

◆ Normes OEPP ◆

DIRECTIVES SUR LA BONNE PRATIQUE PHYTOSANITAIRE

LEGUMES DU GENRE BRASSICA

PP 2/7(1) Français



Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes
1, rue Le Nôtre, 75016 Paris, France

APPROBATION

Les Normes OEPP sont approuvées par le Conseil de l'OEPP. La date d'approbation figure dans chaque norme individuelle.

REVISION

Les normes OEPP sont sujettes à des révisions et des amendements périodiques. La prochaine date de révision de cette série de Normes OEPP est décidée par le Groupe de travail sur les produits phytosanitaires.

ENREGISTREMENT DES AMENDEMENTS

Des amendements sont préparés si nécessaires, numérotés et datés. Les dates de révision figurent (si nécessaire) dans chaque norme individuelle.

DISTRIBUTION

Les Normes OEPP sont distribuées par le Secrétariat de l'OEPP à tous les Etats membres de l'OEPP. Des copies sont disponibles, sous certaines conditions, auprès du Secrétariat de l'OEPP pour toute personne intéressée.

CHAMP D'APPLICATION

Les Directives de l'OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire (BPP) sont destinées aux Organisations Nationales de Protection des Végétaux, en leur qualité d'autorités responsables de la réglementation et des services de conseil liés à l'utilisation des produits phytosanitaires.

REFERENCES

Toutes les Directives de l'OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire se réfèrent à la Directive générale suivante: OEPP/EPPO (1994) Norme OEPP PP 2/1(1) Directive sur la bonne pratique phytosanitaire: principes de bonne pratique phytosanitaire. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **24**, 233-240.

VUE D'ENSEMBLE

Les Directives OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire (BPP) décrivent les méthodes de lutte contre les organismes nuisibles (y compris pathogènes et adventices) des principales cultures de la région OEPP. Chaque directive considère, pour une culture, les principaux organismes nuisibles présents dans l'ensemble de la région OEPP. Des détails sont donnés pour chaque organisme sur sa biologie et son développement, des stratégies de lutte appropriées sont décrites, et, si nécessaire, des exemples de substances actives pouvant être utilisées pour la lutte chimique sont mentionnés.

Directive sur la bonne pratique phytosanitaire

LEGUMES DU GENRE BRASSICA

Champ d'application spécifique

Cette norme décrit la bonne pratique phytosanitaire pour les légumes du genre *Brassica* (espèces cultivées pour leur feuillage, leur inflorescence ou leur racine).

Cette directive sur la bonne pratique phytosanitaire (BPP) pour les légumes du genre *Brassica* fait partie d'un programme portant sur les principales cultures de la région OEPP. Il est souhaitable de se reporter également à la Directive BPP no. 1 (Principes de bonne pratique phytosanitaire) (*Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **24**, 233-240, 1994). La directive concerne la lutte contre les organismes nuisibles (y compris pathogènes et adventices) des cultures légumières de plein champ du genre *Brassica*.

Les espèces de *Brassica* concernées peuvent être regroupées ainsi:

- 1 cultivées pour leur feuillage - *B. oleracea* var. *capitata* (chou pommé), *B. oleracea* var. *gemmifera* (chou de Bruxelles), *B. oleracea* var. *acephala* (chou vert), *B. chinensis* (chou chinois);
- 2 cultivées pour leur inflorescence - *B. oleracea* var. *botrytis* (brocoli, chou-fleur), *B. oleracea* var. *gongylodes* (chou-rave);
- 3 cultivées pour leur racine - *B. rapa* (navet), *B. napus* var. *napobrassica* (rutabaga).

Le chou-fleur et le navet sont les espèces les plus cultivées en Europe. Les mêmes espèces ou variétés (ou d'autres apparentées) sont également cultivées comme fourrage, ou pour la production de grain (moutarde, colza). Le colza en particulier est très largement cultivé. Il est à noter que cette culture est également attaquée par un grand nombre des maladies inféodées aux choux et peut constituer une source d'inoculum importante pour les cultures avoisinantes. Une directive séparée sur la BPP pour le colza est en cours de préparation. Les cultures destinées à la production de semences ne sont pas couvertes par cette directive.

La plupart des ravageurs et des maladies du genre *Brassica*, s'attaquent plus ou moins aux trois types de choux. Lorsque la BPP est différente selon les groupes, les informations sont présentées séparément. En général, la nature du produit commercialisé (feuilles, inflorescences, racines) influence l'approche de la BPP pour l'organisme nuisible concerné. La qualité du

Approbation et amendement spécifiques

Approbation initiale en septembre 1996.
Editée sous forme de norme OEPP en 1998.

produit commercialisé est particulièrement importante pour les inflorescences.

