la tavelure hiverne sur des feuilles tombées sous l'arbre. Au printemps, les ascospores sont disséminées par la pluie et le vent vers les jeunes pousses et les fruits. Elles se fixent à leur surface et s'y développent. Comme les spores ne mûrissent pas toutes en même temps, il s'en libère de nouvelles à chaque pluie d'avril à juin.

Les feuilles doivent rester longtemps humides pour que les spores puissent germer et infecter les tissus. Plus la température est basse et plus il faut de temps au champignon pour infecter les feuilles ou les fruits: 14 heures à 10 °C, mais 9 heures seulement à 20 °C. Si les feuilles sèchent avant la fin du temps nécessaire à une infection, il ne se forme pas de mycélium et les spores meurent. Le temps d'incubation est aussi très variable: environ 20 jours à 5 °C et 8 jours à 20 °C.

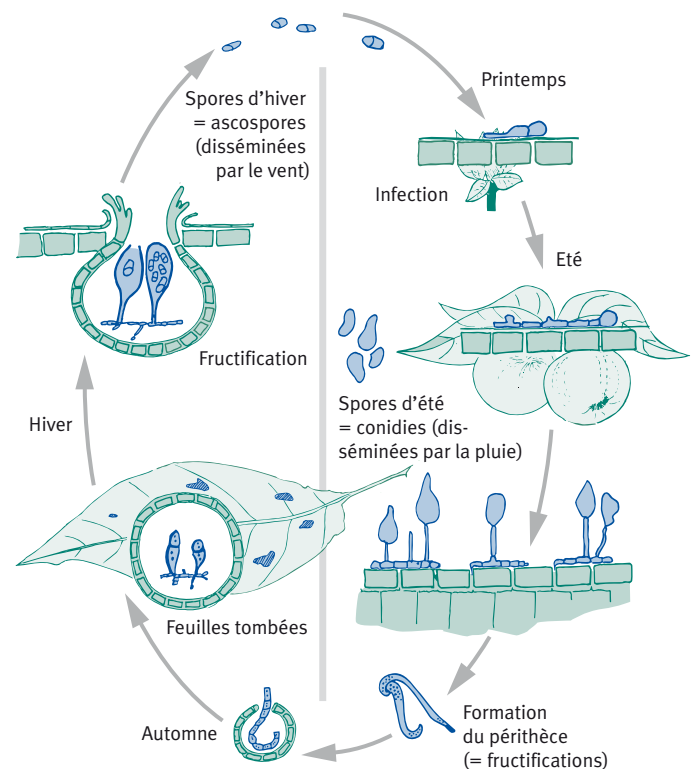
Lorsqu'une infection s'est produite, une tache claire apparaît. Après la période d'incubation apparaît un feutrage formé de sporanges et de conidiospores. Ces spores d'été, trop lourdes, ne peuvent plus être transportées par le vent. Elles sont généralement transportées par des gouttes d'eau vers les parties plus basses de la couronne. Ce qui signifie que les arbres sans tavelure au mois d'août ne seront plus attaqués. Si par contre un arbre est légèrement attaqué, la maladie peut encore s'étendre considérablement.

Lutte contre la tavelure

Pour prévenir la tavelure, il faut si possible choisir des variétés résistantes et des sites d'implantation où les feuilles sèchent rapidement. Il est également recommandé de ramasser les feuilles tombées dès l'automne.

Lutte chimique: On ne disposait autrefois que de fongicides de contact, utilisables seulement en prévention. Il fallait donc durant toute la période d'infection possible un dépôt protecteur de fongicide sur les feuilles et les fruits. Les nouveaux produits systémiques permettent une lutte ciblée contre la tavelure. La nécessité d'une intervention est déterminée en mesurant la durée de mouillage des feuilles et la température.

Produits phytosanitaires biologiques: Cuivre, argile acide (*Mycosin*, *Mycosan*), poudre de roche. Description: voir mildiou.



Cycle de vie de la tavelure
Fig. 3.43



Tavelure sur une pomme
Fig. 3.44



Septoriose sur lierre (*Hedera helix*)
Fig. 3.45

Septoriose (*Septoria* spp.)

Cette maladie affecte les céleris, les fraises, les chrysanthèmes et diverses autres plantes comestibles et ornementales.

Biologie de la septoriose (maladie des taches foliaires)

Le champignon *Septoria* hiverne dans le sol sur du matériel végétal infecté, à partir duquel se développent au printemps de nouvelles spores que la pluie dissémine vers les feuilles inférieures des plantes.

C'est surtout par temps humide que les attaques de septoriose sont les plus fortes. Une première attaque se produit ainsi généralement lorsque le feuillage des cultures couvre toute la surface et que les précipitations sont abondantes. Quand les taches foliaires s'étendent, les feuilles jaunissent très rapidement et meurent prématurément. Chez le céleri-rave, la croissance du tubercule est bloquée.

Lutte contre *Septoria*

Comme le champignon a besoin d'humidité pour l'infection, il faut maintenir les plantes au sec, particulièrement le soir. Le feuillage ne doit pas non plus être trop dense. En serre, on peut diminuer l'humidité par la ventilation, l'aération et/ou le chauffage. Il faut si possible cultiver des variétés résistantes.

Lutte chimique: On dispose de divers produits phytosanitaires.



Feuille de rosier fortement atteinte par la maladie des taches noires
Fig. 3.46

Maladie des taches noires du rosier (*Marssonina rosae*)

Il s'agit d'une des maladies fongiques les plus fréquentes du rosier. Les feuilles présentent d'abord des taches rondes, brun-noir, qui grandissent fréquemment en forme d'étoile. Les feuilles jaunissent ensuite puis tombent, laissant la plante entièrement nue en cas de forte attaque. La plante est alors affaiblie, dépourvue de réserves à l'automne et moins résistante au gel. La maladie peut aussi apparaître sur des pommiers, des noyers et des peupliers.

Biologie de la maladie des taches noires (*Marssonina rosae*)

Le champignon hiverne sur des feuilles mortes au sol ou sur des rameaux et bourgeons infectés. Au printemps, par temps humide, les fructifications libèrent des spores. Un mycélium se forme à l'endroit de l'infection, de nouvelles fructifications se forment qui vont continuer à libérer des conidies. Le champignon peut ainsi occasionner de nombreuses infections du printemps jusqu'à l'automne. La période principale des attaques se situe dès juillet/août, plus tôt encore chez les variétés très sensibles. La dissémination est favorisée par un temps frais et humide ainsi que par un emplacement ombragé et humide.

Lutte contre la maladie des taches noires

La prévention passe par le choix de variétés peu sensibles et par la plantation à des endroits clairs et bien drainés. Pour la production de fleurs coupées, le feuillage doit être maintenu sec.

Lutte chimique: Pour que les variétés sensibles ne soient pas atteintes par la maladie des taches noires, il faut appliquer des fongicides suffisamment tôt en saison et répéter le traitement à intervalles réguliers.

Maladie criblée

Cette maladie affecte les cerisiers et pruniers, mais elle peut aussi s'étendre à d'autres espèces de fruits à noyaux et de *Prunus* (p. ex. le laurier-cerise). On voit d'abord apparaître sur les feuilles des points plus clairs qui deviennent rouge-brun. Ces taches se nécrosent ensuite pour laisser place à des trous de 1 à 10 mm de diamètre. Sur les fruits apparaissent des points noirâtres en renfoncement à bords rouges. Ces fruits se fendent, se dessèchent ou pourrissent et tombent. Les rameaux peuvent également être attaqués.

Biologie de la maladie criblée (*Clasterosporium carpophilum*)

Si le temps est pluvieux et frais au printemps, la maladie s'étend de manière explosive. Les conidies sont disséminées par la pluie. Le champignon pénètre dans le parenchyme directement à travers l'épiderme ou par les stomates. Comme les spores nouvellement formées aux endroits infectés sont transportées par la pluie, ce sont les feuilles inférieures qui sont le plus contaminées.

Au mois de juillet, le feuillage mature n'est que peu infecté car il est plus résistant et les températures ne sont plus favorables au champignon. Par contre, la contamination des jeunes rameaux commence à cette période et se poursuit jusqu'à l'automne.

Si le temps est humide, les infections tardives sont possibles tout de suite après la chute des feuilles. Le champignon pénètre de préférence par les cellules non encore subérifiées à la base des pétioles situés directement sous les bourgeons formés pour l'année suivante. Le champignon entre par là dans le rameau pour détruire les «yeux» et l'écorce qui les entoure.

Une attaque massive de la maladie criblée entraîne la chute prématurée des feuilles, le dépérissement des rameaux et des pertes de récolte.

Lutte contre la maladie criblée

La prévention passe par l'élimination des fruits momifiés et du feuillage attaqué. Les arbres gravement touchés peuvent être rabattus. Ces mesures réduisent la pression d'infection et la taille permet un séchage plus rapide de la couronne après précipitations.

Lutte chimique: Plusieurs traitements fongicides sont nécessaires si l'année précédente a été marquée par une forte attaque. Cette technique n'est toutefois pas recommandée pour un jardin familial.

Champignons pathogènes du sol

Plusieurs champignons peuvent survivre dans le sol et de là attaquer les plantes. On les groupe sous le nom de «champignons pathogènes du sol». Voici la description de ceux qui sont importants pour l'horticulture.

Biologie du rhizoctone (*Rhizoctonia solani*)

Ce champignon cause souvent des pourritures à la base des plantes, et, sur les pousses, des taches claires qui plus tard sèchent.

Diverses plantes ornementales peuvent être attaquées par le rhizoctone si les conditions météorologiques ou de culture sont défavorables, par exemple, l'apport excessif d'azote, l'eau stagnante et les températures basses. Le champignon hiverne dans le sol, d'où il monte à travers l'écorce. Il est également transmis par les semences ou par du matériel de multiplication contaminé.

Lutte contre le rhizoctone

Les plantes atteintes doivent être immédiatement détruites.

On peut désinfecter préventivement les carrés de culture et les terreaux par des moyens chimiques ou à la vapeur. De plus, il est important que la culture soit gérée de manière professionnelle.



Bégonia fortement attaqué par le rhizoctone, dans un cimetière
Fig. 3.47



Pourriture occasionnée par *Fusarium* sur un bulbe de cyclamen
Fig. 3.48



Les poinsettias (*Euphorbia pulcherrima*) sont sensibles à la pourriture des racines: plante saine (à gauche) et plante malade (à droite).
Fig. 3.49



Dégât total sur pensées causé par la maladie des racines brunes.
Fig. 3.50

Biologie de la fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum*)

La fusariose attaque d'abord les vieilles feuilles qui jaunissent puis flétrissent et tombent. Le flétrissement procède ainsi de bas en haut, puis les plantes meurent. Les plantes déjà affaiblies sont les premières attaquées.

Les champignons *Fusarium* pénètrent généralement depuis le sol dans les vaisseaux conducteurs, que le mycélium obture. Si l'on coupe un rameau attaqué, on observe que les vaisseaux conducteurs de sève ont pris une couleur brune.

Lutte contre la fusariose vasculaire

On ne peut combattre ce champignon que par une désinfection approfondie du sol, des carrés de culture et des substrats, ou par un changement d'emplacement.

Biologie de la verticilliose (*Verticillium albo-atrum*)

Après des périodes de beau temps, il peut arriver que l'on voie les feuilles flétrir et pendre à la base des plantes, malgré un arrosage suffisant. Elles jaunissent, rougissent puis brunissent et finissent par se dessécher. La croissance s'interrompt et les fleurs pâlissent. Les arbres et arbustes atteints montrent à la coupe des branches un brunissement annulaire de l'aubier. Les vaisseaux colonisés par le mycélium sont brunis.

Le champignon remonte dans les vaisseaux depuis le sol, formant un long mycélium qui obture les vaisseaux conducteurs.

Lutte contre la verticilliose

Le champignon peut être combattu par une désinfection approfondie du sol, des carrés de culture et des substrats. Le changement d'emplacement peut être utile. Les plantes fortement atteintes doivent être éliminées.

Biologie de la maladie des racines brunes (*Thielaviopsis basicola*)

L'attaque provoque d'abord un jaunissement des feuilles, suivi de leur chute. Il arrive que la plante entière meure. Sur les racines brunies, envahies d'une pourriture sèche, on peut observer à la loupe les amoncellements de chlamydospores sous forme de structures brun-noir punctiformes ou allongées. Le champignon vit sur des résidus de plantes mortes et pénètre de là dans les racines. Les attaques du champignon sont favorisées par une salinité élevée, des variations de température, un pH défavorable aux plantes et une forte humidité du substrat.

Lutte contre la maladie des racines brunes

L'important est de respecter une hygiène stricte et de n'utiliser que des substrats désinfectés. On peut appliquer préventivement un fongicide en arrosage.

Biologie de la fonte des semis (*Pythium splendens*)

Le pythium est un parasite de faiblesse, qui survit longtemps dans le sol où il peut hiverner. Les plantes atteintes ont une croissance réduite. Elles flétrissent, jaunissent puis meurent assez rapidement. Les racines pourrissent.

Lutte contre la fonte des semis

Pour être infectieux, le champignon a besoin d'un film d'eau sur les feuilles. La culture est donc en danger en cas d'humidité durable sur le feuillage et si le sol reste saturé d'eau. D'autres facteurs favorisent l'infection: excès d'azote, manque de potassium, PH élevé et forte densité des semis. Comme mesure préventive, il faut empêcher un trop fort tassement du sol sous les surfaces gazonnées. Les terreaux de semis doivent être désinfectés. Une forte hygrométrie et des températures de l'air et du sol élevées favorisent le champignon et devraient être évitées.

Lutte biologique contre les champignons du sol

Bacillus amyloliquefaciens, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*

Ces micro-organismes du sol (autorisé seulement comme engrais), utilisés préventivement, se sont montrés efficaces contre certains champignons du sol. Ils colonisent les racines et occupent les entrées potentielles des pathogènes. On ne peut en revanche pas en espérer une action curative. Les engrais contenant de la chitine et le compost améliorent les capacités de défense du sol.

Phytophthora

Biologie du *Phytophthora*

Cet oomycète appartient à la même famille que le pythium, le mildiou de la pomme de terre et l'oïdium. Certaines espèces de *phytophthora* sont connues depuis des décennies comme causes de flétrissements et de pourritures racinaires. L'espèce *Phytophthora ramorum*, très problématique et classée parmi les maladies de quarantaine, n'a été découverte en Suisse qu'il y a quelques années sur quelques plantes isolées.

La liste des plantes naturellement hôtes de *Phytophthora ramorum* comprend les familles de plantes les plus diverses. Il s'agit essentiellement de feuillus, mais aussi de quelques résineux et de quelques espèces herbacées. Ce champignon a été trouvé jusqu'ici en Suisse surtout sur des plantes des genres Rhododendron, Viburnum et Pieris dans des pépinières et parcs publics. En Amérique du Nord par contre, ce sont des forêts entières qui sont menacées par cet agent pathogène.

Phytophthora ramorum cause trois symptômes différents. Les plus fréquents sont des taches foliaires, qui peuvent être claires à brun foncé, même brun noirâtre. Elles sont habituellement nettement délimitées. Lorsque des rameaux sont atteints, l'infection part de la base de la feuille pour progresser vers la pointe. La nervure centrale est alors fortement brunie. Lorsque les rameaux meurent, ils se colorent aussi en brun à brun noirâtre. Selon l'espèce ligneuse, cette coloration progresse depuis la pointe (Rhododendron), le milieu ou la base du rameau. Les nécroses du cambium se trouvent surtout dans les plantes des espèces de la famille des fagacées et sur les viornes (Viburnum). Le symptôme le plus fréquent consiste en taches sur l'écorce, appelées «taches de goudron», accompagnées d'un écoulement du mucilage.

Lutte contre *Phytophthora*

Les attaques de *Phytophthora ramorum* doivent obligatoirement être déclarées. Certaines espèces de *Phytophthora* attaquant les plantes ornementales peuvent être partiellement inhibées dans leur expansion par des traitements en arrosage. Les autres mesures à prendre sont les mêmes que contre les autres pathogènes du sol.

Attention:

Phytophthora ramorum est une maladie de quarantaine. Les attaques doivent être annoncées à l'Office phytosanitaire fédéral.

Bactéries et virus

Les bactéries et les virus sont des agents pathogènes redoutables des plantes. Ils sont petits et difficiles à reconnaître, qu'il est pratiquement impossible de combattre.



Bactériose sur pélargonium.
Fig. 3.51

Bactéries phytopathogènes

Les bactéries sont organisées très simplement et ont une très grande adaptabilité écologique. Elles sont présentes partout dans la nature et remplissent souvent des fonctions écologiques importantes (p. ex. dégrader les matières organiques mortes ou fixer l'azote). Leur taille est d'environ 0,001 mm, ce qui fait qu'on ne peut les voir que sous un bon microscope. Elles ont une forme de sphère, de bâtonnet ou de spirale. Certaines espèces sont pourvues de flagelles qui leur permettent de se déplacer. Les bactéries se multiplient par division simple (division des cellules) et peuvent se répandre très rapidement grâce à la brièveté de leur intervalle de génération (temps séparant une division cellulaire de la suivante). Lorsque les conditions sont favorables, une seule bactérie peut en une nuit générer une population d'un million d'individus.

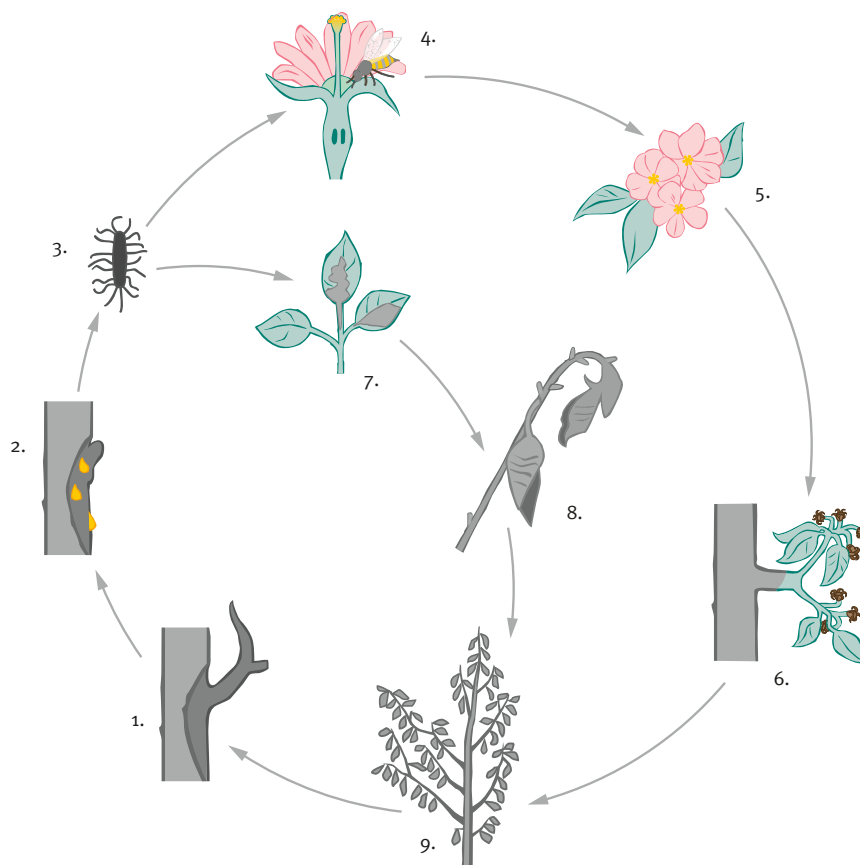
D'une part, tous les organismes vivants dépendent de la présence de bactéries (que ce soit pour pourvoir en substances de base comme le font les bactéries mycorrhiziennes ou pour agir sur le métabolisme de substances nécessaires à l'organisme comme le font les entérobactéries chez l'homme), et d'autre part les hommes, les animaux et les plantes peuvent être victimes de graves maladies provoquées par de nombreuses bactéries.

Biologie des bactéries phytopathogènes

Les bactéries ne peuvent pas pénétrer dans un tissu végétal sain et intact. Elles entrent par les stomates, les lenticelles (ouvertures dans l'écorce des plantes ligneuses) ou des blessures. La transmission d'une plante à l'autre peut se faire de

Cycle de vie du feu bactérien.
Fig. 3.52

1. Hivernage dans le chancre.
2. Le mucilage bactérien est exsudé au printemps.
3. Bactérie en forme de bâtonnet, flagellée (*Erwinia amylovora*).
4. Les insectes pollinisateurs transmettent le mucilage bactérien.
5. Inflorescences infectées sans symptômes.
6. Premiers symptômes sur des inflorescences après 2 à 4 semaines.
7. Infection de jeune rameau à la faveur de fissures de croissance ou de blessures (p. ex. dues à la grêle).
8. Premiers symptômes sur rameaux après 2 à 6 semaines.
9. Dépérissement de rameaux ou d'arbres entiers.



multiples manières: par des personnes, des outils, des animaux, des graines, des parties de plantes, le vent, l'eau ou le sol. La multiplication et la dissémination des bactéries sont favorisées par des températures de 25 à 30 °C et par une humidité élevée.

La liste des plantes pouvant être affectées par des maladies bactériennes est longue. On a décrit environ 400 maladies créant des problèmes souvent importants dans plus de 70 familles de plantes. Voici les maladies les plus redoutées par les horticulteurs:

- **La maladie des taches huileuses** (*Xanthomonas begoniae*) du bégonia

La face inférieure des feuilles se couvre de taches huileuses, translucides, claires au centre, qui brunissent et se dessèchent ensuite. Les surfaces touchées se situent surtout entre les nervures.

- **La bactériose des feuilles et des tiges** (*Xanthomonas pelargonii*) du pélargonium

Les jeunes feuilles des pélargoniums flétrissent puis se dessèchent et tombent dès qu'on les touche. On voit sur les pousses un brunissement translucide des vaisseaux. En cas de forte attaque, on voit aussi des plages de pourriture d'où sort un liquide orange-rouge.

- **Le chancre bactérien**

Proliférations cellulaires tumorales aux pousses ou aux racines de chrysanthèmes, d'arbres fruitiers ou de rosiers.

- **Le feu bactérien** (*Erwinia amylovora*)

Les plantes atteintes présentent d'abord des signes de flétrissement. Les pointes des rameaux touchés se courbent en croches. Les feuilles deviennent brunes à noires et coriaces, mais ne tombent pas.

Le feu bactérien est en Suisse une maladie qui doit obligatoirement être déclarée. En cas de soupçon d'attaque, l'office cantonal de la protection des plantes ou le responsable communal du feu bactérien doit être informé. On trouve des informations toujours actuelles et des adresses utiles sous www.feuerbrand.ch.



Inflorescence infectée par le feu bactérien sur un pommier.

Fig. 3.53

Attention:

Les plantes peuvent être sujettes à une infection latente, sans dégâts visibles.

Plantes hôtes du feu bactérien	
Fruits à pépins	
▪ <i>Cydonia</i>	▪ Cognassier
▪ <i>Malus</i>	▪ Pommier, y compris les pommiers d'ornement
▪ <i>Pyrus</i>	▪ Poirier, y compris les poiriers d'ornement et les nashis
Arbres et arbustes d'ornement	
▪ <i>Chaenomeles</i>	▪ Cognassier à fleurs
▪ <i>Cotoneaster</i>	▪ Cotonéaster (diverses espèces), plantation interdite dans toute la Suisse
▪ <i>Mespilus</i>	▪ Néflier commun
▪ <i>Pyracantha</i>	▪ Pyracanthe, buisson ardent
▪ <i>Photinia davidiana</i> (<i>Stranvaesia</i>)	▪ Photinia. plantation interdite dans toute la Suisse
▪ <i>Eriobotrya</i>	▪ Néflier du Japon (loquat)
Arbres et arbustes sauvages	
▪ <i>Crataegus</i>	▪ Aubépine
▪ <i>Sorbus</i>	▪ Sorbier, alisier, allouchier
▪ <i>Amelanchier</i>	▪ Amélanchier, peu sensible

Lutte contre les bactéries

Il n'existe à ce jour aucun moyen de lutte direct, si l'on excepte la streptomycine que les producteurs peuvent utiliser contre le feu bactérien, moyennant une autorisation spéciale. Les mesures préventives ont donc la priorité, particulièrement l'hygiène (désinfection régulière des substrats, des pots, des places de travail, des outils et des mains). Il est recommandé d'éviter les excès d'arrosage et de fumure, les blessures et l'humidité stagnante sur le feuillage. Les plantes malades ou douteuses doivent être immédiatement éliminées. Les traitements cupriques ont un effet préventif, en empêchant les bactéries de pénétrer dans les plantes. Ils n'ont toutefois pas d'effet curatif.

Produits phytosanitaires biologiques: *Bacillus subtilis* (Serenade), levures.

Les traitements préventifs durant la floraison des arbres fruitiers diminuent les attaques du feu bactérien.

Phytoplasmes

Les mycoplasmes, appelés chez les plantes phytoplasmes, ont certes la taille de virus, mais font partie des bactéries. Ils ont un métabolisme propre et sont capables de se multiplier de façon autonome. De fait, les phytoplasmes sont les plus petits êtres vivants connus jusqu'à aujourd'hui. Les dégâts provoqués par les phytoplasmes se manifestent de manière très variée: nanisme des plantes, balai de sorcière, jaunissement des nervures et des feuilles, ainsi que virescence, phyllodie, décoloration et malformation des fleurs. Comme leur infestation ressemble à celle provoquée par des virus, il est difficile de détecter leur présence, des tests de laboratoire sont en général nécessaires. Les pucerons et les cicadelles sont les principaux vecteurs de transmission des phytoplasmes. Comme il n'existe pas de moyen de lutte directe contre les phytoplasmes, il convient d'accorder une attention particulière à la lutte contre les vecteurs.



Feuilles de pélagonium présentant des symptômes de virose

Fig. 3.54

Virus phytopathogènes

Les virus sont encore bien plus petits que les bactéries (20 à 200 nm, c'est-à-dire 0,02 à 0,2 millième de millimètre) et ne sont visibles qu'au microscope électronique. Ils sont constitués essentiellement de matériel génétique entouré d'une enveloppe protéique. Contrairement à tous les autres organismes vivants, les virus n'ont pas de métabolisme propre ni de croissance. C'est pourquoi ils ne peuvent se multiplier que dans les cellules vivantes d'autres organismes. On les trouve comme pathogènes chez l'homme, chez les animaux et chez les plantes. Les virus vivent dans les liquides intercellulaires et à l'intérieur des cellules.

Les maladies qu'ils provoquent sont appelées **viroses** et leurs manifestations sont très diverses. Les virus de la mosaïque provoquent par exemple souvent des chloroses à l'apparence de

mosaïques sur les feuilles. La croissance est alors affaiblie jusqu'au rabougrissement. On constate fréquemment des déformations comme le nanisme, l'enroulement des feuilles ou le rabougrissement des fruits. L'ampleur des dommages dépend fortement du temps et de la culture et le diagnostic n'est souvent possible qu'avec une analyse de laboratoire. Les principaux virus phytopathogènes sont:

- les virus de la mosaïque,
- les virus nanisants,
- le virus de la mosaïque du tabac (TMV),
- le virus des taches bronzées de la tomate (TSWV),
- les virus de l'enroulement.

Transmission des virus

Les virus sont transmis aux plantes par les voies les plus diverses: contact entre elles, ravageurs (particulièrement thrips, pucerons et mouches blanches), champignons du sol ou nématodes. L'infection peut aussi se propager par de l'eau contaminée, par les vêtements, les mains, des graines contaminées (virus de la mosaïque de la tomate), des restes de plantes ou du pollen. La contamination peut aussi se faire lors de la taille ou du greffage des plantes, lors de la récolte ou d'autres travaux.

Lutte contre les virus

La lutte directe n'étant pas possible, il faut adopter des mesures préventives.

Il faut utiliser autant que possible des variétés résistantes et commencer les cultures avec du matériel sans virus. La prévention passe aussi par la lutte systématique contre les animaux vecteurs comme les pucerons et les thrips. L'hygiène prend une grande importance lors des travaux de culture. Les plantes atteintes doivent être immédiatement enlevées et éliminées. Les surfaces de culture, les outils de récolte et de taille doivent être régulièrement stérilisés avec de l'alcool à 70 % ou à la vapeur.

Produit phytosanitaire biologique: Acide peracétique

Les produits à base d'acide peracétique peuvent être utilisés comme désinfectants. Ils conviennent bien au traitement des structures des serres, des installations d'irrigation, des pots et des outils, à titre préventif ou après une attaque.

Adventices, mauvaises herbes, flore accompagnatrice

Il y a toujours, sur les surfaces travaillées par l'homme, plus ou moins de plantes indésirables en plus de celles qui sont cultivées. Ce sont les mauvaises herbes, que l'on désigne globalement sous le terme de flore adventice ou adventices. Toute plante croissant à un endroit où elle n'est pas désirée est donc une adventice: le pissenlit ou dent de lion dans un gazon, les semis de bouleau dans un massif ou une ancolie spontanée dans une rocaille.

Quel est l'effet négatif des adventices sur les plantes cultivées? Elles concurrencent ces dernières pour la surface disponible, pour l'eau et pour les substances nutritives. Dans les plantations ornementales, l'esthétique exige d'éliminer les adventices qui gâchent l'effet recherché. Hormis l'effet de concurrence sur les plantes cultivées, les adventices peuvent être utiles: héberger des auxiliaires, détourner des ravageurs potentiels, attirer des insectes pollinisateurs, indiquer les propriétés du sol et protéger les terrains nus de l'érosion.

Systématique de la flore accompagnatrice

Les adventices peuvent être réparties en divers groupes, la classification la plus pratique étant celle qui sépare les annuelles se propageant par semis des vivaces pourvues d'organes de survie.

Annuelles	Vivaces ou pérennes
<p>La multiplication et la dissémination se fait exclusivement par des graines. Les annuelles sont relativement inoffensives et peuvent être tenues sous contrôle par un désherbage régulier.</p> <p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impatience n'y-touchez-pas ou balsamine des bois ▪ Mouron des oiseaux ▪ Galinsoga à petites fleurs 	<p>Ce sont des plantes pouvant se multiplier et se propager par des graines, mais aussi végétativement. Elles ont des racines résistantes et repoussent lorsqu'elles sont uniquement arrachées ou enlevées par désherbage thermique. Les adventices de ce type doivent être éliminées immédiatement, si possible avant qu'elles ne commencent à s'installer car il est ensuite plus difficile de les arracher. Il faut les laisser sécher avant de les mettre au compost, afin qu'elles ne puissent pas se remettre en végétation.</p> <p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Chiendent ▪ Liseron ▪ Ortie ▪ Ego-pode podagraire ou herbe aux goutteux

Régulation des adventices

Attention:

L'utilisation d'herbicides est interdite sur les places, les toits, les terrasses, les lieux de stockage ainsi que dans les bosquets et les bandes fleuries le long des routes et des voies ferrées.

On n'exige plus aujourd'hui d'installations de production ou d'ornement sans aucune adventice.

La régulation moderne de la flore adventice poursuit trois objectifs:

- maintenir l'effectif des adventices en-dessous du seuil économique de tolérance,
- maintenir une population équilibrée d'adventices et exempte d'adventices problématiques,
- éviter autant que possible les atteintes à l'environnement par les mesures de régulation.

Le niveau du seuil de tolérance pour l'horticulteur-paysagiste est souvent fixé par les clients, qui décident s'ils tolèrent quelques adventices ou s'ils veulent un aménagement aseptisé.

La tâche de l'horticulteur-paysagiste consiste à montrer aux clients quelle flore adventice est tolérable, leur expliquer l'utilité de certaines et si nécessaire leur enseigner à lutter contre les mauvaises herbes dans le respect de l'environnement.

Il est fondamentalement plus facile de lutter contre les adventices fraîchement levées ou juvéniles que contre des plantes bien établies. C'est pourquoi, une observation minutieuse des adventices dès le printemps ne peut être que bénéfique. Si les plantes indésirables sont éliminées de façon précoce, elles ne produisent pas de graines et ne se répandent pas davantage.

On peut prévenir l'invasion d'adventices par des mesures relevant de la construction, comme la mise en place de joints de pavage avec du mortier plutôt qu'avec du sable, le resserrement des plaques de pavage et la mise en place de plantes fortement concurrentielles. La couverture du sol par des écorces ou des bâches noires empêche aussi le développement des adventices.

L'application d'herbicides (voir chapitre 4, page 82), le désherbage et le sarclage traditionnel peuvent être complétés par différentes méthodes et divers outils ou appareils:

- Les **méthodes mécaniques** comme par exemple la herse-étrille, la bineuse à brosses ou la bineuse à torsion. Ces machines arrachent les adventices ou empêchent la pousse des jeunes plantes par un brossage régulier ou par le mélange des couches superficielles du sol.
- Les **méthodes thermiques** emploient une forte chaleur qui tue les cellules et peut détruire entièrement les plantes. On utilise des appareils fonctionnant par flambage, par radiation infrarouge ou par émission de vapeur d'eau. Ces traitements doivent être faits à plusieurs reprises, surtout les premières années. En raison des hautes températures de travail, les personnes utilisant les appareils doivent faire attention à la sécurité au travail et à la protection de l'environnement.

Néophytes envahissantes

Néophytes: Espèces végétales exotiques introduites depuis 1500 après J.-C. et qui se sont établies à l'état sauvage.

Espèces envahissantes: Espèces qui se développent avec une telle ampleur et à une telle vitesse qu'elles représentent une menace d'éviction pour les espèces indigènes caractéristiques d'un milieu.

Liste Noire: Liste des néophytes envahissantes qui, selon les connaissances actuelles, possèdent ou sont susceptibles d'un fort potentiel de propagation en Suisse. Elles causent par ailleurs des dommages importants et prouvés au niveau de la diversité biologique, de la santé et/ou de l'économie. La présence et l'expansion de ces espèces doivent être empêchées. Remarque: sur la Liste Noire figurent également toutes les plantes interdites.

Watch List, (liste d'observation): Liste des néophytes envahissantes qui, selon les connaissances actuelles, possèdent ou sont susceptibles d'un potentiel de propagation modéré à fort en Suisse. Elles causent par ailleurs des dommages modérés ou forts au niveau de la diversité biologique, de la santé et/ou de l'économie.

Il est indispensable de surveiller au moins la présence et l'expansion de ces espèces et de réunir des connaissances supplémentaires sur ces espèces. Dans les pays voisins, ces espèces sont déjà à l'origine de grands dommages.

L'homme a de tout temps déplacé des espèces végétales au-delà des frontières naturelles. Nos arbres fruitiers, par exemple, ont déjà été introduits chez nous par les Romains lorsqu'ils firent la conquête de l'Asie et sont, de nos jours, indissociables de notre paysage. L'appellation de néophytes est réservée aux plantes qui sont apparues sur nos territoires à partir de 1500 après J.-C. (en 1492, année de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb et 1511, tour du monde par Magellan). Néophyte se traduit littéralement par «nouvelle plante». Telles que nombre de plantes ornementales et de cultures arables introduites, ces plantes exotiques ne posent pour la plupart aucun problème. Le platane, le marronnier d'Inde, le maïs, la pomme de terre, la tomate, etc. en constituent des exemples. Certaines nouvelles plantes ont cependant un comportement invasif. Elles se naturalisent facilement, se répandent rapidement et supplantent la végétation indigène. Plusieurs d'entre elles représentent même un véritable danger pour notre santé, telles l'Ambroisie et la Berce du Caucase. D'autres, comme la Renouée du Japon, sont capables de déstabiliser des berges ou d'endommager des constructions. Par ailleurs, les plantes exotiques peuvent par hybridation altérer les caractéristiques biologiques et la diversité de la flore indigène. Toutes ces plantes à problèmes sont désignées par le terme de néophytes envahissantes. En Suisse, 40 espèces font actuellement partie de la Liste Noire comme néophytes envahissantes manifestement nuisibles. Douze d'entre elles figurent sur la liste des plantes interdites par la Confédération (page 72) et dix-sept autres sur la Watch List comme néophytes envahissantes potentiellement nuisibles. (Contenu du chapitre du site www.neophyt.ch).

Mesures de prévention

Pour éviter le risque d'accroissement, il convient de renoncer aux espèces problématiques ou du moins de surveiller leur expansion.

Aussi s'agit-il d'accompagner toutes les plantes de la Liste Noire et de la Watch List commercialisables (vente au détail, livraison et plantation par des jardiniers de la clientèle) d'informations. Les acquéreurs doivent être informés sur la manière d'utiliser ces plantes afin d'empêcher leur dissémination incontrôlée dans l'environnement.

L'élimination du matériel végétal nécessite un soin tout particulier, car certaines parties végétales peuvent se propager et se multiplier. Les cantons disposent de feuillets d'information sur la lutte directe contre les néophytes. On trouve également des articles d'actualité traitant des néophytes sur Internet.

Bases légales

En vertu de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage, le lâcher d'espèces étrangères dans l'espace public est soumis à autorisation :

«Art. 23: L'acclimatation d'espèces, sous-espèces et races d'animaux et végétaux étrangères au pays ou à certaines régions nécessite une autorisation du Conseil fédéral. Cette disposition ne concerne pas les enclos, les jardins et les parcs, ni les exploitations agricoles et forestières.»

Les plantes interdites par la Confédération sont définies à l'annexe 2 de l'ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement.

Élaborées principalement avec la participation des pays voisins, la Liste Noire et la Watch List contiennent certaines plantes qui sont à peine connues ou des plantes telles que le laurier-cerise, le paulownia et le mahonia qui, chez nous, ne se sont jusqu'à présent pas propagées dans la nature.

L'expérience dans d'autres pays européens a cependant montré qu'il convient de surveiller de près ces plantes.

Plantes interdites par la Confédération (état de mai 2014)	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Ambroisie élevée, Ambroisie à feuilles d'Armoise
<i>Crassula helmsii</i>	Orpin de Helms
<i>Elodea nuttalli</i> Nuttalls	Élodée de Nuttall
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Berce du Caucase
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Hydrocotyle fausse-renoncule
<i>Impatiens glandulifera</i>	Impatiente glanduleuse
<i>Ludwigia</i> spp.	Jussies sudaméricaines
<i>Reynoutria japonica</i> = <i>Fallopia</i> j. = <i>Polygonum cuspidatum</i>	Renouées asiatiques
<i>Reynoutria sachalinensis</i> + <i>R. X bohemica</i>	Renouée Sakhaline + Renouée de bohème
<i>Rhus typhina</i>	Sumac
<i>Senecio inaequidens</i>	Séneçon du Cap
<i>Solidago</i> spp. (<i>S. canadensis</i> , <i>S. gigantea</i> , <i>S. nemoralis</i> ; ohne <i>S. virgaurea</i>)	Solidages américains, Verges d'or américaines, hybrides incl.

Toutes les informations et les listes actuelles peuvent être consultées sur:

<http://www.infoflora.ch/fr/>

4

Produits phytosanitaires

4. Produits phytosanitaires

Composition et classification des produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires sont constitués d'une ou plusieurs substances actives, ainsi que de diverses substances auxiliaires, qui ont des propriétés différentes. Les produits modernes destinés à la pulvérisation sont donc un mélange complexe de différents additifs aux fonctions les plus variées. Voici quelques exemples d'additifs:

- **Les produits mouillants**
Ce sont des additifs aux caractéristiques de savon, qui diminuent la tension superficielle naturelle de l'eau conférant à la bouillie un bon pouvoir mouillant et une dispersion régulière à la surface des organes traités.
- **Les produits adhésifs**
Ils augmentent, sur la plante, la résistance des bouillies aux intempéries.
- **Les stabilisateurs**
Ces additifs favorisent la persistance de la substance active en solution ou dans la bouillie.
- **Les produits de pénétration**
Ils améliorent la pénétration de la substance active à travers la cuticule.
- **Les émulsifiants et solvants**
Ces additifs empêchent la séparation des différents composants des préparations et assurent la stabilité de celles-ci. Ils favorisent l'homogénéisation de la solution en milieu aqueux lors de la préparation des bouillies.
- **Les substances répulsives et dénaturantes**
Elles confèrent au produit une couleur voyante ou une odeur désagréable, évitant ainsi des accidents par confusion de produits. L'odeur désagréable d'un produit n'est souvent pas due à un additif, mais elle peut être typique d'une substance active comme les esters phosphoriques.
- **Les ballasts**
Ils servent à compléter le volume des produits et sont surtout mélangés à des émulsions, des poudres mouillables ou des granulés pour obtenir des quantités adaptées à la préparation de bouillies ou à l'épandage. Exemples: talc, kaolin, chaux, bentonite, plâtre.

Additifs pour les produits phytosanitaires

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| ▪ Traceurs de dérive | ▪ Mouillants |
| ▪ Activateurs | ▪ Produits de pénétration |
| ▪ Emulsifiants | ▪ Tampons |
| ▪ Antimousses | ▪ Tensioactifs |
| ▪ Ballasts | ▪ Stabilisateurs |
| ▪ Adhésifs | ▪ Dénaturants |
| ▪ Solvants | ▪ Emollients |

Formulations

On désigne sous le terme de formulation la forme sous laquelle la substance active et les additifs mélangés sont présentés. Le choix des formulations s'oriente selon les exigences de la pratique et selon des considérations de toxicologie et de technique de production. On classe les produits phytosanitaires d'après leurs formulations, dont la liste figure ci-dessous avec, entre parenthèses, l'abréviation internationale correspondante.