Les légumes du genre *Brassica* sont principalement cultivés à partir de semences (semées dans des lits de semence ou dans des blocs de tourbe ou en pot) et repiqués au champ, mais sont parfois semés directement. Une rotation culturale de plusieurs années est une pratique courante et permet d'éviter la persistance d'organismes nuisibles dans les débris et le sol entre les cultures successives de choux. Il est en général préférable de séparer les cultures de *Brassica* dans l'espace et dans le temps afin d'empêcher toute dissémination des organismes nuisibles. L'utilisation exclusive de semences et de matériel de plantation sains doit permettre d'éviter l'introduction des maladies dans les cultures. Des semences testées peuvent être obtenues dans certains cas. Les méthodes culturales peuvent faciliter la réduction des niveaux et des sources d'inoculum, par exemple par la destruction des crucifères adventices qui peuvent porter des maladies, l'élimination ou la destruction des débris de culture, l'amélioration de la nutrition et du drainage, l'accroissement de la circulation de l'air au sein de la couverture végétale. L'utilisation de cultivars résistants peut atténuer les effets les plus sévères de maladies localement importantes. Ceci doit être pleinement exploité, par exemple pour les variétés de choux de Bruxelles et de choux pommés contre *Erysiphe cruciferarum*, *Mycosphaerella brassicicola* et *Albugo candida*.

Les produits phytosanitaires sont largement utilisés pour la BPP pour les légumes du genre *Brassica*, mais il existe une volonté de réduction de l'usage des fongicides et d'une meilleure utilisation des méthodes de lutte culturales et des autres méthodes non chimiques. Les producteurs devraient être mieux informés de ces méthodes et convaincus de leur importance. Les traitements chimiques doivent être utilisés de manière sélective et non pas en routine. Si des traitements de semences sont disponibles pour lutter contre des pathogènes transmis par les semences et les organismes nuisibles du sol, ils doivent être

préférés. Les traitements au stade du lit de semence peuvent empêcher le développement précoce des populations de ravageurs. Les traitements peuvent être appliqués sur le sol ou pulvérisés sur le feuillage. Il est possible de réduire les pulvérisations au champ et de cibler les organismes nuisibles plus efficacement par exemple à l'aide d'un suivi régulier des cultures, de méthodes de prévision, de techniques de pulvérisations qui permettent de réduire les doses de produit, le volume d'eau et la dérive sans compromettre l'efficacité de la lutte. Il est à noter finalement que des organismes nuisibles peuvent créer des problèmes dans les brassica stockés.

Les principaux organismes nuisibles des plantes du genre *Brassica* pris en compte sont les suivants:

- *Leptosphaeria maculans* (nécrose du collet);
- *Mycosphaerella brassicicola* (maladie des taches noires);
- *Peronospora parasitica* (mildiou des crucifères);
- *Albugo candida* (rouille blanche des crucifères);
- *Erysiphe cruciferarum* (oïdium);
- *Alternaria brassicae* et *A. brassicicola* (alternarioses);
- *Pyrenopeziza brassicae* (cylindrosporiose);
- *Botrytis cinerea* (pourriture grise);
- *Rhizoctonia solani* (rhizoctone);
- *Pythium* spp.(fonte des semis);
- *Plasmiodiophora brassicae* (hernie des crucifères);
- *Phytophthora* spp.;
- *Verticillium dahliae* (verticilliose);
- *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (nervation noire des crucifères);
- *Erwinia* et *Pseudomonas* spp. (pourritures molles);
- *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*;
- *Cauliflower mosaic caulimovirus* (mosaïque du chou-fleur);
- *Turnip mosaic potyvirus* (mosaïque du navet);
- maladies diverses;
- *Brevicoryne brassicae* et *Myzus persicae* (pucerons);
- *Phytomyza rufipes* et *Scaptomyza apicalis* (mouches mineuses);
- *Delia radicum* (mouche du chou);
- *Delia floralis* (mouche du navet);
- *Psylliodes chrysocephala* (grosse altise du colza);
- *Ceutorhynchus pallidactylus* (charançon de la tige du chou);
- *Ceutorhynchus pleurostigma* (charançon gallicole du chou);
- *Meligethes* spp. (méligèthes);
- *Aleurodes proletella* (aleurode du chou);
- chenilles;
- vers gris;
- *Phyllotreta* spp. (petites altises des crucifères);

- *Heterodera cruciferae*;
- limaces;
- adventices.