- **Concentré émulsionnable (EC)**
Fluides huileux insolubles dans l'eau. Les gouttes émulsionnées nagent librement dans l'eau. Les émulsions se reconnaissent en général à l'aspect laiteux qu'elles donnent en mélange avec de l'eau. Si on laisse la bouillie au repos, les gouttes d'émulsion remontent à la surface.
- **Concentré soluble (SL)**
Substance active fluide dissoute en solution aqueuse.
- **Suspension concentrée (SC)**
Substances solides dont les particules très fines sont dispersées dans l'eau. Plus la suspension est stable, plus il faut de temps pour que ces substances se déposent au fond lorsque la bouillie est laissée au repos. Il est important de secouer ces produits avant ouverture.
- **Poudre mouillable (WP)**
Substances finement broyées, pulvérulentes, donnant une suspension stable dans l'eau.
- **Granulés mouillables (DG)**
Ces granulés se délitent rapidement dans l'eau et donnent des suspensions stables, avec l'avantage sur les poudres solubles qu'ils ne dégagent pas de poussière lors de la manipulation. Les risques d'inhalation par l'utilisateur sont ainsi réduits.
- **Poudre (DP)**
Ces poudres sont appliquées à sec directement sur les plantes au moyen d'appareils de saupoudrage. L'application se fait de préférence lorsque les plantes sont encore humides de rosée.
- **Aérosol (AE)**
Fluides appliqués sans dilution, en spray ou au moyen de nébulisateurs.
- **Fumigant (FU)**
Poudres en boîtes ou en blocs pressés qui se dispersent après inflammation ou par exposition à l'humidité. Ces produits ne sont plus guère utilisés que pour la lutte contre les rongeurs.

Classification des produits phytosanitaires selon les organismes visés

Les produits phytosanitaires sont souvent classés selon les organismes qu'ils sont destinés à combattre. Il existe normalement dix groupes principaux, divisés en sous-groupes.

Produits phytosanitaires et leurs organismes cibles	
Groupes de produits	Cibles
▪ Insecticides	▪ Insectes
▪ Acaricides	▪ Acariens
▪ Nématicides	▪ Nématodes
▪ Molluscicides	▪ Gastéropodes (font partie des mollusques)
▪ Rodenticides	▪ Rongeurs et mammifères fouisseurs
▪ Fongicides	▪ Champignons, maladies fongiques
▪ Bactéricides	▪ Bactéries
▪ Herbicides	▪ Adventices, plantes en général
▪ Désinfectants des semences	▪ Ravageurs et maladies des semences
▪ Phytorégulateurs	▪ Régulateurs de croissance qui modifient la croissance des plantes
D'autres groupes peuvent être distingués à l'intérieur de ces domaines:	
▪ Aphicides	▪ Insecticides spécifiques pour la lutte contre les pucerons
▪ Arboricides	▪ Herbicides utilisés sur les plantes ligneuses
Parmi les insecticides et acaricides, certains sont actifs contre un seul stade de développement:	
▪ Adulticides	▪ Ravageurs adultes
▪ Larvicides	▪ Larves (chenilles, asticots)
▪ Ovicides	▪ Œufs de ravageurs

Insecticides

Un insecticide est une substance destinée à tuer des insectes à leurs différents stades de développement. Le premier insecticide synthétique a été breveté en 1892. Il s'agit du produit Antinonin, développé par le fabricant de colorants Friedr. Bayer & Co. et qui contenait la substance active colorant 4,6-Dinitro-ortho-crésol (DNOC).

Principes d'action des insecticides

On peut classer les insecticides selon leur principe d'action, mais de nombreuses préparations agissent selon plusieurs de ces mécanismes.

Toxiques par ingestion: Ils sont absorbés activement avec la nourriture par les larves d'insectes ou par les adultes. Ils déploient leurs effets dans l'intestin. L'insecte continue de se nourrir jusqu'à ce que l'insecticide agisse.

Exemples de toxiques par ingestion: Roténone, perméthrine, préparations spécifiques bactériennes et virales.

Toxiques par contact: Le ravageur doit entrer en contact avec la bouillie de traitement.

L'absorption dans le corps de l'insecte se fait par les pattes, les antennes, le rostre et les membranes intersegmentaires. La plupart des insecticides ont une action de contact plus ou moins développée.

Exemples de toxiques de contact: Pyrèthre ainsi que les huiles végétales et minérales.

Toxiques respiratoires: La matière active est absorbée sous forme gazeuse par les orifices

respiratoires et parvient de là aux mitochondries (lieux de la respiration cellulaire). La respiration des ravageurs est réprimée et ils étouffent.

Exemples de toxiques respiratoires: Diafenthiuron, dichlorphos et pirimicarbe.

Comportement des insecticides à la surface des plantes

On distingue trois groupes d'insecticides selon leur comportement à la surface des plantes:

Insecticides sans action en profondeur: La substance active reste à la surface de la plante et ne pénètre pas dans les tissus.

Exemples: La plupart des insecticides à base de végétaux ainsi que les pyrèthroïdes de synthèse.

Insecticides avec action en profondeur: Ces produits pénètrent à l'endroit de leur application dans les tissus des feuilles ou des fruits, mais ne sont pas transportés dans la plante.

Exemples: Certains esters phosphoriques, l'abamectine et le diazinon.

Insecticides avec action systémique: La substance active appliquée sur la surface de la plante traverse la cuticule et l'épiderme pour pénétrer dans les tissus et parvenir aux vaisseaux. Elle est ensuite transportée par la sève vers tous les organes de la plante. Les ravageurs cachés sont ainsi touchés aussi, alors qu'ils sont difficiles à atteindre avec des produits d'action locale. L'absorption de substance active n'est toutefois pas toujours suffisante ou la dilution est trop grande. C'est pourquoi les espoirs mis dans ce mode d'action ne se réalisent pas toujours en pratique. On distingue deux groupes d'insecticides systémiques:

- Les insecticides systémiques foliaires: Ils sont appliqués par pulvérisation sur le feuillage. La substance active pénètre à travers la cuticule et l'épiderme des feuilles et des tiges pour atteindre les vaisseaux conducteurs de la sève, puis est distribuée dans la plante entière. Exemples: Le diméthoate et tous les néonicotinoïdes comme l'imidacloprid et le thiametoxam.
- Les insecticides systémiques racinaires: La plante absorbe les substances actives par ses racines. La durée d'action de ces granulés ou bâtonnets est relativement longue car ils ne se dissolvent que progressivement dans le sol. Leur mode d'action est comparable à celui des insecticides systémiques foliaires. Exemples: Le carbosulfan ainsi que l'imidacloprid et le thiametoxam.

Groupes de substances actives parmi les insecticides

D'un point de vue chimique, on distingue les matières premières anorganiques, les extraits de matières premières végétales et les insecticides synthétiques. On peut les classer en groupes distincts selon leurs substances actives.

Esters phosphoriques: Les premiers esters phosphoriques ont été synthétisés vers la fin des années 40. Ils sont, pour la plupart, des toxiques à large spectre d'action du système nerveux. Ils agissent comme toxiques par ingestion, par contact et respiratoires et ont été longtemps les insecticides les plus courants.

Seuls des produits contenant du diméthoate et du chlorpyrifos sont encore en vente.

Carbamates: Les carbamates sont des toxiques du système nerveux. L'inhibiteur de métamorphose fénoxy-carbe et l'insecticide spécifique contre les pucerons appartiennent aux carbamates.

Nitroguanidines ou néonicotinoïdes: Ce groupe d'insecticides est le plus récent et actuellement le plus rentable au monde. Il s'agit de toxiques du système nerveux ayant une action de longue durée, en profondeur ou systémique. Ils n'atteignent leur pleine efficacité qu'après quelques jours. Ils sont utilisés essentiellement contre les ravageurs suceurs.

Exemples: L'imidacloprid, le thiametoxam et le thiaclopride contre les pucerons, les mouches blanches, les sciarides et les coléoptères. Ces produits sont très bien tolérés par les plantes, miscibles sans problème et utilisables à pratiquement toutes les températures. Ils sont en partie toxiques pour les abeilles et leur utilisation a été fortement restreinte ces dernières années.

Pyréthroïdes de synthèse: Ces produits sont apparentés de près au pyrèthre naturel, qui est un extrait de plantes. Ce sont des substances efficaces en concentrations extrêmement faibles. Les pyréthroïdes de synthèse sont des toxiques par ingestion et contact. Comme ils n'ont pas d'effet en profondeur, les ravageurs doivent entrer en contact avec la bouillie de traitement. La face inférieure des feuilles doit donc être bien mouillée. Et comme les pyréthroïdes de synthèse sont toxiques pour les acariens prédateurs, ils ne doivent pas, à peu d'exceptions près, être utilisés dans des cultures pérennes. Exemples de substances actives de ce groupe: Cyperméthrine, deltaméthrine, lambda-cyhalothrine, perméthrine.

Insecticides végétaux: Les produits de ce groupe agissent par contact comme toxiques du système nerveux. Utilisés avant la découverte du DDT, à côté des insecticides inorganiques, ils n'avaient pas beaucoup d'importance car leur extraction (particulièrement celle du pyrèthre, issu d'inflorescences séchées d'un chrysanthème) coûtait relativement cher, ils étaient, de plus, instables à l'air et à la lumière.

Les insecticides végétaux connaissent depuis peu une renaissance due surtout aux efforts de la culture biologique. Ils peuvent être utilisés pour la lutte contre les pucerons, les insectes suceurs des feuilles, les mouches blanches, les acariens et les chenilles se nourrissant de feuilles. Exemples d'insecticides végétaux: Pyrethrum, roténone (Deris), quassia ou extrait de neem.

Régulateurs de la croissance des insectes (RCI): Divers toxophores appartiennent à cette famille de produits qui ont une action simulant celle des hormones et des enzymes naturelles des insectes. Ils perturbent la croissance normale et le développement des insectes et sont en général inoffensifs pour les vertébrés et les plantes. Les régulateurs de la croissance des insectes sont répartis en trois groupes:

- Les inhibiteurs de métamorphose sont des hormones synthétiques qui agissent comme les hormones naturelles de la larve en empêchant le changement d'un stade de développement vers le suivant (p. ex. de l'œuf à la chenille ou de la chenille à la chrysalide). On les utilise surtout contre les larves matures de tordeuses de la pelure et comme ovicides contre le carpocapse des pommes et des prunes, la petite tordeuse des fruits et contre les larves de lecaniums du cornouiller (p. ex. fénoxycarbe).
- **Les accélérateurs de mue** agissent comme l'hormone naturelle de mue, l'ecdysone. Ils provoquent une initiation instantanée de la mue et la larve meurt au bout de quelques jours, le tébufénozide en est un exemple.
- **Les inhibiteurs de mue** sont chimiquement des liaisons uréiques qui inhibent la formation de la carapace chitineuse chez les insectes. Lorsque les larves muent, la nouvelle enveloppe ne se forme pas correctement et les ravageurs meurent. Les inhibiteurs de mue peuvent être utilisés contre diverses chenilles comme celles des phalènes hiémales, des noctuelles ou des mineuses. Exemples de produits: Diflubenzuron et Téflubenzuron.

Phéromones: Ces produits ont plusieurs effets physiologiques. Les phéromones les plus connues sont les phéromones sexuelles spécifiques de certaines espèces, qui servent à attirer les mâles. De nombreuses phéromones sexuelles peuvent être synthétisées.

Pour le contrôle des attaques, on utilise les phéromones sous forme de pièges gluants «parfumés», surtout en arboriculture fruitière et en viticulture. La capture de papillons comme les carpocapses permet d'évaluer l'importance des populations et le risque d'une infestation dépassant le seuil de tolérance économique.

Attention:

Ne jamais appliquer d'inhibiteurs de métamorphose sur des inflorescences ouvertes, car ils peuvent alors nuire aux abeilles. Les individus contaminés transportent la substance active dans la ruche.

Pour cette technique de confusion sexuelle, on place un grand nombre de sources de phéromones dans une parcelle, ce qui perturbe fortement l'orientation des mâles. Ceux-ci sont alors incapables de trouver les femelles, qui ne seront ainsi pas fécondées et n'auront pas d'œufs viables.

Préparations bactériennes: Les principales préparations bactériennes sont fabriquées avec diverses souches de *Bacillus thuringiensis*. Les bactéries sont ingérées par les chenilles et parviennent dans leur estomac. Les cristaux de toxine des bactéries détruisent le tractus intestinal et les chenilles meurent après quelques jours. On trouve dans le commerce différentes souches contre les chenilles, les doryphores, les sciarides et les larves de moustiques.

Préparations virales: Les virus de la granulose tiennent actuellement une grande place dans la lutte contre le carpocapse et les tordeuses de la pelure. Les virus agissent de manière très spécifique. Comme les bactéries, ils parviennent par ingestion dans le corps des ravageurs, s'y multiplient massivement et le font mourir rapidement.

Préparations à base d'acides gras: Il s'agit d'acides gras naturels, formulés habituellement en sels potassiques. Ce sont des toxiques de contact, utilisés surtout dans les jardins familiaux et sur les plantes d'ornement et d'intérieur, contre les pucerons et les acariens. Les plantes doivent être bien mouillées sur toutes les faces.

Préparations à base d'huiles: Elles sont basées sur des huiles minérales ou végétales. Certaines formulations sont proposées en combinaison avec des esters phosphoriques. Les préparations à base d'huiles sont utilisées principalement pour réduire les effectifs de ravageurs hivernants en cultures fruitières, en viticulture et en horticulture. L'application se fait durant la période de repos végétatif jusque peu avant le débourrement. Autrefois, les cultures pérennes faisaient habituellement l'objet de traitements avec ces huiles. Il existe aujourd'hui de nombreuses autres possibilités de lutte sélective contre les pucerons, les insectes suceurs du feuillage et les acariens, mais les huiles sont toujours appréciées dans la lutte contre les cochenilles. On les utilise aussi sur les plantes d'appartement à feuillage coriace pour lutter contre les cochenilles farineuses, les pucerons lanigères et les lécanines (cochenilles).

Acaricides

Les acaricides sont des produits destinés à lutter contre les acariens nuisibles aux plantes. Certains insecticides sont également efficaces contre les acariens, alors que certains acaricides le sont contre des insectes.

Le produit adéquat permet souvent de réduire l'importance des problèmes dus aux acariens. Pour prévenir les résistances, il importe, s'il faut plusieurs traitements, de choisir des produits ayant des mécanismes d'action différents. Les effets secondaires des insecticides et des fongicides sur les acariens (particulièrement sur les acariens prédateurs, ennemis naturels des acariens nuisibles aux plantes) semblent aussi influencer l'apparition de résistances. Par ailleurs, certains fongicides favorisent les acariens, comme par exemple le captane qui combat aussi les maladies fongiques des acariens. Certains ont, par contre, une efficacité acaricide secondaire comme le soufre, le benzimidazole et le dithiocarbamate.

Certains acaricides agissent sur les stades mobiles des acariens (p. ex. l'abamectine ou le fenpyroximate), d'autres sur les œufs et les jeunes larves (clofentézine). D'autres encore agissent à tous les stades (tébufenpyrad).

Conseil pratique:

Les acariens sont souvent devenus résistants à différents acaricides. Il est donc recommandé de n'utiliser un acaricide donné qu'une ou deux fois par an. En général, les acaricides n'ont qu'une action de contact ou au mieux localement systémique, ce qui nécessite une application minutieuse sur toutes les faces des plantes attaquées.

Nématicides

Les sols infestés de nématodes sont souvent le résultat de plusieurs années de monoculture sans rotations. La meilleure méthode de lutte contre les nématodes nuisibles aux cultures est la prévention qui consiste en mesures favorisant la bonne santé du sol à long terme. (Les produits chimiques ont été retirés du commerce.)

Molluscicides

Les molluscicides sont des préparations destinées à lutter contre les gastéropodes nuisibles aux cultures agricoles et horticoles. On utilise principalement des granulés à base de métaldéhyde. Il existe aussi des produits pour pulvérisation basés sur la même substance active. Ils agissent contre toutes les limaces nuisibles.

On trouve aussi des granulés antilimaces à base de phosphate de fer, autorisé en culture biologique. L'animal empoisonné disparaît et se dessèche dans sa cachette, sans laisser de traînée de mucilage. Tous les produits antilimaces doivent être utilisés avec modération et de façon ciblée. Il est par ailleurs possible maintenant d'utiliser des auxiliaires pour la lutte contre les limaces. Les nématodes parasites des limaces sont particulièrement efficaces contre les limaces agrestes. Par contre, les limaces rouge-brun des chemins sont moins affectées. Une régulation globale des populations de limaces doit aussi prendre en compte diverses mesures culturales comme les barrières et les moyens mécaniques.

Rodenticides

Les rodenticides sont des préparations destinées à lutter contre les rongeurs nuisibles aux cultures.

Il s'agit essentiellement d'appâts toxiques à ingérer qui sont répandus et de produits de fumigation.

Sous forme de granulés ou de blé empoisonné, on trouve par exemple le bromadiolone et le brodifacoum. Les appâts sont posés dans les galeries à la main ou avec un applicateur. Ils agissent comme inhibiteurs de la coagulation, les animaux meurent alors d'hémorragie interne. Les applications à grande échelle sont problématiques car elles mettent aussi en danger les prédateurs naturels comme les renards ou les rapaces. Dans le domaine de l'agriculture (aussi fruits / baies), il est possible pour la fumigation de poser dans les galeries des cartouches de phosphore d'aluminium ou de nitrate de potasse. Les endroits de pose doivent être ensuite bien obturés. En raison de leur danger et de la forte nuisance olfactive, les rodenticides sont totalement inadaptés à l'utilisation horticole.

Fongicides

Conseil pratique:

Les infections fongiques se produisent bien avant d'être visibles. Aucun fongicide ne peut rendre saines les parties de plantes malades ou mortes. Les fongicides doivent être employés si nécessaire, de manière ciblée et en temps utile, après que l'on a considéré toutes les bonnes pratiques culturales comme la rotation, le meilleur choix variétal, l'hygiène et le bon écartement des plantes.

Les fongicides empêchent la germination des champignons, inhibent ou bloquent leur pénétration dans les plantes ainsi que la croissance du mycélium à l'intérieur des plantes. De nombreux fongicides attaquent le champignon à différents stades de son métabolisme, certains à un seul stade. Ce deuxième type de fongicides comporte un risque plus élevé de créer des souches de champignons moins sensibles ou résistantes. Les fongicides sont classés selon leur mode d'action et selon les groupes de substances actives.

Groupes de substances actives de fongicides

Les groupes de substances actives sont des familles de fongicides groupées selon leur composition chimique. Ils ont souvent des caractéristiques comparables, un spectre d'action analogue et un site d'action identique sur le champignon pathogène. Les principaux groupes de substances actives sont:

- **Les strobilurines**
Exemples: Aazoxistrobine, crésoxyme-méthyle, trifloxistrobine
- **Les inhibiteurs de la synthèse des stérols** (morpholines, triazoles)
Exemples: Diféconazole, fenbuconazole, penconazole, propiconazole
- **Les benzimidazoles**
Exemples: Carbendazime
- **Les phénylamines**
Exemple: Métalaxyl-M

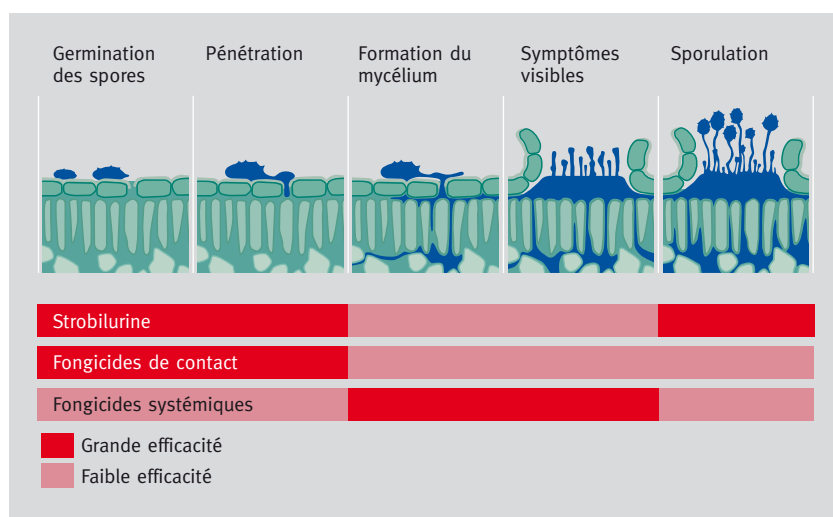
Les résistances concernent souvent tous les produits d'un même groupe; il n'est donc pas conseillé de changer de produit en restant dans le même groupe. De nombreux produits sont vendus comme mélanges de substances actives appartenant à des groupes différents. Si ce n'est pas le cas, il faut passer à des produits d'un autre groupe après avoir utilisé plusieurs fois un produit sur la même culture.