Note explicative sur les matières actives

Le Groupe d'experts OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire a tenu compte, en préparant cette directive, d'informations sur les matières actives spécifiques contenues dans les produits phytosanitaires et sur la façon dont elles peuvent s'intégrer à la stratégie BPP. Ces détails concernant les matières actives ne sont mentionnés que s'ils sont fournis par plusieurs pays de l'OEPP. Ils représentent ainsi la BPP actuelle au moins pour ces pays. Il est possible, pour diverses raisons, que ces matières actives ne soient pas homologuées pour l'usage en question, ou soient soumises à des restrictions, dans d'autres pays OEPP, mais cela ne remet pas en question la stratégie globale. L'OEPP recommande que, dans le cadre des principes de la BPP, soient utilisés seuls les produits homologués dans un pays pour un usage donné.

Leptosphaeria maculans (nécrose du collet)

Généralités

Leptosphaeria maculans (anamorphe *Phoma lingam*) est principalement un pathogène transmis par les semences, qui possède plusieurs souches de virulence variable. La contamination des semences peut donner des taches sur les cotylédons, et le champignon peut ensuite se disséminer et attaquer toutes les parties de la plante. Les taches foliaires sont de couleur gris cendré au centre et contiennent de petits pycnides noirs produisant des spores qui vont permettre la dissémination de la maladie. Sur la plante, la contamination des feuilles peut provoquer une contamination directe des pétioles et des tiges par le mycélium. La contamination des tiges provoque des chancres brunâtres ou violacés contenant des pycnides. D'autres parties de la plante peuvent être également attaquées - la base des tiges, les racines, les hampes florales, les siliques et les semences. Les plantes sévèrement atteintes sont rabougries, se flétrissent et peuvent mourir. Le champignon est capable de survivre et de se multiplier sur les débris de culture. La dissémination est favorisée par les conditions climatiques humides et ventées.

Le même pathogène provoque aussi une pourriture sèche des légumes du genre *Brassica* cultivés pour leur racine. La maladie est généralement plus importante sur les racines de rutabaga que sur celles de navet, particulièrement pour les cultures semées précocement. L'infection peut être observée dans les champs à l'automne, peut se disséminer dans l'entrepôt et provoque des pertes sévères. Des taches claires et allongées se développent sur les racines et s'élargissent ensuite, devenant brunes et s'ouvrant. La racine peut finalement se briser avec apparition d'une pourriture

sèche brune; l'invasion secondaire par certaines bactéries (voir *Erwinia* et *Pseudomonas* spp.) peut entraîner une pourriture molle. Les résidus de culture dans le sol sont la principale source d'inoculum; les semences peuvent toutefois également être infectées. Dans des conditions environnementales humides, les pycnides produisent des masses de spores qui sont dispersées par éclaboussures de pluie et par le vent. Le champignon peut rester viable dans le sol pendant plusieurs années et peut survivre à la digestion par le bétail. Des adventices crucifères sont attaquées et peuvent être une source d'inoculum.

Stratégie

En ce qui concerne les taches foliaires et le chancre des choux et choux-fleurs, l'objectif est d'empêcher l'introduction du champignon sur des semences atteintes et de réduire ses chances de survie au champ. Il est possible de lutter efficacement contre les infections des semences par des traitements fongicides (voir ci-dessous) ou des traitements à l'eau chaude. Des semences testées peuvent être utilisées. Au champ, les pulvérisations fongicides n'ont pas toujours permis de lutter de manière satisfaisante contre les infections des feuilles et de la tige. Les méthodes de lutte culturale doivent donc être optimisées afin de réduire la survie du pathogène entre des cultures successives de choux. Les pépinières ne doivent pas avoir comporté de choux depuis plusieurs années, ni être situées près d'autres cultures de choux ou de débris de ces cultures. Les choux ne doivent pas être cultivés sur une même parcelle plus d'une fois tous les 4 ans (et l'intervalle doit être de préférence plus important). Les débris d'une culture malade doivent être éliminés et brûlés afin d'empêcher la survie du champignon. Si des fongicides sont utilisés, ils doivent être appliqués dès le début de l'attaque. La résistance variétale est rarement disponible pour les cultivars de légumes du genre *Brassica*.

Des rotations culturales longues doivent être mises en place pour les plantes cultivées pour leur racine, et les débris végétaux atteints doivent être éliminés. Les adventices crucifères doivent être contrôlées. Les racines malades ne doivent pas être incorporées dans du compost ou du fumier. De plus, les débris végétaux atteints et le fumier des animaux nourris avec des racines malades ne doivent pas être épandus dans les champs. Les traitements de semences permettent de lutter contre la phase de transmission par les semences. Les pulvérisations au champ ne sont pas efficaces.

Principaux fongicides

Bénomyl, thiabendazole, thiophanate-méthyl, thirame (traitements de semences). Iprodione (pulvérisation).