Modes d'action des fongicides

Les fongicides peuvent avoir une action protectrice, curative ou éradicatrice. Les fongicides d'action protectrice empêchent la germination des spores ou la pénétration du champignon dans les tissus de la plante. Cet effet peut s'exercer par une action directe sur la spore ou par une modification des conditions physiologiques de la feuille. Depuis le milieu des années 80, on trouve aussi des fongicides à action curative et éradicatrice. Les premiers peuvent bloquer une infection à son premier stade. Les seconds peuvent combattre une attaque fongique de manière encore plus efficace, lorsque les symptômes sont déjà visibles. Jusqu'ici, on ne dispose de substances éradicatrices que pour la lutte contre les champignons ectoparasites (vivant sur les plantes), comme l'oïdium.

Fongicides de contact: Ces substances forment un dépôt à la surface des plantes et empêchent ainsi la germination des spores et la pénétration du tube germinatif. Les fongicides de contact ne protègent que la surface traitée et non les pousses ultérieures car ils sont lessivés par l'arrosage et les pluies. Leur efficacité préventive dure environ 8 à 10 jours, selon la croissance et les précipitations. Même une utilisation répétée n'induit pas de résistance chez les champignons pathogènes. Exemples: Produits cupriques, produits soufrés, captane, folpet, mancozèbe.

Fongicides systémiques: Ils agissent aussi de manière curative contre des champignons ayant déjà pénétré dans les plantes. La durée d'efficacité est de 7 à 21 jours (rare) selon le produit et la maladie. Les fongicides systémiques protègent également les pousses ultérieures, car les substances actives sont transportées par les vaisseaux conducteurs. Une utilisation répétée peut à la longue développer des résistances. Exemples: Aluminium-Phosétyl, carbendazime, fenbuconazole, métalaxyl-M, propamocarbe.



Modes d'action des fongicides

Fig. 4.1

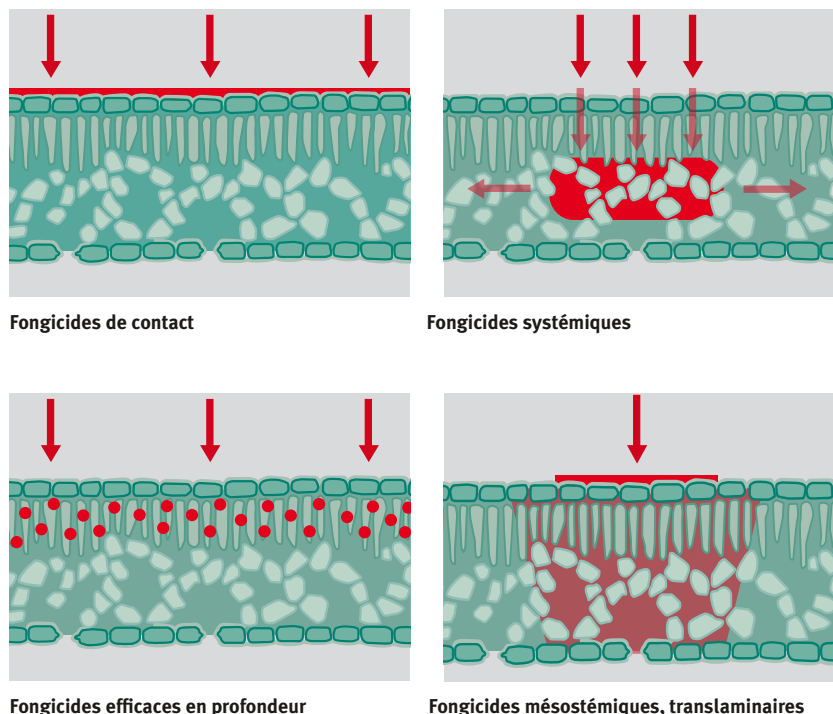


Fig. 4.2

Fongicides efficaces en profondeur: Ils pénètrent dans les tissus des plantes et ont une action curative pendant 1 à 3 jours. L'action préventive dure environ 10 à 14 jours. Ces fongicides protègent les parties traitées des plantes, mais pas les pousses ultérieures. Une utilisation répétée peut, à la longue, développer des résistances.

Exemples: Difenoconazole, Penconazol

Fongicides mésostémiques, translaminaires (strobilurines): Les strobilurines inhibent la germination des spores et ensuite aussi la formation de nouvelles spores. Ces produits pénètrent rapidement dans la feuille et sont très vite insensibles à la pluie. La répartition se fait dans la couche de cire ou systémiquement selon le produit. Les nouvelles pousses sont partiellement protégées. L'efficacité protectrice dure 10 à 21 jours. Le risque d'apparition de résistances en cas d'utilisation incorrecte est relativement élevé.

Exemples: Azoxistrobine, crésoxym-méthyle, trifloxistrobine

Bactéricides

Les bactéries sont des organismes unicellulaires microscopiques. Parmi les milliers d'espèces de bactéries, seules quelques-unes sont connues comme phytopathogènes. Il s'agit avant tout d'espèces des genres *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Agrobacterium* et *Erwinia*.

Il n'y a pas dans le commerce de produits bactéricides en vente libre. Seule la streptomycine peut être obtenue, mais seulement pour l'arboriculture fruitière professionnelle et dans des conditions de surveillance stricte. Elle sert à combattre le feu bactérien.

Le cuivre exerce une action relativement protectrice contre l'une ou l'autre des bactéries pathogènes. Une couche de pulvérisation de cuivre peut dans certaines conditions empêcher la pénétration de bactéries dans les tissus végétaux. Le calcaire et d'autres substances peuvent aussi contribuer à minimiser les infections bactériennes, mais ils ne conviennent pas à la lutte directe. Il importe avant tout de veiller à l'hygiène, c'est-à-dire:

- utiliser des semences et du matériel de plantation sains,
- pratiquer une rotation régulière des cultures,
- éviter les blessures lors de la taille,
- désinfecter régulièrement les outils,
- stériliser les terreaux de semis et les installations de culture,
- éliminer les plantes malades.

Herbicides

Les herbicides sont des substances permettant de tuer les plantes. En termes de quantité, les herbicides sont le produit phytosanitaire le plus employé au monde comme en Suisse.

Herbicides totaux et sélectifs

Les herbicides totaux causent des dommages à toutes les plantes. Les herbicides sélectifs sont supportés par certaines espèces de plantes sous certaines conditions, mais parfois c'est seulement la quantité appliquée qui détermine si un herbicide agit sélectivement sur certaines plantes ou s'il est un herbicide total.

Les **herbicides totaux** ne permettent en général pas de lutte sélective. Ils sont toxiques pour toutes les plantes et ne doivent entrer en contact avec les plantes cultivées ni par traitement aérosol ni par ruissellement.

- Les herbicides totaux à longue durée d'action sont aussi appelés herbicides résiduels. Il s'agit en général d'herbicides appliqués au sol et peu hydrosolubles. Ils peuvent agir sur les cultures ultérieures si les délais d'attente ne sont pas respectés. Comme seules les surfaces humiques, c'est-à-dire cultivées, peuvent être traitées avec des herbicides, on ne trouve plus dans le commerce de vrais herbicides totaux à longue durée d'action.
- Les herbicides totaux non résiduels n'ont guère d'effets secondaires et les délais d'attente sont courts. Les plantes les absorbent généralement par le feuillage.

Exemples: Roundup, Touchdown, Basta, Réglone.

Les **herbicides sélectifs** n'agissent que sur certaines plantes, en épargnant les autres. Comment? La sélectivité est basée sur les facteurs suivants:

- **Formes et structures différentes** des plantes cultivées et des adventices
Par exemple, les herbicides pour gazons n'adhèrent pas aux feuilles hydrophobes des graminées, par contre ils adhèrent parfaitement sur les adventices à grandes feuilles garnies de poils.
- **Particularité du métabolisme** de certaines plantes cultivées
La plante cultivée ne réagit pas à l'herbicide, l'adventice oui. Par exemple, le maïs peut métaboliser l'atrazine alors que d'autres plantes herbacées ne le peuvent pas. Les herbicides antigraminées comme Agil et Fusilade n'agissent que contre les graminées.
- **Zones racinaires différentes**, enracinement superficiel ou profond
En général, la plante cultivée a un enracinement profond et l'herbicide atteint les adventices à enracinement superficiel.
- **Age différent** ou stade de développement différent de la plante cultivée et de l'adventice
L'herbicide n'agit par exemple que sur les adventices en germination, comme Goal, Stomp ou Surflan.

Période d'application des herbicides

La période d'application dans le cycle vital des plantes est un critère important dans l'utilisation des herbicides. On distingue trois types:

Traitement avant semis: L'herbicide est appliqué avant le semis de la plante cultivée et peut ou doit être enfoui selon la préparation utilisée.

Traitement de prélevée: L'herbicide est appliqué après le semis, mais avant la levée de la culture ou des adventices selon le produit.

Traitement de postlevée: L'application a lieu après la levée de la culture (ou des adventices), généralement à un stade précis de la croissance et dans des conditions météorologiques précises.

Traitement sous feuillage: L'herbicide est appliqué entre les lignes et sous les feuilles de la culture au moyen d'appareils spéciaux comme le pulvérisateur en lignes ou le pulvérisateur avec cloche cache-herbicide ou écran protecteur.

Herbicides de contact

Il s'agit d'herbicides brûlant plantes, pénétrant principalement ou exclusivement par les feuilles et qui ne sont pas transportés dans les plantes. Ils endommagent la plante près de l'emplacement d'impact, c'est-à-dire là où la bouillie de traitement entre en contact avec la surface de la plante.

L'action des herbicides de contact se limite aux plantes dépourvues de réserves, comme les adventices annuelles. Les vivaces ne sont en général pas suffisamment atteintes. Les produits typiques de ce groupe sont Réglone ou Basta.

Herbicides systémiques foliaires (régulateurs de croissance)

Ces herbicides sont absorbés principalement par le feuillage et transportés ensuite dans la plante (translocation). Les représentants les plus connus de ce groupe sont les acides gras phénoxyques, qui perturbent le métabolisme hormonal de croissance des plantes. C'est pourquoi on parle de régulateurs de croissance. La plupart des herbicides pour gazons ou ceux utilisés contre les liserons appartiennent à ce groupe.

D'autres herbicides perturbent le métabolisme de la plante ou la division cellulaire ou d'autres processus souvent encore mal connus. Ce sont tous des herbicides systémiques qui n'agissent pas à l'endroit de la pénétration mais dans d'autres tissus où la substance active doit d'abord être transportée.

Les herbicides foliaires sont principalement distribués dans les plantes par le phloème, qui transporte les produits de l'assimilation et les hydrates de carbone élaborés dans le feuillage. Ces assimilats ne sont toutefois transportés hors des feuilles que si ces dernières en produisent plus qu'il ne leur en faut pour croître ou respirer. La plus importante exportation est donc le fait de

Conseil pratique:

Comme les résidus d'herbicide même en petites quantités peuvent endommager définitivement les plantes, il faut utiliser pour ces produits des appareils et des récipients spécialement marqués et qui leur sont réservés.

Conseils pratiques:

Période optimale d'application des herbicides systémiques :

- Les adventices doivent être en pleine végétation.
- Les produits doivent adhérer aux feuilles durant au moins 4 à 5 heures, sans pluie ni rosée.
- L'efficacité est souvent réduite si les températures sont au-dessous de 10 °C.
Si les températures dépassent 25 °C, il y a danger de brûlures et d'efficacité moindre.
- Les herbicides pour gazons peuvent occasionner des dégâts aux gazons si la luminosité est très forte.
- Il faut absolument éviter la dérive des produits sur des parcelles voisines, donc ne jamais traiter s'il y a du vent.

feuilles entièrement développées et capables d'assimiler, lorsque la météo est favorable à la croissance. Les jeunes feuilles encore en développement n'exportent pas d'hydrates de carbone, ni non plus les herbicides qui leur ont été appliqués.

Les substances actives qui normalement sont très mobiles à l'intérieur des plantes peuvent avoir une action de contact en cas de surdosage, ce qui inhibe leur translocation. C'est souvent la raison de la faible efficacité constatée sur les adventices pérennes lors de surdosages avec des herbicides pour gazons. Les produits du groupe des herbicides systémiques foliaires sont: Roundup, Touchdown, Duplosan KV Kombi, Agil, Fusilade.

Herbicides racinaires

Ces substances actives sont absorbées par les racines et transportées ensuite dans la plante. Elles agissent en général au niveau des feuilles ou d'autres organes des plantes. Leur rémanence dans le sol est durable, d'où leur nom: herbicides résiduels.

Sol: L'herbicide racinaire pénètre plus ou moins bien selon la structure du sol. Le dosage doit être adapté en conséquence. Différents dosages peuvent aboutir à la même efficacité. Les indications nécessaires se trouvent dans les modes d'emploi.

- **Sol humifère:** L'herbicide ne pénètre pas en profondeur, les particules d'humus le retenant à la surface. Il est donc nécessaire d'appliquer une quantité importante d'herbicide pour obtenir une efficacité suffisante. Les substances actives sont rapidement dégradées dans les sols humifères, ce qui raccourcit leur durée d'action.
- **Sol normal:** L'herbicide pénètre un peu plus profondément dans les sols mi-lourds.
- **Sol sableux:** L'herbicide pénètre profondément dans le sol. Les quantités nécessaires sont donc réduites. Par contre, le danger de lessivage est particulièrement grand.

Humidité du sol: La substance active ne peut pénétrer dans le sol qu'avec de l'eau; les herbicides peuvent perdre toute efficacité en cas de sécheresse. Les herbicides résiduels ne doivent donc être utilisés que sur sol humide; en cas de sécheresse, il faut procéder à un arrosage avant et après l'application. Contrairement aux herbicides systémiques foliaires, l'efficacité des herbicides résiduels ne dépend pas de la température.

Calcul des concentrations de produits

Les **herbicides résiduels** sont calculés en grammes par unité de surface. La concentration est déterminée d'après la quantité d'eau distribuée. Si l'emballage indique: Utilisation 1 g/m², qu'est-ce que cela signifie pour les divers modes d'application?

- Application au moyen **d'un pulvérisateur à dos:** un appareil d'une contenance de 10 l suffit pour environ 100 m². Concentration pour un pulvérisateur à dos: 100 g dans 10 l d'eau.
- Les **pulvérisateurs modernes à barres** de traitement peuvent appliquer les herbicides avec très peu d'eau. Ils utilisent 300 à 600 l d'eau par ha, ce qui correspond à 3 à 6 l par 100 m².
- L'application au moyen **d'un arrosoir** nécessite les mêmes quantités de substance active par m². Un arrosoir de 10 litres suffit pour environ 10 m², selon la pomme d'arrosage (un essai est nécessaire). On utilise donc 100 litres pour 100 m² et la concentration est de 10 g par arrosoir de 10 litres.

En général, si l'on veut obtenir une efficacité satisfaisante, il faut utiliser avec les herbicides résiduels des quantités de bouillie supérieures à celles utilisées avec les herbicides foliaires.

Herbicides systémiques foliaires: Les concentrations recommandées sont exprimées en % de la quantité d'eau ou en quantité par unité de surface. On compte 8 à 10 l d'eau par 100 m² pour les pulvérisateurs à dos et 2 à 5 l pour les pulvérisateurs à barres de traitement.

Produits de désinfection des semences

Les produits de désinfection des semences sont utilisés contre les maladies ou les ravageurs. Les semences sont traitées dans ce but au moyen de fongicides et/ou d'insecticides, principalement dans des machines spéciales qui assurent une répartition régulière des produits chimiques sur les graines. Les produits de désinfection des semences sont généralement de couleur vive, afin de prévenir la consommation des graines traitées.

Régulateurs de croissance

Les régulateurs de croissance chimiques sont utilisés dans le monde entier sur de très nombreuses cultures, par exemple sur les céréales pour éviter la verse (plantes couchées), en arboriculture fruitière pour réguler la charge de fruits, sur le coton pour permettre la récolte mécanique ou dans les cultures d'ananas pour induire la floraison, pour ne citer que quelques exemples. Les quantités utilisées dans les cultures ornementales sont infimes en comparaison.

Qu'est-ce qu'un régulateur de croissance?

Les différents stades de la vie et le comportement des organismes vivants dépendent de très nombreuses hormones, composés organiques qui influencent les processus vitaux, même en quantités très faibles. La croissance des plantes est influencée par les phytohormones, dont l'efficacité dépend des quantités relatives et des concentrations. Par exemple, l'acide indole 3-acétique ou AIA est actif à une concentration de 1 à 10 mg pour 1000 kg de matière végétale. On peut extraire l'AIA à partir des plantules d'avoine et pour en obtenir un gramme, il faudrait 3000 hectares de plantules d'avoine.

Les phytohormones peuvent soit favoriser, soit inhiber la croissance. On en connaît quatre groupes: les auxines, les cytokinines, les gibbérellines et les abscissines; s'y ajoute une substance analogue aux phytohormones, l'éthylène. Toutes ces substances régulent un grand nombre de processus de croissance, de développement et de différenciation.

Auxines: Les auxines sont les phytohormones les plus répandues. Elles sont synthétisées dans les tissus méristématiques des racines et des feuilles et transportées de là vers les zones de croissance de la plante. Les auxines favorisent la division et l'allongement des cellules, la formation du cambium et des racines ainsi que la dominance apicale. L'acide indole 3-acétique est un représentant important de ce groupe. On l'utilise, comme d'autres substances de croissance, comme herbicide dans les produits pour gazons ou pour céréales ou dans les herbicides contre les liserons. Dit plus simplement, les cellules des plantes traitées réagissent à un surdosage d'hormones de croissance en croissant jusqu'à la mort.

Cytokinines: Elles sont formées principalement dans la partie apicale des racines. Elles favorisent la division et l'allongement des cellules, rompent la dormance, inhibent la dominance apicale, accélèrent la régénération des pousses en cultures de tissus et retardent les processus de vieillissement. Les fleurs coupées en vase ont une durée de vie réduite en raison de l'absence de cytokinines fournies par les racines.

Gibbérellines: Ces phytohormones sont synthétisées surtout dans les feuilles et les racines jeunes. On a découvert plus de trente gibbérellines différentes. Elles régulent les processus de différenciation, elles peuvent rompre la dormance et faire fleurir en jours courts les plantes de jours longs. Elles favorisent de plus la croissance en longueur. Les régulateurs de croissance chimiques (Alar, Bonzi, Cycocel ou Primo Maxx) diminuent la production de gibbérellines et génèrent ainsi une croissance plus compacte. Le produit Berelex contient de l'acide gibbérellique et exerce sur les plantes les mêmes effets que les régulateurs de croissance naturels.

Abscissines: Ces substances peuvent être considérées comme des régulateurs naturels de croissance. Elles déclenchent la dormance et contribuent au vieillissement des plantes. La lumière faible et les températures basses à l'automne, de même que la sécheresse, favorisent la formation d'abscissines. Il y a des interactions entre les abscissines et les autres phytohormones.

Ethylène: Cette substance très importante déclenche le vieillissement ou le flétrissement précoce. Si l'on applique de l'éthylène sur la plante, elle en produit elle-même davantage. Cette substance est produite dans tous les organes photosynthétiques de la plante et sa synthèse est favorisée par des températures extrêmes, la sécheresse et les infections. Si l'on excepte le déclenchement de la floraison chez les broméliacées, les effets de l'éthylène en horticulture sont plutôt nocifs. Il peut poser un problème dans le transport ou lors d'un entreposage confiné (serré).

Les régulateurs de croissance que l'on trouve sur le marché sont des substances non végétales. Leur effet repose en grande partie sur l'inhibition ou le blocage de la synthèse, par la plante, de substances favorisant ou freinant la croissance. Ils n'exercent aucune influence sur des organismes autres que les plantes.

Conseil pratique:

On nomme applications en split les utilisations répétées en pulvérisation, à doses réduites (normalement de moitié), des régulateurs de croissance. Deux pulvérisations à mi-dose chacune sont en général plus efficaces qu'une seule application à dose normale. L'effet est plus régulièrement réparti et plus prévisible.

Règles de base pour l'utilisation de régulateurs de croissance

Les régulateurs de croissance ne peuvent pas raccourcir des plantes déjà trop allongées. C'est pourquoi leur utilisation en tant que mesure culturale doit être prévue à temps et appliquée de manière ciblée, dans les délais et de manière préventive. Il ne faut pas oublier que ces produits ne développent leurs effets qu'après quelques jours.

Les pulvérisations doivent se faire avec des buses fines et les plantes doivent être humidifiées régulièrement sur tous les côtés. La plupart des produits ne sont transportés que de bas en haut, ce qui implique que les pousses qui ont été peu ou pas touchées par le traitement continuent de pousser.

Les régulateurs de croissance doivent sécher lentement. Le traitement peut se faire le soir ou tôt le matin. Les conditions idéales pour une bonne efficacité sont celles de la croissance optimale des plantes, soit une humidité de l'air élevée et des températures entre 15 et 25 °C. En plein été, les traitements se font souvent à des températures trop élevées et l'efficacité s'en ressent.

Les plantations trop serrées et le manque de lumière provoquent l'étiollement des plantes, qui s'allongent excessivement malgré l'application de régulateurs de croissance. Les écartements trop faibles empêchent souvent les plantes de recevoir chacune suffisamment de substance active. De plus, celle-ci ne parvient qu'aux parties supérieures des plantes, dont les parties inférieures peuvent ainsi poursuivre leur croissance.

Les feuilles traitées ne doivent pas subir d'aspersion dans les douze heures qui suivent. Les régulateurs agissent de manière indirecte, c'est-à-dire qu'ils inhibent les phytohormones favorisant la croissance. Celles-ci ne sont pas toujours fabriquées dans les mêmes quantités. Les effets exacts des régulateurs ne peuvent pas être toujours prédits, même si l'application suit scrupuleusement les consignes, parce que de nombreux facteurs entrent en jeu comme l'espèce et la variété, la fumure, les conditions météorologiques et les techniques culturales.

Délais d'attente

Attention:

Le respect du délai d'attente ne peut garantir l'absence de résidus prohibés sur les récoltes que si l'on a respecté les prescriptions concernant le dosage, le nombre maximal de traitements par culture et la méthode d'application. Concrètement, il faut suivre les indications figurant sur les emballages et les consignes de l'acquéreur des produits récoltés.

La loi sur les denrées alimentaires précise que les denrées alimentaires mises sur le marché ne doivent pas contenir de substances nocives. Les résidus ne sont tolérés que s'ils ne présentent aucun risque pour la santé et sont techniquement nécessaires.

Le délai d'attente indique pour chaque produit phytosanitaire la durée minimale à respecter entre la dernière application et la récolte. Ce délai est fixé pour chaque produit et pour chaque culture en tenant compte des facteurs suivants:

- **La concentration maximale de résidus** sur les produits récoltés ne présente aucun risque pour la santé et est techniquement nécessaire.
- **La rapidité de dégradation** de la substance active après le traitement indique le temps nécessaire pour que les résidus diminuent pour arriver au-dessous du niveau d'absence de nocivité.
- **La nécessité technique** d'une application peu avant la récolte. Par exemple, traitement des concombres de serre dont la récolte est continue sur une longue période.

Comme ces trois facteurs dépendent aussi de la culture traitée, le délai d'attente imposé peut être différent d'une culture à l'autre pour un seul et même produit.

Résistances et mécanismes de résistance

En biologie, la résistance définit la capacité d'un organisme (ou plus précisément d'une espèce biologique) de se défendre contre des influences extérieures. Une résistance peut être absolue, c'est-à-dire représenter une absence totale de sensibilité. Il s'agit néanmoins plus souvent de sensibilité plus ou moins marquée à une influence déterminée. En horticulture et en phytopathologie, on a affaire à deux types de résistances :

- La sensibilité ou la tolérance des **plantes** aux influences négatives comme le froid ou la chaleur, mais aussi aux pathogènes et aux ravageurs.
- La capacité des **organismes nuisibles** de s'adapter à certaines substances actives ou à certains procédés de traitement et de constituer des populations résistantes. Les organismes nuisibles peuvent, au cours des générations, devenir résistants par mutation et sélection.

La résistance des organismes nuisibles aux produits phytosanitaires est un problème à prendre au sérieux, mais on ne peut pas non plus attribuer tous les échecs des applications de produits à des résistances. On constate en pratique que le manque d'efficacité des traitements est le plus souvent dû à une mauvaise technique d'application, au manque de répétitions ou à un traitement trop tardif.

Comment les résistances se développent-elles?

Il y a résistance vraie aux produits phytosanitaires lorsqu'une substance active ou un groupe de substances actives perd rapidement de son efficacité et devient inutilisable pour la lutte après une longue utilisation contre un agent pathogène déterminé.

De telles résistances se développent en raison de variations, d'adaptations ou de mutations, mais aussi en raison d'une diminution de l'absorption de la substance active ou d'une augmentation de sa dégradation par les ravageurs et les maladies. Les différentes sortes de résistances sont :

- **Résistance de comportement:** Un organisme nuisible modifie son comportement, il fuit avant un traitement ou cesse toute ingestion de nourriture en présence de produits d'action systémique.
- **Résistance morphologique:** Le corps d'un organisme nuisible peut s'adapter, par exemple lorsque les mouches domestiques développent des carapaces de chitine plus épaisses sur leurs pattes et sont moins exposées aux insecticides de contact.
- **Résistance physiologique:** Le métabolisme ou la digestion d'un organisme nuisible «apprend» à dégrader les substances toxiques sans subir de dommages.

Plus un agent pathogène se développe rapidement, plus son cycle est bref et plus il est vraisemblable qu'une population résistante se développera à partir d'individus résistants. Le développement de résistances est aussi favorisé lorsque les substances actives n'ont que peu de points d'attaque dans le métabolisme de l'agent pathogène et que les processus concernés sont dirigés par un petit nombre de gènes. Les résistances se développent normalement non seulement contre les substances chimiques mais aussi contre les produits biologiques, comme *B. thuringiensis*.

Conseils pour la prévention des résistances

- Intégrer les produits phytosanitaires dans une stratégie de lutte impliquant d'autres mesures. La lutte chimique doit être le dernier recours après l'échec des mesures culturales, biologiques, mécaniques et biotechniques.
- Diagnostiquer l'agent pathogène de manière précise et ne traiter qu'après dépassement du seuil de tolérance.
- Exécuter les travaux de protection des plantes toujours soigneusement et dans les règles.
- Respecter les dosages recommandés, éviter les sous-dosages comme les surdosages.
- Tenir compte des mécanismes d'action et des spectres d'efficacité des préparations.
- Combiner judicieusement les produits, par exemple les larvicides et les ovicides contre les ravageurs, ou les fongicides de contact et les systémiques.
- Alternier les groupes de substances actives de manière ciblée.
- N'utiliser de préparations systémiques que si les pathogènes (ainsi que les plantes) sont en phase active.
- Ne pas surestimer l'efficacité des préparations systémiques.

5

Techniques d'application en cultures ornementales

5. Techniques d'application en cultures ornementales

Bonnes conditions générales

Une protection des plantes efficace dans le respect de l'environnement combine les produits adéquats, les conditions cadres idéales et des techniques d'application optimales. Le nombre de produits phytosanitaires disponibles va plutôt baisser à l'avenir et les exigences de qualité et de sécurité vont par contre augmenter. L'horticulteur doit alors accorder encore plus d'attention aux paramètres des techniques d'application et des conditions cadres.

Pour assurer le succès d'un traitement avec un produit phytosanitaire, l'horticulteur doit, non seulement maîtriser le choix du produit, le dosage et la technique d'application, mais aussi réunir les meilleures conditions de traitement et particulièrement les points suivants:

- Les cellules des plantes doivent être saturées d'eau lors des traitements, car les bouillies peuvent, par osmose, provoquer une perte hydrique des cellules. Ne jamais traiter des cultures sèches sous stress.
- Tenir compte du vent. Ne pas traiter lorsque sa vitesse dépasse 5 m/s (18 km/h). Le danger de dérive est trop grand.
- Traiter les ravageurs lorsqu'ils sont actifs (thrips).
- Tenir compte du mode d'action du produit choisi (systémique ou de contact, préventif ou curatif).
- Ne traiter que s'il y a peu ou pas de rosée: la bouillie ruisselle sur les plantes mouillées.
- Les plantes ne doivent pas être exposées à la pluie ni être arrosées durant plusieurs heures après le traitement, afin que la bouillie puisse sécher et pénétrer dans les plantes.
- Les bouillies pénètrent mieux dans les plantes après de longues périodes de mauvais temps, par humidité élevée et durant la saison hivernale, car la cuticule est plus perméable. L'efficacité d'un traitement est alors meilleure en général, mais le risque de dégâts augmente aussi.
- Tenir compte de l'humidité relative: une goutte de 140 µm rétrécit et passe à 80 µm après avoir parcouru 2 m par 25 °C et avec 45 % d'humidité relative. L'idéal est une humidité relative comprise entre 50 % et 80 %.
- Il y a des risques d'efficacité réduite ou même de dégâts aux cultures lorsque les conditions atmosphériques sont trop sèches, trop chaudes ou trop froides (pour les températures optimales voir le tableau de la page 94).

Dosages

La quantité optimale de bouillie dépend de la surface à traiter, de l'appareil utilisé pour l'application et de l'organisme à combattre. Elle varie de 300 à 2000 l/ha pour les pulvérisateurs usuels. Alors que les pulvérisateurs à barres modernes assurent une répartition régulière et une efficacité suffisante avec moins de 300 l/ha, la couverture n'est souvent pas assurée avec moins de 1000 l/ha si l'on utilise un pulvérisateur à dos. Quelques exemples:

- Pour des cultures basses couvrant à peine le sol, la quantité de bouillie avec des modèles usuels d'appareils de traitement et de buses pour la lutte contre des ravageurs vivant dans les bourgeons et les fleurs (thrips et acariens) est à peu près de 15 l/100 m². Ce qui assure une bonne pénétration de la bouillie dans les bourgeons.

- Les champignons pathogènes ainsi que les ravageurs sur les feuilles et sur les pousses doivent être aspergés de tous côtés. Il faut environ 10 l/100 m². Cette quantité de bouillie est nécessaire pour atteindre les ravageurs sous les feuilles, comme les acariens et les mouches blanches.
- La quantité pour les herbicides racinaires est de 10 l/100 m², pour les herbicides foliaires de 8 l/100 m².
- Il suffit d'environ 5 l/100 m² pour l'application de régulateurs de croissance et pour la lutte contre le botrytis sur les inflorescences. L'application ne se fait que sur le dessus des feuilles. Pour des cultures ayant davantage de masse foliaire (p. ex. les arbres fruitiers ou les cultures denses de fleurs à couper), la quantité de bouillie doit être augmentée. Elle peut alors atteindre 20 à 30 l/100 m².

Les nébulisateurs utilisés dans les locaux fermés ne nécessitent que quelques décilitres de bouillie par are de serre. Les bouillies très concentrées sont nébulisées dans l'espace de la serre selon diverses techniques dépendant du type d'appareil. La quantité de substance active par unité de surface est cependant la même qu'avec les procédés traditionnels de pulvérisation ou d'arrosage.

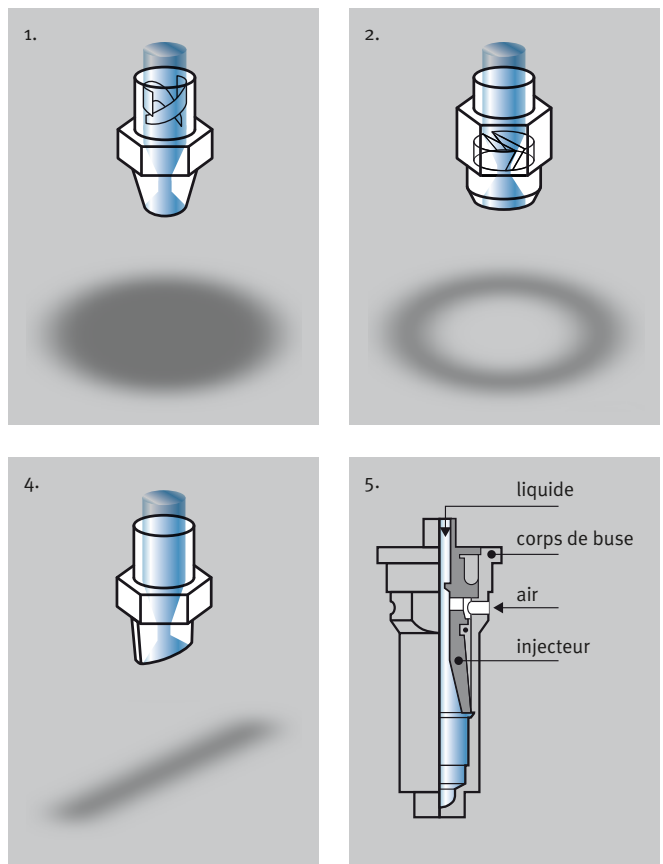
Buses et pressions

Pour les applications de fongicides et d'insecticides, on utilise le plus souvent des porte-buses à double articulation sur lesquels sont montées des buses coniques avec un orifice de 0,8 mm. Pour les herbicides, on recommande des buses plus grandes avec un orifice de 1,0 à 1,3 mm ou des buses à jet plat. En agriculture, on utilise divers types de buses spéciales.

Les pulvérisateurs agricoles sont parfois équipés de souffleries contribuant à une bonne pénétration du brouillard de traitement dans la culture. Cette méthode a d'autres avantages, par exemple une dérive moindre et une plus grande vitesse d'avancement maximale. Les canons ou pistolets pulvérisateurs (guns) conviennent bien au traitement des arbres et des buissons, mais moins bien aux plantes ornementales dans les serres. Les pulvérisateurs à dos permettent d'atteindre une pression de 6 à 7 bars, les atomiseurs bien davantage. Mais il n'y a guère d'intérêt à dépasser 10 à 12 bars, car les pertes par dérive augmentent. De plus, les plantes peuvent être endommagées, surtout si les buses sont grosses, si la pression est élevée et si la distance est faible entre la buse et les plantes.

Remarque:

Si les tuyaux sont très longs, la pression baisse entre le manomètre de la pompe et la buse sur la canne au bout du tuyau.



Buses et leurs diagrammes de distribution

Fig. 5.1

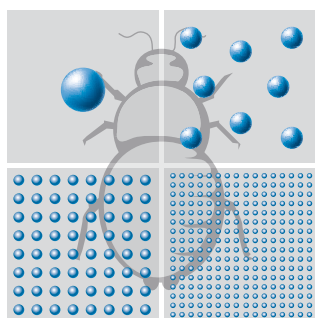
1. Buse à cône plein
2. Buse à cône creux
3. Buse à jet plat, conique
4. Buse à jet plat de contour net
5. Buse Air-Injector

Buses pour diverses applications

Divers types de buses sont proposés selon le domaine d'application (voir illustrations page précédente):

- **Buses à cône plein:** Elles sont souvent utilisées en horticulture et cultures maraîchères. La buse régulatrice est une forme spéciale de ce type, utilisée pour l'application ciblée sur des plantes isolées, par exemple pour la lutte contre les liserons.
- **Buses à cône creux:** Elles sont utilisées en agriculture pour l'application de fongicides et d'insecticides. Le recouvrement des projections ne permet pas de les utiliser pour l'application d'herbicides.
- **Les buses à jet plat** ou buses Fanjet conviennent principalement aux applications d'herbicides avec des tiges verticales. On les utilise aussi, mais plus rarement, pour des applications de fongicides et d'insecticides.
- **Les buses Air-Injector** ne sont utilisées que sur des pulvérisateurs motorisés comme ceux employés en agriculture. Elles nécessitent un débit et une pression constants. L'air est aspiré selon le principe du tube de Venturi et mélangé partiellement au liquide. Selon le produit, les gouttes produites ne dérivent pas. La chute de pression dans le corps de la buse et le grand orifice de la buse éliminent pratiquement les gouttes les plus petites. Ce qui assure une structure uniforme du dépôt sur les plantes et une bonne pénétration à l'intérieur de la culture.

Grosesse des gouttes



Grosesse des gouttes

Fig. 5.2

En haut à gauche: 400 µm

En haut à droite: 200 µm

En bas à gauche: 100 µm

En bas à droite: 50 µm

La grosseur et le nombre des gouttes dépendent du type de buse utilisé et de la pression. Plus la pression est élevée, plus le flux augmente et plus les gouttes sont fines.

Si les gouttes sont petites et nombreuses, la couverture des plantes ou des organismes pathogènes est améliorée. Mais comme l'impact mécanique est très faible, la pénétration ou l'absorption sont moindres. De plus, la dérive est fortement augmentée. Dans certains cas, les gouttelettes peuvent même s'évaporer avant d'atteindre la surface visée.

Les grosses gouttes couvrent moins régulièrement les surfaces. Il y a aussi un danger de ruissellement de la bouillie. Par contre, les grosses gouttes sont moins sensibles au vent et moins sujettes à la dérive et à l'évaporation.

Pour obtenir une bonne répartition des diamètres des gouttes, il est nécessaire d'observer les recommandations données par les fabricants d'appareils de traitement.

Préparation de la bouillie

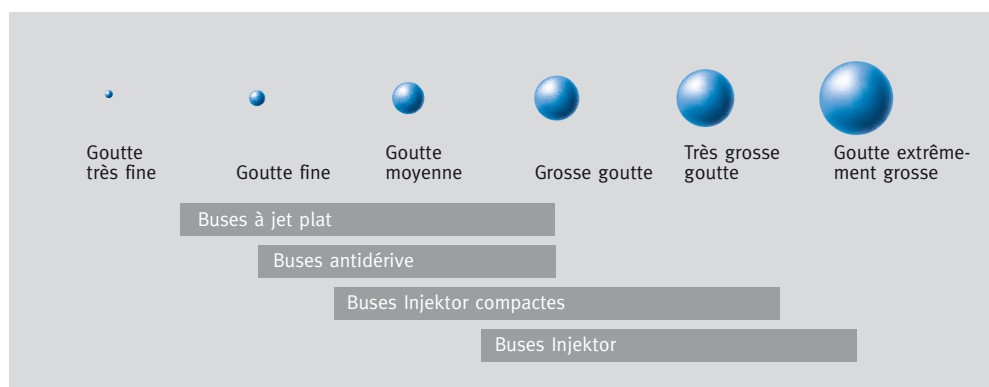
L'efficacité optimale des produits phytosanitaires dépend aussi de la préparation minutieuse des bouillies de traitement. Plusieurs critères doivent être pris en compte.

Additifs aux produits phytosanitaires

Les **produits nécessaires à la formulation** sont déjà incorporés dans le produit fini. Leur fonction est d'assurer l'homogénéité et la stabilité des préparations et des bouillies (solvants, émulsifiants, agents dispersants, etc.). De plus, ils augmentent l'activité biologique des préparations.

Les **additifs à la bouillie** (mouillants, engrais liquides ou huiles) sont ajoutés lors de la préparation de la bouillie, dans le but d'améliorer les propriétés des produits. Les mouillants et les huiles diminuent la tension superficielle des gouttelettes et améliorent la rétention, c'est-à-dire la persistance de la bouillie sur les plantes. Voici leurs effets:

- ils augmentent la surface de contact des gouttelettes avec la surface traitée des feuilles ou des organismes nuisibles;
- ils étalent la bouillie et diminuent la formation de taches;
- ils réduisent le ruissellement de la bouillie ou son enlèvement par le souffle de l'appareil (p. ex. dans les céréales, le colza, les brassicacées, les poireaux, les pois ou les adventices comme les chénopodes, les renouées ou les graminées).



Classes de grosseurs de gouttes avec leurs limites et classification des différents types de buses

Fig. 5.3

On peut aussi améliorer le pouvoir mouillant si les feuilles sont horizontales, si leur surface est très velue ou rugueuse, ou si elles ont des nervures saillantes. Par contre, les surfaces pourvues de couches cireuses prononcées sont défavorables.

La cuticule constitue l'obstacle principal à la pénétration de substances actives dans les plantes, surtout en ce qui concerne les préparations systémiques. L'eau et le solvant s'évaporent des gouttelettes après l'application. Les additifs (mouillant, huile) restent à la surface et maintiennent la substance active à l'état dissous. Les mouillants usuels ont un effet sur le développement de la cuticule et favorisent ainsi la pénétration des substances actives. Les huiles peuvent aussi amollir la couche cireuse de la cuticule et favoriser ainsi la pénétration des substances actives.

Mélanges

Il s'agit du mélange pratiqué pour un traitement particulier. Les produits ne sont pas tous compatibles et des réactions indésirables peuvent se produire dans le réservoir et sur la plante:

- Les buses et les tuyaux peuvent être bouchés par des précipités.
- Si deux émulsions ou solutions sont mélangées dans le réservoir du pulvérisateur, la quantité normale de mouillant est doublée et un risque accru de phytotoxicité pour la plante cultivée peut en résulter.

Conseil pratique:

Les produits en formulation liquide contiennent déjà un mélange équilibré d'additifs, qui en règle générale rend inutile d'ajouter activateurs et mouillants.

Les additifs et les mélanges ne devraient être utilisés que sur recommandation explicite des fabricants ou d'après les expériences personnelles.