***Mycosphaerella brassicicola* (maladie des taches noires)**

Généralités

La maladie des taches noires est une maladie importante des choux cultivés pour leur feuillage et leur inflorescence, dans les zones humides atlantiques du nord et nord-ouest de l'Europe. Les principales sources de contamination sont les débris végétaux, les cultures à maturité, et le colza d'hiver. Les pseudothèces produisent sur les débris végétaux des ascospores qui sont dispersées par l'air et les éclaboussures de pluie. La présence d'eau à la surface des feuilles ainsi que des températures de 16-20°C sont nécessaires pour que les contaminations et les lésions foliaires se développent de manière optimale. Les taches foliaires typiques sont rondes, grises à noires. Elles comportent de nombreux petits "pycnides" noirs (spermogonies) et peuvent atteindre 1,5 cm de diamètre. Les spermogonies produisent des spermaties ('conidies') qui sont également disséminées par le vent et la pluie. Les feuilles les plus âgées sont en général attaquées en premier; elles jaunissent et se flétrissent précocement. Le champignon est capable de pénétrer à travers le tégument de la graine, mais il semble que les contaminations des semences ne jouent pas un rôle significatif dans l'épidémiologie de la maladie. Le pathogène survit sur les débris de feuilles malades ou dans le sol.

Stratégie

Des méthodes culturales de lutte visant à minimiser la survie, la dissémination et l'infection par le champignon doivent être utilisées. Elles comprennent la rotation culturale, l'isolement des pépinières, l'emplacement des cultures (à au moins 500 m de cultures de colza), l'élimination des feuilles malades et l'exclusion des cultures denses et humides et de l'excès de fertilisation. Les cultivars présentant une bonne résistance à la maladie des taches noires sont de plus en plus nombreux, en particulier pour les choux de Bruxelles (par ex. Cor, Gabion, Lunet, Topaz). La stratégie s'appuie en général sur le traitement fongicide dès les premiers signes d'infection. Un meilleur positionnement des pulvérisations, et par conséquent une réduction des traitements fongicides, peut être réalisé grâce aux systèmes de prévision actuellement en cours d'étude.

Principaux fongicides

Bénomyl, chlorothalonil, difenoconazole, thiophanate-méthyl.

***Peronospora parasitica* (mildiou des crucifères)**

Généralités

Le mildiou des crucifères est commun à tous les choux, mais il est probablement plus dangereux sur les choux cultivés pour leur inflorescence et le chou-rave cultivé sous abri, et moins dangereux sur les choux cultivés pour leur racine. La maladie est parfois grave dans les pépinières sous abri, particulièrement dans des conditions de forte humidité, d'humectation foliaire et de températures fraîches. Les attaques apparaissent d'abord sur les cotylédons sous forme de taches jaunâtres à la face supérieure des feuilles avec des fructifications blanches à la face inférieure. Le champignon comporte des sporangiophores portant les sporanges qui disséminent la maladie. Les plantules sérieusement atteintes sont rabougries ou détruites. Des symptômes foliaires semblables se produisent en plein champ, avec des lésions moins bien définies, sous forme de zones brun jaunâtre entre les nervures avec des fructifications blanches ou grises à la face inférieure. Les feuilles sévèrement attaquées deviennent prématurément sénescentes et tombent, facilitant ainsi l'invasion des pourritures molles secondaires. Les pommes malades des choux de Bruxelles présentent de petites taches noires qui déprécient leur qualité. Les pommes des choux cultivés pour leur feuillage sont sévèrement atteintes et ne sont pas commercialisables. Le champignon forme également des oospores dans les tissus malades. Ces oospores peuvent survivre dans le sol ou les débris végétaux pendant plusieurs mois ou plusieurs années et constituer ainsi la principale source d'inoculum.

Stratégie

La lutte contre la contamination en pépinière est essentielle, à la fois pour éviter des pertes précoces et l'introduction dans les parcelles. La lutte inclut la réduction de l'humidité et de l'humectation foliaire sous abri et l'utilisation prophylactique de fongicides pour éviter les contaminations.

Au champ, les méthodes culturales comportent une rotation culturale pour éviter la phase de développement dans le sol et consistent à éviter les conditions favorables au champignon, comme, par exemple, les sites humides et protégés et les plantations denses. Un certain niveau de résistance existe dans les cultivars commerciaux de chou, brocoli et chou-rave. L'utilisation de fongicides au champ, contrairement aux pépinières, est difficile. Les produits utilisés pour la lutte contre *Albugo candida* sont actifs contre *P. parasitica*.