Conseils pour la préparation des bouillies

Les mélanges doivent se faire dans l'ordre suivant:

- Verser les poudres mouillables, les granulés (préalablement dissous) ou suspensions concentrées (SC) dans le réservoir rempli d'eau à moitié.
- Verser les solutions aqueuses (WL) dans le réservoir rempli d'eau aux trois quarts.
- Mélanger en dernier lieu les concentrés émulsionnables (EC).
- Remplir ensuite le réservoir d'eau.

Les engrais liquides doivent absolument être versés en premier dans le réservoir. L'urée ainsi que les sulfates de manganèse et de magnésium peuvent être problématiques. Il existe un risque de formation de précipités ainsi que de brûlures sur les plantes.

Pour assurer la stabilité de la bouillie, il faut éviter d'utiliser pour sa préparation une eau riche en magnésium ou en calcaire. La dégradation biologique de la bouillie dépend de la température ainsi que des teneurs en calcium, magnésium et nitrates de l'eau utilisée. La bonne conservation des bouillies peut être très brève et n'excède parfois pas quelques heures (voir encadré ci-après). Elles doivent donc être utilisées immédiatement.

Dégradation de substance active à différentes valeurs de pH

Exemple de la cyperméthrine:

- pH = 12: 25 % de la substance sont encore actifs après 2 heures.
- pH = 5: 50 % de la substance sont encore actifs après 2 heures.

Moment du traitement et répétitions

De nombreux ravageurs atteignent leur maturité sexuelle après une métamorphose partielle ou complète. Cela signifie qu'ils éclosent, vivent quelque temps comme larves, se transforment en chrysalides puis émergent de ce dernier stade larvaire comme insectes adultes (voir chapitre 3, page 31). Les insectes nuisibles peuvent ainsi passer par différents stades de développement, jusqu'à quatre. Il n'existe quasiment pas ou même aucun produit phytosanitaire efficace sur tous ces stades. Il est donc souvent nécessaire de faire plusieurs traitements pour éliminer efficacement un ravageur. Comme les *insecticides* ne sont utilisés que lors d'une attaque visible, il est important de contrôler régulièrement les cultures.

La plupart des *fongicides* sont prévus pour un usage préventif. Ils ont une action préventive d'une à (plus rarement) trois semaines. Lorsqu'une attaque est visible, il faut habituellement plusieurs traitements pour bloquer et soigner l'infection.

Températures optimales pour les pulvérisations

Groupe de produits	Température	Exemples
Insecticides		
Pyréthroïdes	5 à 25 °C	Cyperméthrine, lambda-cyhalothrine
Esters phosphoriques	15 à 25 °C	Diméthoate, diazinon, chlorpirifos
Carbamates	10 à 25 °C	Carbosulfan, méthomyl, pirimicarbe
Néonicotinoïdes	5 à 28 °C	Imidacloprid, thiaméthoxame
Fongicides		
Fongicides systémiques	12 à 25 °C	Aluminiumfosetyl, fenbuconazole, propiconazole
Strobilurines	10 à 25 °C	Azoxystrobine, crésoxyméthyl, trifloxystrobine
Fongicides de contact	Dès 5 °C	Captane, cuivre, mancozèbe, soufre
Herbicides		
Herbicides foliaires sélectifs	15 à 25 °C, en croissance	MCPP, 2,4D
Herbicides foliaires totaux	8 à 25 °C, de préférence en croissance	Glyphosate
Herbicides racinaires	Température sans importance, mais l'humidité du sol doit être suffisante	Propyzamid, oxyflurofen, oryzalin
Régulateurs de croissance	12 à 25 °C Les plantes doivent être en croissance active.	Paclobutrazol, trinexapac-éthyl

Des températures entre 15 - 25 °C sont idéales pour toute utilisation de produits phytosanitaires.

Eviter les dégâts

L'utilisation inadéquate de produits phytosanitaires peut occasionner des dégâts aux plantes traitées ainsi qu'à des cultures voisines.

Les causes principales de dégâts aux plantes par des applications de produits phytosanitaires sont les suivantes:

- Cuticule tendre et perméable après des périodes de mauvais temps.
- Concentration excessive de mouillant dans les cocktails de produits à pulvériser.
- Traitement de plantes stressées (sécheresse, chaleur, froid, nutrition carencée).
- Hygrométrie élevée durant l'application, entraînant l'ouverture des stomates et une pénétration accrue de la bouillie.
- Blessures causées par des ravageurs comme les acariens ou les thrips, par lesquelles la bouillie peut pénétrer en plus grandes quantités dans les cellules des plantes.
- Résidus dans les appareils de traitement ou dans les récipients de mesure.
- Traitement par températures trop élevées ou trop basses.
- Produits inadéquats ou agressifs (suivre le mode d'emploi).
- Pression trop forte, buses trop grosses et distance trop faible entre la buse et la plante.

Souvent un seul facteur ne suffit pas à causer des dégâts, mais la combinaison de plusieurs causes possibles rend les dégâts plus probables.

Procédés et appareils de traitement

Les différents procédés et appareils de traitement sont présentés ici sommairement. Les appareils décrits sont ceux que l'on utilise le plus en horticulture de production et d'agrément.

Pulvérisateurs

Les pulvérisations ont été et sont toujours le procédé le plus courant pour appliquer des produits phytosanitaires. La pulvérisation convient particulièrement bien à l'application de fongicides et d'insecticides sur les plantes ornementales, les arbres fruitiers et les vignes, mais aussi à l'apport d'engrais foliaires, de produits stimulateurs des défenses naturelles et d'herbicides.

L'eau est un vecteur bon marché, disponible partout, dans lequel de nombreux produits peuvent être dilués et dosés. Les produits phytosanitaires sont mélangés à l'eau et appliqués sous forme d'émulsions, de solutions aqueuses ou de suspensions. La bonne efficacité dépend de la répartition continue des gouttelettes à la surface des plantes. L'étalement de la bouillie et son adhérence sur les feuilles peuvent être améliorées avec des mouillants et des substances adhésives. La couche de bouillie une fois séchée résiste bien aux intempéries.

Il existe toutes sortes de pulvérisateurs, depuis les plus petits appareils manuels de poudrage jusqu'aux grandes machines tractées, en passant par les pompes à pistons actionnées manuellement ou motorisées.

Avantages: Les pulvérisateurs permettent d'appliquer quasiment tous les produits phytosanitaires proposés dans le commerce. Les plantes sont mouillées sur toute leur surface et il se forme un dépôt régulier.

Inconvénients: Les pulvérisations entraînent parfois une augmentation indésirable de l'humidité des cultures dans les serres. La proportion relativement élevée d'eau augmente le poids à transporter.

Petits pulvérisateurs à main

Ils sont souvent remplis de produits phytosanitaires prêts à l'emploi et sont utilisés principalement sur les plantations d'intérieur ou par des non-professionnels. Leurs buses de plastique sont réglables, du bassinage fin au jet direct.



Pulvérisateur à dos avec pompe manuelle
Fig. 5-4



Pulvérisateur à dos motorisé
Fig. 5.5



Pulvérisateur motorisé
sur chariot
Fig. 5.6

Pulvérisateurs à dos avec réservoir de pression ou pompe à piston

La contenance de ces pulvérisateurs varie de 5 à 20 litres et leur pression maximale atteint environ 6 bars. On les utilise facilement pour toutes les applications en serre et à l'extérieur. S'ils conviennent bien à de petites surfaces, leur maniement est assez fatigant.

Les appareils avec réservoir de pression sont peu coûteux et utilisés surtout dans le jardinage amateur. Les fortes variations de pression durant l'utilisation sont un problème, qui est moins marqué avec les pulvérisateurs équipés d'une pompe à piston actionnée manuellement.

Pulvérisateurs motorisés à dos

Ces appareils conviennent particulièrement bien pour les petites et moyennes surfaces en serre et à l'extérieur. Leur capacité est de 10 à 20 litres et la pression maximale est de 5 à 10 bars. Ils sont disponibles avec moteur à essence ou électrique. Contrairement aux pulvérisateurs actionnés manuellement, ils produisent un débit régulier mais ils sont plus lourds et bruyants.

Pulvérisateurs motorisés sur chariots

La capacité de ces appareils va de 50 litres pour les chariots tractés manuellement à 3000 litres pour les grands appareils que l'on utilise dans les cultures agricoles. La pression va de 15 à 60 bars. Les petits pulvérisateurs sont généralement équipés de rouleaux de tuyaux et de pistolets pulvérisateurs ou guns. Ils ont l'avantage d'être très performants et d'éviter à l'utilisateur d'avoir une charge sur le dos. Par contre, ils sont assez chers. De plus, ils sont encombrants au passage entre les cultures.

Pour les grandes surfaces, les pulvérisateurs à moteur sont conçus comme appareils portés ou comme remorques. On utilise en cultures fruitières et en viticulture des barres d'application verticales ou arquées, alors qu'elles sont horizontales en agriculture et pour les traitements herbicides. La plupart des appareils sont équipés d'un mélangeur assurant l'homogénéité de la bouillie.

Atomiseurs

Les atomiseurs servent à distribuer la bouillie en fines particules au moyen de buses et de la projeter sur les plantes avec de l'air pulsé par ventilateur. Ce procédé permet de distribuer la bouillie à des distances atteignant environ 5 m. La quantité distribuée peut être réglée en continu par l'ouverture de la buse.

Les atomiseurs garantissent une répartition fine optimale de la bouillie, ce qui permet de travailler avec des quantités d'eau nettement moindres par unité de surface. En pratique, on utilise habituellement des bouillies concentrées cinq fois au maximum. Les appareils nommés Mantra distribuent les herbicides foliaires comme Roundup ou Touchdown S4 non dilués et en dispersion très fine au moyen d'une buse rotative.

Dans les régions viticoles peu accessibles de Suisse, certains produits phytosanitaires sont appliqués par hélicoptère sur les vignes.

Avantages: La bouillie peut être plus concentrée. Comme il y a moins d'eau, il y a également moins de pertes par égouttage et la bouillie sèche vite. Le procédé est économique car très performant.

Inconvénients: Le travail avec des bouillies concentrées est délicat. Les erreurs sont fatales. Les machines sont très bruyantes et le risque de dérive peut être élevé selon les appareils utilisés.

Atomiseurs à dos

Ces appareils équipés d'un moteur à essence, nommés aussi microniseurs, sont utilisés essentiellement pour de petites surfaces d'arbustes, d'arbres isolés, d'arbres fruitiers ou d'ornement ou de vignes. Ils peuvent aussi être utilisés pour l'épandage de granulés, moyennant de petites modifications.

Atomiseurs mobiles

Pour l'utilisation sur de grandes surfaces de cultures hautes, particulièrement en cultures fruitières et en viticulture, on utilise surtout des appareils équipés d'une turbine. Dans les petites entreprises, on emploie des appareils semi-portés d'une contenance de 500 à 700 litres, et pour les grandes surfaces de puissants appareils tractés d'une capacité de 2000 à 3000 litres.



Pulvérisateur à dos (atomiseur ou microniseur), qui peut être utilisé aussi pour l'application de granulés

Fig. 5.7

Nébulisation

La nébulisation se fait avec des appareils générant un brouillard chaud ou froid, ou également avec des vaporisateurs contenant des préparations complètes. Ce procédé convient particulièrement bien aux cultures ornementales sous verre et dans d'autres locaux fermés. Les plantes à traiter doivent être suffisamment irriguées mais leur feuillage doit être sec. La quantité nécessaire de substance active par unité de surface est la même que pour la pulvérisation et l'atomisation, mais elle est distribuée avec une quantité bien moindre d'eau ou d'adjuvant. Ces procédés sont souvent désignés par les abréviations LV (low volume) ou ULV (ultra low volume).

Avantages: La nébulisation économise beaucoup de travail et elle est très bien tolérée par les plantes. Elle ne fait pas de taches et n'apporte pas d'eau dans les cultures.

Inconvénients: La substance active parvient difficilement sur la face inférieure des feuilles et l'effet curatif est plutôt faible dans le cas de nombreux pathogènes. On ne peut pas entrer dans les locaux durant plusieurs heures après le traitement. La formation de rosée suite à une baisse de température durant le traitement ou peu après peut endommager les plantes.

Nébulisateurs à brouillard chaud

Ces appareils sont basés sur la combustion d'essence qui génère des explosions entrant en résonance avec la colonne de gaz d'un tube résonateur à l'extrémité duquel la bouillie est introduite et vaporisée en milliers de très petites gouttelettes. Il en résulte un brouillard très fin et flottant. Ces appareils sont très bruyants. La personne chargée de l'application doit porter un masque complet et des vêtements de protection. La distance entre l'appareil et les plantes doit être suffisante. Ce procédé ne convient que pour les locaux de culture fermés, car les gouttelettes restent longtemps suspendues avant de se déposer.

Nébulisateurs électriques

Les appareils à brouillard froid sont équipés de moteurs électriques, mais ils sont sur beaucoup de points semblables aux appareils à brouillard chaud. Le flux et avec lui la grosseur des gouttes se règlent en continu. Le brouillard froid se dépose plus rapidement que le brouillard chaud. Si les appareils sont fixes, il faut veiller à une circulation d'air suffisante dans le local à traiter. La portée de l'appareil est d'environ 15 m. Comme le précédent, ce procédé ne convient qu'aux locaux fermés, particulièrement pour les cultures ornementales sous verre. Les appareils sont en général commandés à distance par une minuterie. Ils fonctionnent automatiquement et ne nécessitent la présence de personne dans la serre.



Lance télescopique pour les traitements ciblés en hauteur

Fig. 5.8

Sublimation

La sublimation de produits phytosanitaires est simple et demande peu de travail. C'est surtout du soufre que l'on applique ainsi, dans les cultures sous verre, au moyen d'un appareil spécial (lampe à soufre) qui le chauffe et produit une vapeur se déposant sur les plantes pour inhiber le développement de l'oïdium et des acariens. Les cultures doivent être sèches.

Les lampes à soufre sont en général commandées par une minuterie pour fonctionner durant la nuit.

Avantages: C'est un mode peu coûteux et simple d'application préventive.

Inconvénients: Certaines espèces végétales ne tolèrent pas le soufre sublimé. Les serres doivent rester fermées. Les vapeurs de soufre sont toxiques pour l'homme et peuvent accélérer la corrosion de la structure des serres.

Fumigation

La fumigation est un procédé qui n'est plus très répandu en horticulture, si l'on excepte la lutte contre les rongeurs. On utilise des cubes, des bâtonnets, des cartouches, des tablettes ou des bougies de fumigation. On peut aussi utiliser la fumigation pour traiter les serres fermées. Le meilleur moment d'application est le soir après le travail, car il ne faut pas pénétrer dans les locaux de culture durant plusieurs heures après le traitement. Les plantes doivent être suffisamment irriguées mais les feuilles doivent être sèches. La formation de rosée consécutive à une baisse de température durant le traitement, ou peu après, peut endommager les plantes.

Avantages: La fumigation ne nécessite pas d'appareil, demande peu de temps et n'apporte pas d'humidité sur les cultures.

Inconvénients: Ce procédé ne peut être appliqué que dans des locaux fermés. L'accès aux locaux doit être interdit dans les heures qui suivent le traitement. Si l'on suit une stratégie de chauffage avec abaissement nocturne des températures, le feuillage peut, durant les périodes froides, se couvrir de condensation qui favorise les maladies fongiques.

Arrosage

Ce procédé convient particulièrement à des applications ponctuelles contre les ravageurs racinaires, ainsi qu'à des traitements du sol contre les pourritures racinaires et les maladies de levée en culture de plantons. Il nécessite toutefois de grandes quantités d'eau. On peut utiliser des arrosoirs pour les petites surfaces et des appareils équipés d'un réservoir et d'une pompe, ou même des pompes doseuses branchées sur l'eau courante pour les grandes surfaces. Une irrigation avant et après le traitement par arrosage améliore nettement l'efficacité de l'application. Il faut en tous les cas ne pas traiter un sol sec.

Avantages: L'application est très simple et les appareillages sont habituellement déjà à disposition.

Inconvénients: La consommation d'eau est importante et le traitement de grandes surfaces exige beaucoup de travail. De plus, les organismes vivants du sol peuvent subir des dommages et les risques de lessivage sont importants.

Epandage

L'épandage est un procédé simple et rapide utilisé principalement pour les granulés et les poudres. On répand souvent sous forme de granulés des produits de désinfection du sol, des insecticides, des antilimaces, des rodenticides ou des produits contre les courtilières (taupe-grillon). L'épandage se fait à la main sur les petites surfaces et avec des appareils d'épandage sur les grandes surfaces. Les distributeurs de granulés facilitent la manipulation et rendent la distribution des granulés précise sur la surface à traiter.

Avantages: L'application est simple et rapide. Il n'y a pas besoin de préparer le produit pour le traitement.

Inconvénients: L'épandage à la main est souvent imprécis et le dosage difficile. L'action est souvent non sélective.

Poudrage

On applique par poudrage des insecticides et des fongicides. Ceux-ci sont constitués de la substance active et d'un ballast neutre comme la poudre de talc. Les poudres adhèrent mieux lorsqu'elles sont appliquées sur les plantes humides. L'application est simple et le risque de dégâts aux plantes par mauvais dosage pratiquement exclu. Le poudrage convient spécialement aux locaux fermés comme les halles d'hivernage, les chambres froides et les serres. On l'utilise aussi sur les semis sensibles à l'humidité ou sur de petites surfaces de pépinières. En culture biologique, on utilise souvent ce mode pour appliquer la poudre de roche. Il existe divers modèles d'appareils de poudrage à main et de propulseurs de poudres motorisés.

Avantages: Le poudrage ne nécessite pas d'eau et n'apporte donc pas d'humidité supplémentaire dans les cultures. Comme il n'y a pas de fabrication de bouillie, les erreurs de dosage sont exclues. L'application est très simple, les appareils sont peu coûteux.

Inconvénients: Le dépôt ne résiste pratiquement pas aux intempéries et la distribution sur les cultures est souvent irrégulière. Le traitement ne parvient que difficilement sur la face inférieure des feuilles. La dérive de la poudre sur les cultures voisines ne peut guère être évitée.

Désinfection des semences

Il s'agit de traitements des semences et des plants pour en tuer les agents pathogènes. De nombreux produits de désinfection des semences sont encore efficaces contre divers agents pathogènes durant les phases de germination et de croissance. La désinfection à sec consiste à mélanger ou à poudrer les semences ou les plants avec des produits en poudre. Le produit excédentaire est ensuite simplement éliminé au moyen d'un tamis.

La désinfection technique humide ou par trempage est utilisée essentiellement pour les semences agricoles. Les produits de désinfection sont appliqués sur les semences avec une quantité de liquide assez faible pour qu'un séchage ne soit pas nécessaire. Les oignons et les tubercules sont plongés dans des bains désinfectants.

Beaucoup de semences sont vendues désinfectées; une coloration bien visible peut le signaler. Les petites quantités de semences peuvent être mélangées au produit de désinfection dans des emballages à fermeture hermétique ou des sachets plastiques.

Avantages: La désinfection est une application impliquant peu de perte de substance active vers des surfaces auxquelles le produit n'est pas destiné. La substance active ne parvient que là où elle doit exercer son action.

Inconvénients: Il s'agit de traitements préventifs qui ne tiennent pas compte de seuils de tolérance. Les substances actives sont souvent assez persistantes et difficilement dégradables.

6

Précautions à prendre
pour manipuler les
produits phytosanitaires

6. Précautions à prendre pour manipuler les produits phytosanitaires

Modes d'action et dangers des produits toxiques

On désigne comme toxique une substance susceptible de causer des dommages à des organismes vivants, par contact ou pénétration dans le corps, en perturbant ses processus métaboliques. Une substance exerçant une influence négative dans la nature est désignée sous le nom de toxique environnemental. La discipline scientifique traitant des toxiques, de leur action et du traitement de leurs effets est nommée toxicologie. Elle traite des substances toxiques ainsi que des animaux, des plantes et des micro-organismes toxiques, de leurs mécanismes physiologiques et des aspects quantitatifs de l'effet des toxiques.

Remarque:

Le toxique le plus puissant que l'on connaisse est la toxine botulinique. Elle peut se trouver dans les conserves avariées de viande et de poisson ainsi que dans le fromage.

Les toxiques peuvent occasionner une perturbation provisoire, un dommage durable ou la mort. En cas d'effet dommageable durable, on parle d'intoxication chronique. Lorsqu'un toxique provoque rapidement des dommages, on parle d'intoxication aiguë.

D'une façon générale, toutes les substances apportées à un organisme sont susceptibles d'y causer des dommages au-delà d'une certaine dose. Cela vaut même pour des substances indispensables à l'organisme comme les vitamines, le sel, les nutriments et l'eau. On doit à Paracelse (médecin ayant vécu de 1493 à 1541) la phrase suivante: «Dosis sola venenum facit». Ce qui signifie: c'est la dose qui fait le poison.

Absorption de substances toxiques

Les toxines peuvent entrer dans le corps par différentes voies:

- par ingestion orale (sous forme solide ou liquide),
- par inhalation de poussières, de gaz ou de vapeurs,
- par contact avec la peau ou les muqueuses.

Les substances toxiques agissent sur différents organes, dont les plus touchés en cas d'intoxications aiguës sont le foie, les reins, le cerveau et les nerfs. Certains toxiques s'attaquent à la respiration cellulaire, par exemple les nitrites et le monoxyde de carbone qui bloquent l'hémoglobine, ou le cyanure de potassium qui bloque la chaîne respiratoire des cellules.

Un organisme affaibli par la maladie réagit aux toxiques de manière plus sensible qu'un organisme sain. De même, la constitution d'un organisme vivant revêt une grande importance. Les facteurs suivants ont chez l'homme et généralement chez les mammifères une influence sur l'effet des toxines: l'état de santé, l'état du système immunitaire, le sexe, l'âge et le poids corporel.

Les effets des substances toxiques peuvent parfois être neutralisés par des contre-poisons naturels ou de synthèse ou du moins atténués de sorte qu'elles ne soient plus mortelles.

L'exposition répétée à des toxiques entraîne le développement de tolérances pour beaucoup de substances. C'est ainsi qu'autrefois certaines personnes consommaient de l'arsenic pour être à même d'ingérer sans dommage des quantités multiples de la dose létale et se mettre ainsi à l'abri des empoisonnements malveillants. Le même mécanisme est observé chez les consommateurs d'alcool, ce qui entraîne une accoutumance au méthanol toxique. En protection des plantes, une telle accoutumance de l'organisme se nomme résistance.

La toxicité, c'est-à-dire le degré d'effet délétère d'une substance active, dépend de plusieurs facteurs souvent difficiles à évaluer. C'est pourquoi l'utilisation de pesticides en agriculture et en horticulture doit toujours être accompagnée de mesures de précaution et de protection. Pour

éviter ou limiter le plus possible les effets dommageables sur les personnes, sur d'autres organismes vivants et sur l'environnement. Tous les produits phytosanitaires, même ceux qui semblent le plus inoffensifs, doivent être utilisés avec la plus grande vigilance.

Conseils pour la protection des personnes

Pour éviter les intoxications accidentelles avec les produits phytosanitaires, les utilisateurs doivent respecter les précautions et règles suivantes:

1. Entreposer les produits phytosanitaires dans des locaux verrouillés. Les personnes non autorisées et les enfants ne doivent pas y avoir accès, sans quoi l'exploitant peut être rendu responsable d'accidents ou d'utilisations inadéquates.
2. N'entreposer les produits phytosanitaires que dans leur emballage d'origine ou dans des emballages spéciaux clairement identifiés. La confusion avec des denrées alimentaires doit être impossible. De telles erreurs sont de loin la cause la plus fréquente d'intoxications.
3. Lire attentivement les notices d'emballage et suivre les précautions d'emploi. Les formulations, les concentrations ou les prescriptions peuvent changer, même pour les produits connus. C'est souvent le cas lorsque les conditionnements ou les noms sont modifiés, même s'il ne s'agit que de modifications mineures de désignation.
4. Prendre des précautions spéciales pour mesurer les produits et remplir les appareils. Des études ont montré que 20 % seulement des contaminations du personnel (par mise en contact avec le produit de traitement) se produisaient lors de l'application, mais 80 % lors des opérations de mesure des composants et de mélange de la bouillie.
5. Porter un équipement de protection approprié: gants, lunettes ou masque intégral, chaussures ou bottes solides, combinaison complète ou habit de protection. Les vêtements portés pour les traitements ne doivent servir que pour les traitements. Lorsqu'ils sont souillés, ils doivent être immédiatement changés.
6. Entretenir et nettoyer systématiquement les masques respiratoires et changer les filtres régulièrement. Le masque doit être rangé à l'écart des produits phytosanitaires, car sinon le filtre absorbe les vapeurs libérées par les produits.
7. Ne pas appliquer les traitements par pulvérisation contre le vent. Éviter l'inhalation du brouillard ou le contact avec la bouillie, ainsi que la dérive sur des objets d'usage courant, des outils, des légumes ou fruits en maturation.
8. Ne pas manger, boire ni fumer durant le travail avec des produits phytosanitaires, et surtout durant le traitement.
9. Après le travail, laver soigneusement les parties du corps non protégées, ou même prendre une douche.
10. Éviter les serres et les cultures fraîchement traitées. Si des travaux sur les cultures ou sur les feuillages sont nécessaires dans les 48 heures suivant un traitement, protéger la peau en conséquence.



Protection personnelle exemplaire lors d'une pulvérisation

Fig. 6.1

Remarque:

Pour comparer la toxicité de diverses substances, on procède à des expérimentations animales dans des conditions standardisées.

Par exemple, la mention DL₅₀ indique la quantité de substance, rapportée au poids corporel, avec laquelle la moitié de la population d'animaux de laboratoire meurt.

Symptômes typiques d'intoxications

▪ Vertiges, accès de faiblesse	▪ Paralysie respiratoire
▪ Maux de tête, troubles de la vision	▪ Evanouissement
▪ Vomissements et crampes	▪ Irritations de la peau, éruptions ou eczéma
▪ Pâleur	▪ Brûlures ou excoriations

Comportement en cas d'accidents avec des produits toxiques

Les personnes peuvent réagir de manière très différente et parfois très violente à divers produits et substances. Les règles de comportement suivantes doivent permettre d'empêcher ou d'éviter des situations mettant leur vie en danger.

1. Protection personnelle

En cas d'émission de gaz, de vapeurs ou de poussières, protéger d'abord sa propre santé au moyen d'un masque ou d'autres mesures appropriées. Des exemples frappants de la nécessité de telles mesures sont fournis par les tragédies qui se sont déroulées dans des silos ou des fosses à purin, où des sauveteurs ont souvent aussi perdu la vie.

2. Sécuriser la scène de l'accident

Le premier impératif est de garder son calme. Les mesures appropriées et le comportement réfléchi évitent des dommages et des victimes supplémentaires. Par exemple: arrêter les appareils ou couper leur alimentation, bloquer l'émission des produits.

3. Donner les premiers soins

Eloigner rapidement les personnes blessées de la zone dangereuse. Les vêtements imprégnés de produits toxiques doivent être ôtés et les contaminations externes lavées à grande eau. Ne jamais faire ingérer de solides ni de liquides, sauf si des alcalis ou des acides ont été avalés. Les personnes inconscientes doivent être allongées de manière appropriée et surveillées. Les personnes montrant des symptômes d'intoxication ne doivent jamais être laissées seules.

4. Donner l'alerte

Selon la nature et l'ampleur de l'accident, avertir les pompiers, l'ambulance et d'autres secours (ambulance tél. 144, pompiers tél. 118).

5. Résumer les faits

Qui est victime? Comment et par quel moyen? Quelle quantité a été en contact avec la personne, ingérée ou inhalée, et quand? Les emballages doivent être mis en sécurité. Où l'accident s'est-il produit? Les ambulanciers et les médecins ont besoin de ces indications pour apporter une aide appropriée. En cas de doute, demander conseil au Centre d'information toxicologique (tél. 145).

Protéger l'environnement

En utilisant des produits phytosanitaires, les professionnels de l'horticulture assument une grande responsabilité à l'égard des personnes, des animaux, des plantes et de l'environnement. Quelques exemples:

Les résidus dans les récoltes recèlent des risques pour la santé, le lessivage ou le ruissellement de produits dégradent la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, les vapeurs polluent l'air, les dommages causés aux auxiliaires ou à d'autres animaux entraînent des conséquences graves pour l'équilibre écologique naturel.

C'est pourquoi il est important de respecter scrupuleusement quelques règles de base. Seuls ceux qui manipulent et utilisent de manière responsable les produits phytosanitaires peuvent être sûrs de ne pas causer de dommages excessifs à l'environnement.

Pratiquer une utilisation intégrée des produits phytosanitaires

La protection phytosanitaire au moyen de produits chimiques doit être une solution de dernier recours, bien après que toutes les autres possibilités ont été épuisées: mesures culturales, biologiques, mécaniques et biotechniques de protection des plantes. Il est important de poser un diagnostic précis du pathogène. Pour autant qu'ils soient disponibles, il faut préférer des produits ménageant l'environnement et les auxiliaires et tenir compte des seuils de tolérance.

Utiliser des appareils modernes au fonctionnement sûr

On ne doit utiliser que des appareils de traitement qui fonctionnent de manière fiable et sont d'un emploi sûr. Préférer des appareils avec lesquels les surfaces non ciblées reçoivent le moins de produits possible.

Entretenir régulièrement les appareils de traitement

Les appareils doivent être périodiquement contrôlés et réglés. Cela comporte un nettoyage régulier des buses et des filtres, ainsi qu'un nettoyage extérieur de temps en temps. L'eau de rinçage doit être versée dans le réservoir et répartie sur des surfaces végétalisées d'appoint ou éliminée. Les pièces ou les machines abîmées doivent être remplacées en temps utile.

Eviter les excédents

Il est recommandé de préparer des quantités plutôt limitées de bouillies. Il est alors plus facile de calculer les excédents. L'élimination des excédents de bouillie est très problématique en raison du manque de possibilités de stockage et de transport.

Eliminer les excédents sur les cultures

Si malgré toutes les précautions, il reste de la bouillie après le traitement, elle doit être répartie si possible sur la culture traitée. Sinon, d'autres surfaces cultivées peuvent faire l'affaire. Si ce n'est pas possible non plus, il faut avoir recours aux surfaces d'appoint. Les produits y sont d'abord retenus, puis dégradés par le rayonnement UV, les processus chimiques et les micro-organismes. Les restes de bouillie ne doivent plus être versés sur des chemins de gravier ou des places comme il était précédemment recommandé, car ils s'y dégradent mal et peuvent aussi être entraînés vers les eaux superficielles ou souterraines. L'eau polluée par des produits phytosanitaires ou les bouillies inutilisables, qui ne peuvent pas être appliquées, doivent être remises à des entreprises d'élimination spécialisées.

Eviter la dérive vers des eaux ou des surfaces non ciblées

Il faut maintenir une distance suffisante par rapport aux eaux, aux haies et aux bosquets (prescription 3 m). Il est important de ne pas traiter lorsqu'il y a du vent. Une pression basse et de grosses buses occasionnent moins de dérive.

Ne pas verser dans les eaux des restes de bouillies ni l'eau de rinçage

Les produits phytosanitaires sont des substances hautement bioactives, dont les résidus sont à bannir des eaux superficielles, souterraines et potables. Les bouillies excédentaires et l'eau de rinçage doivent être remises dans le réservoir et réutilisées dans une nouvelle préparation, ou épandues sur des surfaces végétalisées ou éliminées dans les règles de l'art. Les excédents ne doivent en aucun cas être versés dans des puits, des rigoles ou d'autres écoulements, au risque de causer des dommages aux organismes vivant dans les rivières ou dans d'autres milieux aquatiques. Il s'agit là d'une violation de la loi qui peut coûter cher. L'eau de rinçage des récipients de mesure et des emballages vides doit être mélangée aux bouillies.

Que sont les surfaces d'appoint?

Les surfaces d'appoint sont des parcelles végétalisées, biologiquement actives, par exemple semées d'engrais vert ou d'herbe. Les plantes fleuries ne sont pas souhaitables, car elles attirent les insectes. Les emplacements qui conviennent sont des surfaces inutilisées, par exemple les bordures des champs cultivés ou les bandes entre les serres. Les secteurs où des herbicides ont été appliqués doivent être ressemés. Ces surfaces doivent être fauchées régulièrement et le foin laissé sur place.

Procéder à des relevés systématiques

Pour assurer la traçabilité, il convient de noter les noms des produits utilisés, les quantités, les plantes traitées, la date de l'application, les conditions météorologiques et le nom de la personne en charge de l'application. Ces données peuvent être très utiles en cas d'accidents, de contrôles ou de traitements phytosanitaires ultérieurs.

Acheter en fonction des besoins

Il ne faut acheter que les quantités nécessaires aux applications de la saison en cours. Faire des stocks de produits en voie de péremption est problématique. Les changements dans les prescriptions ou le personnel, les connaissances ou recommandations lacunaires peuvent aboutir à ce que ces produits ne puissent plus être utilisés par la suite.

Stocker correctement les produits phytosanitaires

Le stockage correct d'une part est réglementé par des dispositions légales (ordonnance sur les produits chimiques), et d'autre part doit se conformer aux prescriptions d'organisations privées comme SwissGAP. L'Office de l'agriculture et de la nature du canton de Berne (OAN) a édité à ce sujet une notice pratique d'interprétation facile, dont voici l'essentiel.

Prescriptions de stockage extraites de la fiche de sécurité du produit «Garlon» (herbicide pour prairies et pâtures ainsi que pour terrains incultes)

Stocker le produit en tenant compte des prescriptions légales en vigueur. Dans l'emballage d'origine, dans un lieu frais, sec, bien aéré. Préserver de la chaleur excessive et du froid. Ne pas entreposer à proximité de denrées alimentaires, de boissons, de fourrages, de médicaments, de cosmétiques et d'engrais. Tenir hors de portée des enfants.

Prescriptions de stockage extraites de la fiche de sécurité du produit «Dasul» (herbicide pour la culture de maïs)

- Maintenir le récipient bien fermé.
- Prévoir un bac de récupération.
- N'entreposer que dans le récipient d'origine.
- Respecter les prescriptions légales.
- Entreposer à distance des sources de chaleur.

Le stockage de produits phytosanitaires est réglementé par l'ordonnance sur les produits chimiques (SR 813.11), principalement aux art. 72 et 77. Le texte légal ne fixe toutefois pas dans tous les détails les exigences d'un stockage correct des produits phytosanitaires, qui doit être réalisé de telle manière que ni les personnes, ni les animaux, ni l'environnement ne soient mis en danger. Cela signifie aussi que les personnes chargées du stockage des produits phytosanitaires portent une grande responsabilité. L'interprétation et l'application des dispositions légales ne sont pas toujours simples, on peut néanmoins en déduire les règles suivantes:

- Placer les produits dans un local fermé.
- Séparer les locaux de stockage des toxiques des autres locaux de travail.
- Organiser le stockage de telle manière que, en cas d'incident (endommagement d'un tonneau, conduite d'eau défectueuse, incendie), aucun produit ne puisse être dispersé dans l'environnement. Il faut un bac de récupération ou un seuil surélevé.
- Stocker dans des locaux aérés, frais et secs. Les sols doivent se prêter au nettoyage humide. Les eaux sales doivent être évacuées de manière conforme.
- Séparer les toxiques des denrées alimentaires, des fourrages et des médicaments.
- Séparer strictement les herbicides des autres produits dans l'entrepôt, afin d'éviter des confusions lourdes de conséquences.
- Ne permettre l'accès à l'entrepôt des toxiques qu'aux personnes autorisées.
- Conserver toujours les toxiques dans leur emballage d'origine. Le changement d'emballage n'est pas interdit, mais les emballages doivent être clairement identifiés (symboles de danger et nature du contenu).
- Placer bien en évidence un panneau portant les indications de premiers secours et les numéros de téléphone du médecin et du Centre d'information toxicologique de Zurich (tél. 145).

Les prescriptions de la fiche de sécurité du fabricant pour le produit concerné doivent aussi être prises en compte (voir les exemples «Garlon» et «Dasul»).

Prescriptions privées

Les prescriptions privées sont souvent plus draconiennes que les normes légales. Plusieurs gros acheteurs exigent de leurs producteurs le respect de standards internationaux comme par exemple SwissGAP. Les entreprises qui sont soumises à ces normes commerciales doivent satisfaire à des conditions supplémentaires de stockage des produits phytosanitaires. Les points cités concernent la liste des exigences techniques de SwissGAP.

Stockage de produits phytosanitaires selon les prescriptions de SwissGAP horticulture

Les produits phytosanitaires doivent être entreposés de manière à réduire à un minimum les risques pour l'homme, les animaux et l'environnement. Pour cela les critères suivants doivent être remplis:

- Le stockage des produits phytosanitaires est conforme à toutes les lois et ordonnances nationales, régionales et locales.
- Les endroits où les produits phytosanitaires sont entreposés sont solides et stables.
- Les produits phytosanitaires sont tenus sous clé dans un endroit sûr.

Les exigences suivantes doivent être respectées pour l'entreposage des produits phytosanitaires:

- Protégé des températures extrêmes.
- Résistant au feu (ignifuge jusqu'à 30 minutes).
- Dans des locaux bien aérés.
- Dans les endroits suffisamment éclairés. Toutes les étiquettes doivent être bien lisibles.
- Séparé des autres matériaux et engrais.
- Sur des étagères en matériaux non absorbants (métal, plastique dur).
- L'endroit où les produits sont conservés dispose de bacs de rétention ou est clôturé (110 % du volume du plus grand récipient de liquide entreposé), afin d'assurer que l'endroit soit encore sûr si des produits phytosanitaires se renversent ou s'écoulent de manière accidentelle. Il faut empêcher qu'une contamination en-dehors de l'entrepôt se produise (p. ex. dans les eaux souterraines ou de surface), conformément aux dispositions légales.
- Des méthodes appropriées de mesure et de mélange des produits phytosanitaires doivent être disponibles pour préparer la bouillie de traitement (p. ex. gobelet gradué, seau, balance, raccordement d'eau). Les dispositifs de mesure livrés par les fournisseurs de produits phytosanitaires sont considérés comme étalonnés. Pour les balances, l'opérateur doit pouvoir expliquer de quelle manière est effectué l'étalonnage annuel.
- Du matériel absorbant doit être disponible dans un endroit déterminé pour récupérer des produits phytosanitaires répandus de manière accidentelle.
- L'entrepôt de produits phytosanitaires doit être fermé à clé. La clé et l'accès à l'endroit d'entreposage doivent être réservés aux personnes ayant reçu une instruction sur la manière de manipuler les produits phytosanitaires.
- Un inventaire des produits phytosanitaires est disponible et il est actualisé au moins tous les trois mois.
- Tous les produits phytosanitaires entreposés sont dans leur emballage d'origine. Si l'emballage d'origine est endommagé, toutes les indications figurant sur l'emballage d'origine doivent être reprises pour le nouveau récipient.
- Tous les produits phytosanitaires répertoriés dans la liste fédérale des produits phytosanitaires peuvent être entreposés. Les produits phytosanitaires qui ne sont pas destinés à être appliqués sur les cultures durant la rotation des cultures sont identifiés de la manière la plus précise possible et entreposés à l'écart de l'entrepôt des produits phytosanitaires SwissGAP.
- Pour les cas de déversement accidentel, tous les produits phytosanitaires en poudre ou en granulés sont toujours entreposés sur les étagères situées au-dessus des formulations liquides.»

Éliminer dans le respect de l'environnement

L'environnement dépend beaucoup du respect des points mentionnés aux pages 105 et 106: achats conformes aux besoins, stockage optimal et préparation de quantités limitées de bouillies. Si néanmoins il y a des bouillies devenues inutilisables ou des produits phytosanitaires entreposés trop longtemps, ils peuvent être éliminés par l'intermédiaire des commerçants, des entreprises spécialisées dans l'élimination des déchets ou des points de collecte des toxiques. Le moyen le plus simple est de confier les produits aux entreprises où ils ont été achetés. Les produits phytosanitaires ne doivent en aucun cas être brûlés ou versés dans les écoulements d'eaux usées ou dans les fosses à purin.

Les fabricants garantissent en général une durée de conservation de trois ans pour les produits. C'est pourquoi la date d'achat doit toujours être inscrite sur chaque récipient.

Attention:

Les produits phytosanitaires sont considérés comme des déchets spéciaux et doivent être traités avec la vigilance appropriée.

Les emballages doivent être soigneusement rincés immédiatement après avoir été vidés. L'eau de rinçage doit être mélangée à la bouillie de traitement. Les emballages vides et nettoyés peuvent être mis à la poubelle. Par contre, les emballages très souillés doivent être considérés comme des déchets spéciaux et remis pour élimination aux commerçants, aux entreprises spécialisées dans l'élimination des déchets ou aux points de collecte des toxiques.

Annexe

Glossaire

A

Abiotique: Facteur du non-vivant comme le gel, le rayonnement solaire, le manque de nourriture et la sécheresse.

Absorption: Pénétration, dans le sol ou dans les plantes, de liquides, de vapeurs ou de gaz (émis par des liquides ou des solides). Prise de substance par des personnes ou des animaux.

Acaricide: Produit phytosanitaire qui détruit les acariens.