Principaux fongicides

Chlorothalonil, cymoxanil, métalaxyl, propamocarbe HCl (surtout en pépinière), hydroxyde de cuivre, manèbe, mancozèbe.

***Albugo candida* (rouille blanche des crucifères)**

Généralités

Localement, il s'agit d'un pathogène important des choux cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence. Il peut également affecter les crucifères adventices, comme par exemple *Capsella bursa-pastoris*, mais les contaminations croisées restent incertaines. Les contaminations primaires se font via les stomates, par les zoospores issues des oospores présentes sur les débris végétaux ou dans le sol. Les sporanges disséminés par le vent germent et donnent des zoospores. Les symptômes apparaissent sous forme de taches blanches, initialement lisses à reflet nacré, principalement à la face inférieure des feuilles, des tiges et des inflorescences. Elles deviennent par la suite des pustules pulvérulentes et peuvent provoquer une déformation des plantes. Les plantules et les jeunes plants peuvent être atteints par la maladie. Des attaques sur les pommes des choux de Bruxelles ou dans le cœur des choux réduisent considérablement leur valeur commerciale. *A. candida* peut également attaquer les pommes des choux cultivés pour leur inflorescence qui perdent leur valeur commerciale. Les choux cultivés pour leur racines ne sont pas significativement affectés.

La présence d'eau sur les feuilles est nécessaire à l'infection. La maladie présente une longue période d'incubation à basse température, mais elle se développe plus rapidement au-delà de 16°C. Les niveaux d'attaque sont généralement plus élevés à l'automne, décroissent légèrement puis se rétablissent en hiver. Les contaminations sont souvent associées avec des attaques de *Peronospora parasitica*. Les oospores produites sur les tissus malades restent dormantes dans le sol pendant plusieurs mois.

Stratégie

La rotation des cultures, le choix d'endroits ouverts et secs pour les lits de semis et l'emplacement adéquat des parcelles permettent d'éviter les attaques. La destruction des sources potentielles d'inoculum est importante, par exemple plantes infectées, débris végétaux et adventices. Certains cultivars de choux de Bruxelles (par ex. Predora, Lunet, Lauris, Peer Gynt) possèdent un bon niveau de résistance à *A. candida*.

La stratégie s'appuie fortement sur des pulvérisations de fongicides au champ dès les premiers signes de la maladie. La plupart des producteurs utilisent des fongicides systémiques. Des méthodes de prévision sont en cours d'étude et devraient permettre un meilleur positionnement des pulvérisations tout en réduisant le nombre d'applications.

Principaux fongicides

Métalaxyl.

***Erysiphe cruciferarum* (oïdium)**

Généralités

L'oïdium peut affecter la plupart des choux, mais les choux de Bruxelles, les choux pommés et les choux-raves sont les plus sévèrement atteints, avec les pertes de rendement et de qualité qui en découlent. Le champignon ne peut survivre que sur les tissus verts; les cultures malades constituent par conséquent les principales sources de contamination. Les premiers symptômes sont de petites taches d'un fin mycélium blanc qui se développe de manière épars sur les deux faces de la feuille. Ce mycélium peut devenir un feutrage blanc beaucoup plus épais et recouvrir partiellement ou totalement la surface foliaire. Des développements mycéliens, arachnéens, sont également communément observés sur les tiges des cultivars sensibles de choux de Bruxelles. Les pommes de ces derniers peuvent présenter de fines taches noires avec ou sans mycélium épars.

Les conidies disséminent la maladie, elles sont dispersées par le vent à partir des tissus infectés; des cléistothèces peuvent aussi être présents. La maladie est généralement plus grave au cours d'étés secs avec des températures de 15-20°C et des périodes de forte humidité. Les cultures semées au printemps présentent souvent les premiers symptômes en juillet, puis la maladie se développe rapidement en août et septembre.

Stratégie

L'oïdium est l'une des maladies contre laquelle l'utilisation de cultivars résistants offre les meilleures possibilités. De nombreux hybrides de choux de Bruxelles possèdent un bon niveau de résistance, tout comme certains cultivars de choux d'automne et d'hiver, ainsi que de rutabaga (par ex. Marian). La résistance variétale doit donc être pleinement exploitée, en particulier dans les zones sensibles à des attaques et pour les légumes du genre *Brassica* sur sol léger. Dans le cas contraire, les facteurs favorisant l'incidence et le développement de la maladie doivent être évités, en particulier les excès de fertilisation azotée, le stress hydrique, la présence de crucifères adventices et les cultures denses. La pratique standard pour la lutte contre l'oïdium consiste à faire une application à haut volume à la première observation des symptômes, mais les autres possibilités mentionnées plus haut peuvent permettre des alternatives. Dans le cas des légumes du genre *Brassica* cultivés pour leurs racines, les attaques tardives après la fin du développement de la racine n'ont pas de conséquence significative sur le rendement et aucun traitement n'est nécessaire.

Principaux fongicides

Pyrazophos, soufre, triadiméfon, triadiméno, triforine.

***Alternaria brassicae* et *A. brassicicola* (alternarioses)**

Généralités

Alternaria brassicae et *A. brassicicola* sont transmis par les semences et sont fréquents sur les choux pommés (y compris en conservation), les choux-raves, les choux chinois, les choux-fleurs et les choux de Bruxelles. Les autres sources importantes d'inoculum sont les débris végétaux contaminés, les plantes cultivées du genre *Brassica* (y compris le colza) et les crucifères adventices. Les spores peuvent être disséminées lors de la récolte des cultures de production de semence et de colza.

Toutes les parties aériennes des plantes peuvent être attaquées. Les symptômes varient de petites taches noires discrètes à de larges lésions, de centre brun, ayant jusqu'à 12 mm de diamètre. Les lésions peuvent porter une masse noirâtre de spores et présenter un halo chlorotique. Le centre des lésions s'amincit, se dessèche et peut avec le temps tomber, provoquant ainsi des perforations. Les conidies sont disséminées par l'eau et le vent, et des conditions chaudes (optimum 20-24°C) et humides favorisent les contaminations. Les deux espèces diffèrent dans leurs exigences thermiques, *A. brassicicola* étant plus facilement limité par des températures basses.

A. brassicae peut causer des taches foliaires sévères sur les légumes du genre *Brassica* cultivés pour leurs racines et même des défoliations dans le cas des navets; les rutabagas sont moins sensibles. Les feuilles se couvrent de taches circulaires typiques de 3-5 mm de diamètre, beige et ayant la consistance du papier, entourées d'un halo jaune. Les infections peuvent être sérieuses dans les zones à climat humide et au cours des saisons chaudes et humides.

Des pertes de rendement et de qualité sont observées en cas d'infection des pommes de choux de Bruxelles. Les choux blancs de Hollande sont atteints lors de la conservation. Les choux-fleurs et les choux chinois peuvent également présenter des pourritures importantes en raison d'attaques d'alternariose plus tardives.

Stratégie

La résistance variétale est peu ou pas disponible pour les plantes cultivées pour leur feuillage ou leur inflorescence, mais certains cultivars de navet ont une résistance modérée à bonne à *A. brassicae*. Les mesures de lutte comprennent le contrôle de la phase de transmission par les semences, des pulvérisations à haut volume dès l'apparition des symptômes et des méthodes culturales pour limiter la survie et la dissémination. Un traitement des semences est fortement recommandé, et l'environnement des plantules cultivées sous abri doit être aménagé. Un suivi régulier des cultures et un diagnostic correct doivent permettre de bien positionner les traitements avec un fongicide efficace.

Les risques de contamination à partir des débris végétaux et des adventices peuvent être réduits en éliminant les déchets de culture, en isolant les cultures et en luttant contre les adventices. Des trempages avant stockage peuvent être utilisés pour protéger les choux blancs de Hollande des contaminations pendant l'entreposage.

Principaux fongicides

Anilazin, chlorothalonil, difénoconazole, iprodione, mancozèbe, manèbe, vinchlozoline (pulvérisations). Iprodione (traitement de semences, trempage/arrosage en conservation). L'iprodione est tout particulièrement recommandé pour les choux cultivés pour leur racine.

Pyrenopeziza brassicae (cylindrosporiose)

Généralités

Pyrenopeziza brassicae (anamorphe *Cylindrosporium concentricum*) est assez répandu à des niveaux faibles, mais peut être occasionnellement sévère sur choux de Bruxelles, choux-fleurs et rutabagas; il est moins grave sur choux pommés. Les principales sources d'inoculum sont les cultures et les débris végétaux infectés. Les conidies sont disséminées par le vent et les éclaboussures de pluie. Les lésions sont d'abord superficielles. Elles se développent à la face supérieure des feuilles, et ont un aspect argenté en raison du soulèvement de l'épiderme. Elles pâlissent et blanchissent en vieillissant et peuvent se rejoindre pour former de larges plages, en particulier sur les feuilles les plus basses. Le champignon produit habituellement des anneaux caractéristiques et concentriques de gouttelettes de spores blanches, dans des conditions fraîches et humides. La maladie est surtout observée au nord-ouest de l'Europe.