Acariens: Arthropodes appartenant aux animaux tisserands et comprenant des ravageurs affectant les plantes et les animaux, ainsi que des auxiliaires. Les acariens adultes ont quatre paires de pattes.

Action curative: Action de soigner ou action thérapeutique.

Action prophylactique: Action préventive.

Action systémique: Les substances actives pénètrent dans les tissus et sont transportées par les vaisseaux pour agir sur tout l'organisme.

Adhésif: Matière auxiliaire destinée à améliorer l'adhésion des bouillies sur les surfaces.

ADI: Acceptable daily intake = Dose d'une substance dont l'absorption quotidienne par une personne durant toute son existence ne comporte aucun risque apparent.

Adsorption: Rétention à la surface d'un gaz ou d'une substance en solution, par exemple toxiques de contact sur des organes végétaux.

Adulte: Organisme vivant ayant atteint son plein développement, sa maturité sexuelle.

Aérosol: Particules de liquide en suspension dans l'air (brouillard).

Allergie: Sensibilité exacerbée à une substance, qui provoque en général des exanthèmes, des irritations, des troubles respiratoires ou d'autres symptômes.

Anguillules: Voir Nématodes.

Antagonisme: Opposition à l'efficacité; l'efficacité d'une substance est réduite ou annulée par une autre substance.

Antidote: Contrepoison pour traiter une intoxication aiguë.

Aphicide: Produit phytosanitaire qui détruit les pucerons.

Appâts: Produits contenant, en plus de leur substance active, une substance attirant le ravageur à combattre.

Application: Distribution d'une préparation, qui consiste à poudrer, pulvériser, arroser, fumiger, épandre, etc.

Arboricide: Produit phytosanitaire qui détruit les plantes ligneuses.

Ascospore: Spore d'hiver de champignon, issue de multiplication sexuée chez les ascomycètes.

Attaque latente: La plante est attaquée par des pathogènes sans apparition de symptômes.

B

Bactérie: Organisme très petit (taille inférieure à 1/1000 mm), en général unicellulaire.

Bactériose: Maladie provoquée par une bactérie.

Bactéricide: Substance qui détruit les bactéries.

Basidiospore: Spore d'hiver de champignon, issue de la multiplication sexuée chez les basidiomycètes.

Biocide: Substance naturelle ou synthétique capable de tuer des organismes vivants.

Biocénose: Composants vivants d'un écosystème, ensemble des animaux et des plantes vivant en interdépendance dans un milieu défini (le biotope).

Biologique: Naturel, conforme aux processus naturels. Désigne une pratique agricole renonçant à l'usage de produits phytosanitaires et d'engrais chimiques synthétiques.

Biodégradable (biologiquement dégradable): Substance susceptible d'être entièrement réduite en composants plus simples ou en éléments chimiques par des micro-organismes ou par d'autres organismes vivants.

Biotique: Qui concerne les organismes vivants. Facteurs biotiques: influences ou dégâts ayant pour origine des organismes vivants.

Biotope: Milieu physique hébergeant un écosystème, caractérisé par des conditions plus ou moins homogènes de sol, relief, climat etc., par exemple lac, marais, pente d'éboulis.

C

Cancérogène ou cancérigène ou carcinogène: Substance pouvant provoquer un cancer chez l'homme ou les animaux.

Certificat phytosanitaire: Document officiel utilisé pour le commerce avec des pays tiers de marchandises potentiellement porteuses d'organismes nuisibles particulièrement dangereux. Le document atteste que les exigences en matière de protection des végétaux sont satisfaites.

Champignons: Ordre d'espèces végétales dépourvues de chlorophylle, qui vivent en saprophytes sur de la matière organique morte ou comme organismes parasites sur des organismes vivants.

Changement d'hôte: Certains ravageurs ou maladies changent de plante hôte au cours de leur vie (ou pendant l'année). Exemples: rouille grillagée du poirier.

Chlorose: Décoloration (en général jaunissement) de parties de plantes, causée en général par des facteurs abiotiques comme le manque de lumière ou de nutriments.

Classes de toxicité: Classification des produits phytosanitaires, des engrais et d'autres produits selon leur dangerosité, en six classes selon la loi de 1970, en vigueur en Suisse jusqu'en 2005.

Compatibilité: Propriété commune de différents produits phytosanitaires de pouvoir être combinés (mêlés) lors de la préparation d'une bouillie.

Conidie: Spore d'été issue d'une propagation asexuée chez les champignons supérieurs.

Contamination: Mélange, fusion ou pénétration, pollution par un micro-organisme ou une substance étrangère.

Courbe de dégradation: Déroulement de la dégradation des résidus sur les plantes ou dans le sol, reporté sur un axe de temps.

Cumulation: Augmentation de la teneur d'une substance active dans un organisme ou dans un sol après plusieurs traitements.

D

Dégradation, dégradabilité: Désigne la propriété d'une substance de pouvoir être transformée par des réactions biochimiques, chimiques ou physiques. Les produits des réactions peuvent être d'autres substances (métabolites) ou, dans le cas d'une minéralisation complète, par exemple le CO₂, H₂O, NO₃.

Délai d'attente: Durée minimale qui doit s'écouler entre la dernière application d'un produit phytosanitaire donné et la récolte ou la consommation de denrées fraîches (fruits, légumes, baies).

Dérive: Dispersion indésirable de bouillies de traitement ou de produits de poudrage par l'effet du vent.

Désinfectant des semences: Voir Produit de désinfection des semences.

Désinfection: Destruction de micro-organismes (pathogènes), en général à la vapeur ou par traitement chimique.

Diapause: Phase de repos dans le cycle de développement des insectes.

Dispersable: Pouvant être finement mélangé à de l'eau.

DL 50: Dose mortelle ou létale, quantité d'une substance toxique capable de tuer en 24 heures 50 % d'une population d'animaux de laboratoire.

Dosage: Quantité d'un produit phytosanitaire nécessaire au traitement d'une surface donnée.

Dose sublétales: Quantité non mortelle d'un toxique.

E

Ecologie: Science des rapports entre les organismes vivants et l'environnement.

Ecosystème: Ensemble du biotope et de la biocénose, cadre de vie comprenant tous les organismes vivants (plantes, animaux et microbes) entretenant des interactions variées.

Effet secondaire: Effet souhaité ou indésirable d'une substance active, s'ajoutant à l'effet principal.

Efficacité cumulative: Efficacité augmentée d'une substance active après absorption répétée.

Efficacité en profondeur: Pénétration dans les tissus végétaux jusqu'à une certaine profondeur pour y agir.

Efficacité sélective: Efficacité limitée à un certain groupe ou à une seule espèce d'organismes nuisibles, par exemple aux pucerons.

Emulsifiant: Matière auxiliaire qui permet le mélange ou la distribution fine dans l'eau d'un liquide non hydrosoluble.

Emulsion: Distribution fine, sans séparation visible, de deux liquides qui ne sont normalement pas miscibles (p.ex. la graisse dans le lait).

Engrais foliaire: Engrais liquide facilement soluble distribué par pulvérisation pour entrer dans les feuilles directement à travers l'épiderme.

Entomologie: Science traitant des insectes.

Essai au champ: Essai dans les conditions de la pratique, sur de petites parcelles, destiné à vérifier l'efficacité d'une préparation dans des conditions déterminées.

F

Flore accompagnatrice: Plantes sans utilité qui, sur certaines surfaces, «accompagnent» les plantes cultivées.

Fondatrice: Femelle de puceron qui écloit d'un œuf au printemps, mère des générations d'été.

Fongistatique: Produit inhibant la croissance des champignons.

Fongicide: Produit qui détruit les champignons.

Foyer isolé: Site où se trouvent des plantes atteintes isolément hors de la zone contaminée, environnement de ces plantes y compris.

G

GAP: Abréviation de «Good Agricultural Practices» qui signifie en français «bonnes pratiques agricoles». En Suisse, SwissGAP a été élaborée sur le standard GLOBALG.A.P. (anciennement EurepGAP) en tenant compte des structures spécifiques au pays. Il existe actuellement des standards pour les plantes ornementales, les fruits, les légumes et les pommes de terre. Le catalogue d'exigences concerne avant tout l'obligation de tenir un registre et de contrôle, la traçabilité, la protection des végétaux et les règles d'hygiène.

Granulé: Produit formulé en phase solide et en forme de grain à épandre; produit chimique lié en général à des minéraux. Les granulés dispersables sont des produits en poudre formulés en gros grains pour en faciliter la manipulation et qui peuvent être mélangés à de l'eau.

H

Haustorium (pl. haustoria): Suçoir en forme de bouton assurant la fixation du mycélium sur la plante.

Herbicide: Produit de traitement des plantes destiné à détruire la végétation.

Herbicide de contact: Produit n'exerçant son effet que là où il entre en contact avec la plante. N'est pas absorbé.

Herbicide foliaire: Produit destiné à détruire les adventices, pénétrant dans les plantes par les parties aériennes.

Herbicide racinaire: Produit destiné à détruire les adventices, appliqué sur le sol et agissant sur les adventices en germination ou par absorption racinaire.

Herbicide résiduaire: La substance active agit durant une longue période dans le sol sur les semis ou par absorption racinaire.

Hormone juvénile: Hormone inhibant le développement, qui agit par exemple sur la métamorphose des insectes.

Hyphe: Organe filiforme au moyen duquel un champignon colonise une plante.

I

Imago: Insecte adulte, par exemple hanneton, papillon.

Immunité: Voir résistance.

Infection primaire: Première infection.

Insecticide: Produit phytosanitaire destiné à détruire les insectes.

L

Larve: Premier stade mobile après l'éclosion de l'œuf, dans le cycle de vie des insectes à métamorphose complète. Exemple: les chenilles de papillons.

Larvicide: Produit destiné à tuer les insectes à l'état larvaire (p. ex. chenilles, asticots, vers fils de fer, vers blancs).

LD 50 (lethal dose 50): Voir DL 50.

Lépidoptères: Papillons.

M

Matières auxiliaires: Additifs destinés à l'amélioration des substances actives, par exemple pour faciliter l'application, augmenter la solubilité, faciliter le dosage, etc.

Métabolisme: Processus biologique vital dans les plantes, les animaux, l'eau, le sol et l'air.

Métabolites: Produits des transformations occasionnées par les processus biologiques.

Métamorphose: Transformations que parcourent les insectes et acariens de l'œuf à l'adulte, en passant par la larve et la chrysalide. Lorsque la métamorphose est complète, les larves ont un mode de vie totalement différent de celui des adultes. Lorsque la métamorphose est incomplète, les larves ou nymphes ressemblent aux adultes et il manque le stade de chrysalide.

Miellat: Sécrétion sucrée et collante de diverses espèces d'insectes, sur laquelle peut se développer de la fumagine, un champignon qui produit un dépôt noir.

Molluscicides: Produits phytosanitaires destinés à la lutte contre les gastéropodes (limaces et escargots).

Monitoring: Contrôle des attaques de ravageurs ou d'agents pathogènes au moyen de leurres, d'appâts, de pièges englués, etc.

Monoculture: Culture d'une seule et même espèce de plante durant plusieurs années sur la même surface.

Morsure en fenêtré: Dégât causé par des chenilles ayant dévoré le parenchyme d'une feuille pour n'en laisser, sur un trou, que la cuticule.

Mouillant: Matière auxiliaire améliorant la capacité adhésive des bouillies de traitement.

Multiplication in vitro: Désignation générique de toutes les méthodes de propagation en conditions stériles de laboratoire, utilisant des parties de plantes non viables en l'état.

Mycélium: Réseau de filaments émis par des champignons et s'étendant à l'intérieur des plantes ou dans le sol pour former le corps du champignon.

Mycologie: Science traitant des champignons.

Mycoplasme: Très petites bactéries dépourvues de paroi cellulaire, capables de se multiplier indépendamment et diversement phytopathogènes.

Mycose: Maladie causée par un champignon.

N

Nécrose: Tissu mort sur un organisme vivant.

Nématicide: Produit phytosanitaire destiné à lutter contre les nématodes.

Nématodes: Anguillules se nourrissant sur les racines par succion ou vivant dans la plante dont ils perturbent la croissance.

Nympe: Au cours de la métamorphose, stade de repos de l'insecte précédant l'éclosion comme adulte.

O

Objets à protéger: Peuplements de plantes de grande valeur, hôtes d'organismes nuisibles, y compris leurs alentours dans un rayon donné, qui font l'objet d'une protection bien qu'ils soient situés dans une zone contaminée.

Oospore: Spore de survie du mildiou.

Oral: Entrant dans le corps par la bouche.

Ovipare: Qui pond des œufs.

Ovicide: Produit phytosanitaire qui détruit les œufs (d'acariens ou d'insectes).

P

Parasite: Organisme (bactérie, champignon, ravageur ou plante) vivant aux dépens de plantes ou d'animaux.

Parasites de faiblesse: Organismes parasites opportunistes attaquant de préférence d'autres organismes affaiblis.

Parasitoïde: Organisme (p. ex. hyménoptère) vivant en parasite et tuant son hôte au cours de son développement.

Parthénogenèse: Reproduction à partir d'un œuf ou d'une oosphère non fécondés. Les femelles de certains ravageurs comme les pucerons, les cochenilles, les tenthrèdes et le redouté otiorrhynque peuvent engendrer durant de longues périodes sans nécessité d'accouplement préalable.

Passeport phytosanitaire: Document utilisé, sur le territoire suisse ou avec l'UE, pour le commerce de marchandises (plantes) potentiellement porteuses d'organismes nuisibles particulièrement dangereux. Le document atteste que les exigences en matière de protection des végétaux sont satisfaites.

Pathogène: Qui peut causer une maladie (champignon, bactérie ou virus).

Persistance: Durée de présence d'un produit phytosanitaire.

Pesticides: Terme repris de l'anglais (pest = ravageur), désignant les produits de lutte contre les ravageurs et faussement utilisé aussi pour les produits phytosanitaires en général.

pH (= potentiel hydrogène): Teneur d'ions hydrogènes ou plus simplement degré d'acidité du sol. Une valeur de 4 désigne un milieu acide, 7 un milieu neutre et les valeurs supérieures à 7 un milieu alcalin (sols calcaires).

Phase gazeuse: Etat de produits ou substances agissant sous forme de gaz sur divers ravageurs ou agents pathogènes dans le sol ou sur la plante.

Phéromones: Substances odorantes synthétisées par les insectes pour la reconnaissance mutuelle. Les phéromones sexuelles synthétiques sont utilisées pour attirer ou perturber les insectes.

Phytohormone: Substance de croissance végétale. Peut être naturelle ou artificielle.

Phytopathologie: Science des maladies des plantes.

Phytotoxicité: Effet toxique d'une substance sur des végétaux.

Pièges, appâts ou leurres: Dispositifs attirant les insectes au moyen de substances chimiques ou de couleurs et les retenant prisonniers.

Plantes hôtes ou hôtes: Espèces végétales ou organismes sur lesquels certains parasites peuvent se développer.

Pouvoir mouillant: Propriété d'un liquide de pouvoir créer un film sur une surface.

Produit de désinfection des semences: Produit phytosanitaire destiné au traitement préventif des semences, plants, tubercules et oignons.

Produit endothérapeutique: Produit agissant de manière systémique.

Population: Ensemble de tous les organismes d'une espèce dans un espace donné.

Potentialisation (synergie): Augmentation de l'efficacité d'une substance en combinaison avec d'autres substances.

ppm (parts per million): Proportion exprimée en millièmes, p. ex. 1 g pour 1000 kg ou 1 cm³ par m³.

Protection biotechnique des plantes: Influence exercée sur le comportement des ravageurs par des moyens acoustiques ou optiques ou par l'intermédiaire de substances perturbant leur cycle de vie sans les tuer directement.

Protection intégrée des végétaux: Combinaison de procédés de lutte où les méthodes biologiques ou biotechniques, le choix variétal et les techniques de culture ont priorité sur les produits phytosanitaires et où l'utilisation de ces derniers est réduite à un minimum.

Q

Quarantaine: Eloignement, durant un certain temps, d'organismes supposés infectés.

R

Régulateurs de croissance: Substances actives favorisant ou inhibant la croissance en longueur des plantes. Substances actives influençant la métamorphose des insectes.

Répulsif: Substance repoussant les ravageurs pour éviter qu'ils se posent sur l'organe traité ou s'en nourrissent.

Résistance: Absence de sensibilité d'une population ou d'un organisme (plante ou animal) à une influence, p. ex. à une substance bioactive ou à un pathogène.

Rodenticide: Produit destiné à la lutte contre les rongeurs.

Rotation: Alternance ciblée de diverses espèces cultivées sur la même surface.

S

Saprophytes: Organismes se nourrissant de tissus végétaux morts.

Screening: Examen biologique d'une nouvelle substance active par une entreprise chimique, du laboratoire jusqu'au produit phytosanitaire fini (efficacité, dégradabilité, effets secondaires, etc.).

Secondaire: En deuxième lieu, subordonné.

Sélection: Processus qui favorise des individus d'une ou plusieurs espèces par certaines conditions environnementales ou par des mesures phytosanitaires.

Seuil de tolérance: Niveau de dégâts causés à des plantes par des maladies ou des ravageurs, au-dessus duquel le coût des traitements phytosanitaires est inférieur à la valeur des dégâts prévisibles.

Spectre d'action: Etendue de l'efficacité; indique les agents pathogènes contre lesquels un produit est actif.

Spores: Organes microscopiques de dissémination des champignons et des bactéries.

Stade nymphal: Stade larvaire des insectes et des acariens à métamorphose complète ou incomplète, où l'animal possède déjà des ailes.

Stérilisation: Élimination des germes de terreaux, appareils, pots, etc., par traitement à la vapeur ou chimique.

Stimulateurs: Substances influençant la croissance végétale ou le comportement d'organismes vivants.

Substance active: Substance synthétique ou naturelle qui produit l'effet désiré.

Suspension: Dispersion régulière d'une substance insoluble dans un liquide, p. ex. d'une poudre dans de l'eau.

Symbiose: Vie commune et interdépendante d'organismes vivants appartenant à différentes espèces.

Synergie: Action combinée de deux substances actives, avec pour résultat une efficacité meilleure que la somme de celle des deux matières isolément.

Synthétique: Elaboré en laboratoire par synthèse chimique.

T

Technique ULV ou LV ([ultra] low volume): Nébulation d'une préparation hautement concentrée. Les gouttelettes très fines sont obtenues par une pression élevée.

Temps d'incubation: Durée de la période entre l'attaque d'un agent pathogène (infection) et l'apparition des premiers symptômes.

Test cresson: Du cresson est semé après une désinfection chimique du sol, afin de détecter la présence d'éventuels résidus.

Tests de laboratoire: Premiers examens scientifiques et techniques d'une nouvelle préparation et de ses effets primaires et éventuellement secondaires. Ils sont suivis plus tard d'essais au champ.

Thérapeutique: Concerne l'ensemble des actions et pratiques destinées à traiter les maladies, à guérir.

Tolérance à la mise sur le marché (quantité ou concentration maximale): Quantité maximale admissible de résidus d'une substance étrangère dans ou sur une denrée alimentaire, exprimée en général en mg/kg (= ppm).

Toxicité aiguë, efficacité aiguë: Effet ou efficacité d'une substance après une seule absorption ou application.

Toxicité chronique, efficacité chronique: Effet exercé par une substance active par absorption répétée sur une longue période.

Toxicologie: Science des toxiques ou poisons.

Toxicité: Caractère d'une substance perturbant le métabolisme d'un organisme vivant.

Toxique de contact: Toxique dont la substance active pénètre dans le corps par la peau ou les muqueuses.

Toxique d'ingestion: Produit ingéré par un ravageur et qui agit par les organes digestifs.

Toxique respiratoire: Substance entrant dans le corps par les voies respiratoires et y exerçant son effet.

Trouble physiologique: Manifestation négative du métabolisme dont les causes ne sont pas parasitaires, comme les erreurs de culture ou les conditions environnementales.

U

Urédospores: Spores d'été des rouilles.

V

Valeur de tolérance: Voir Tolérance à la mise sur le marché.

Vecteur: Organisme ou instrument de propagation et de transmission d'agents pathogènes, y compris hôte intermédiaire.

Vierge: Femelle de puceron se multipliant par parthénogenèse.

Viroses: Maladies causées par des virus.

Vivipare: Donnant naissance à des organismes complets (p. ex. pucerons).

Z

Zone contaminée: Zone dans laquelle la dissémination d'un organisme nuisible particulièrement dangereux est tellement avancée qu'on renonce à une stratégie d'éradication.

Zone d'éradication: Zone dans laquelle il y a obligation d'effectuer une lutte contre un organisme nuisible particulièrement dangereux ou de l'éliminer ensemble avec son hôte.

Zoospores: Spores capables de se déplacer activement au moyen de flagelles.