Toutes les parties aériennes du végétal peuvent être atteintes. La maladie peut provoquer des dégâts sérieux sur les pommes des choux de Bruxelles. La forme sexuée du champignon a été occasionnellement observée sur colza; les apothécies produisant des ascospores ont été observées sur les pétioles pourrissants. Ceci pourrait permettre une dissémination du pathogène sur de longues distances, bien que l'importance de ce phénomène ne soit pas connue.

Stratégie

Les débris de cultures contaminés doivent être enfouis pour limiter la survie du champignon et il est prudent d'avoir une rotation des cultures de 4 ans ou plus entre les cultures de choux. La cylindrosporiose est une maladie répandue sur colza; il faut donc éviter la proximité des cultures de colza. Certains cultivars commerciaux de choux de Bruxelles sont assez résistants à la maladie, par ex. Cavalier, Richard, Lunet, et cette résistance variétale doit être exploitée au mieux. La pratique habituelle consiste à pulvériser des fongicides à haut volume. Cependant, la lutte contre la

maladie est souvent peu satisfaisante car il est difficile d'établir un diagnostic correct et donc de bien positionner les traitements.

Principaux fongicides

Bénomyl, carbendazime, chlorothalonil, prochloraze.

Botrytis cinerea (pourriture grise)

Généralités

Botryotinia fuckeliana (anamorphe *Botrytis cinerea*) peut attaquer toutes les parties aériennes des choux et peut provoquer des dégâts importants sur les pommes des choux de Bruxelles et le coeur des choux pommés. Le champignon pénètre généralement par les blessures, par exemple consécutives au froid, aux nécroses marginales, aux dégâts mécaniques, aux attaques d'organismes nuisibles. Le champignon attaque aussi les tissus non endommagés lorsque ceux-ci sont en contact avec du matériel infecté. Les symptômes habituels correspondent à la présence d'un feutrage gris typique et au ramollissement des tissus; des pourritures molles bactériennes peuvent envahir les zones atteintes. *B. cinerea* peut également attaquer le chou blanc de Hollande en conservation, souvent après une déshydratation des feuilles d'emballage ou après des dégâts mécaniques.

La maladie est favorisée par un temps frais (10-15°C) et humide et par de fortes fumures azotées, bien qu'une carence en azote ait parfois les mêmes effets. Les principales sources de contamination sont les plantes mortes ou déperissantes, et les débris végétaux. Des sclérotés peuvent se former sur les tissus malades et constituent un moyen de survie à plus long terme.

Stratégie

Aucune mesure de lutte spécifique n'est généralement employée contre la pourriture grise. Concernant les plantules, il faut éviter les conditions humides et les blessures, en particulier sous abri. En plein champ, il faut éviter de blesser les plantes, éviter les fumures azotées trop fortes et les cultures trop denses. Il est également important d'éliminer les débris des cultures précédentes. Des pulvérisations à haut volume peuvent avoir une certaine efficacité sur *B. cinerea* en plein champ. Un traitement fongicide par trempage peut être utilisé pour protéger les choux blancs de Hollande avant le stockage.

Principaux fongicides

Bénomyl, carbendazime, chlorothalonil, iprodione (pulvérisation ou arrosage en entrepôt), thiabendazole (pulvérisation en entrepôt), vinchlozoline.

***Rhizoctonia solani* (rhizoctone)**

Généralités

Thanatephorus cucumeris (anamorphe *Rhizoctonia solani*) est un champignon du sol ubiquiste qui provoque des fontes de semis et des pourritures des tiges sur les plantes plus âgées. Les tiges des plantules attaquées se ramollissent et se couchent sur le sol. Si les attaques se produisent plus tard ou dans des conditions moins favorables au champignon, la base des tiges devient dure, brune et rétrécie, ce qui peut provoquer l'affaissement et la mort de la plante. Le pathogène peut également attaquer les racines, les infections sévères pouvant provoquer la mort de la plante. *R. solani* et le pathogène mineur apparenté *R. carotae* peuvent également causer une maladie de conservation (pourriture en cratère) des choux cultivés pour leur racine, en particulier sur rutabaga.

R. solani survit dans le sol, le compost et les débris contaminés sous forme de mycélium et de sclérotés indifférenciés. Les contaminations sont généralement plus sévères sur les plantules cultivées en planches, en châssis ou en serre que sur les plantes cultivées en semis direct. Les facteurs de stress ou qui freinent la croissance des plantes favorisent les attaques, par ex. le manque ou l'excès d'irrigation et une croissance lente en hiver.

Stratégie

Les méthodes de lutte culturales sont généralement appliquées pour réduire les risques d'attaque. Celles-ci comportent une longue rotation culturale et une destruction des débris de culture. Lorsque des contaminations se sont déjà produites ou que des risques d'attaque semblent exister, il est possible d'incorporer des fongicides prophylactiques dans le compost ou dans le sol. La stérilisation du sol permet également de maîtriser le champignon, mais ne fait pas partie de la BPP.

Principaux fongicides

Traitements de semences: chlorothalonil, thirame, tolchlofos-méthyl. Pulvérisation des planches de semis, ou pulvérisation/arrosage des transplants avant repiquage: iprodione, pencycuron.

***Pythium* spp.(fonte des semis)**

Généralités

Comme de nombreuses cultures, les choux peuvent être attaqués par plusieurs espèces de *Pythium* qui provoquent une fonte des semis avant ou après la levée (voir aussi *Rhizoctonia solani*). L'infection a généralement lieu juste avant ou juste après la levée. La tige des plantules se rétrécit ou pourrit, et le plant s'effondre. Les *Pythium* peuvent aussi provoquer des pourritures des racines. Les conditions froides et

humides favorisent les infections en pépinière et au champ. Les *Pythium* sont des champignons du sol très communs qui peuvent persister pendant de longues années.

Stratégie

Les rotations culturales, un drainage adéquat et le semis ou la plantation dans des sols pas trop froids et humides permettent d'éviter les fortes attaques de *Pythium*. Un bon entretien doit être respecté dans les zones de propagation. Les plantes sur blocs de tourbe ne doivent pas être trop arrosées ou laissées se dessécher. Les traitements de semences à base de thirame et/ou l'incorporation de fongicides avant semis ou plantation permettent une protection précoce des plantules.

Principaux fongicides

Etridiazole, propamocarbe HCl (incorporation). Métalaxyl, thirame (traitements de semences).

***Plasmodiophora brassicae* (hernie des crucifères)**

Généralités

La hernie des crucifères est un problème commun à la plupart des espèces du genre *Brassica*, y compris pour certaines espèces crucifères ornementales ou adventices. Les choux pommés, les choux chinois, les choux de Bruxelles et les choux-fleurs peuvent être sévèrement atteints. Les premiers symptômes d'infection au champ sont un flétrissement et un bleuissement des feuilles, particulièrement décelable au cours de périodes de stress hydrique; les attaques graves peuvent provoquer la mort des plantes. Les racines présentent des galles dues à l'invasion de zoospores mobiles via les poils absorbants. Les racines malades peuvent pourrir et libérer dans le sol d'importantes quantités de spores de conservation qui restent viables pendant au moins 20 ans en l'absence de crucifères hôtes. Lorsqu'une plante-hôte est cultivée, les spores de conservation sont alors stimulées et produisent des zoospores infectieuses. La contamination ne se produit généralement pas en dessous de 18°C, bien qu'elle ait parfois été observée jusqu'à 10°C. Des températures du sol de 20-24°C favorisent le développement de la maladie. L'impact de la maladie est plus important sur des sols pauvres et acides, et peut être particulièrement sévère les années où les précipitations sont fortes et les températures du sol élevées. La sévérité de la maladie augmente progressivement lorsque l'humidité du sol passe de 50% de la capacité au champ maximum à la saturation.

La hernie des crucifères peut causer des dégâts importants sur les plantes du genre *Brassica* cultivées pour leur racine et les effets peuvent être plus visibles que pour les choux cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence. Les racines infectées présentent des

gonflements en forme de tumeur et la racine principale peut être déformée. Une pourriture molle se développe souvent par la suite.

Le moyen de dissémination le plus courant est la contamination en pépinière des transplants par le sol ou l'eau. Une infection précoce peut aboutir à la formation de galles dans les pépinières avant le repiquage. Le sol contaminé adhérant au matériel, aux équipements et aux bottes dissémine aussi la maladie, tout comme les eaux de drainage. La dissémination par les déjections des animaux nourris avec des végétaux contaminés peut également se produire.

Stratégie

Le principal moyen de lutte passe par l'amendement du sol afin d'accroître le pH au moins jusqu'à 7,0. Des rotations longues d'au moins 8 ans entre les cultures du genre *Brassica* sont importantes, mais les spores de conservation peuvent rester viables pendant une plus longue durée. Des précautions doivent être prises en pépinière et au cours du repiquage pour éviter la contamination à partir du sol et de l'eau. Les parcelles destinées à la culture des choux peuvent être testées pour la présence du pathogène. Il faut corriger les problèmes de drainage et lutter contre les crucifères adventices. Les choux malades ne doivent pas servir à l'alimentation du bétail. Une résistance variétale est signalée pour un certain nombre de cultivars, par exemple de choux chinois et de choux cultivés pour leur racine.

Les navets sont en général plus résistants que les rutabagas. Certains cultivars ont une bonne résistance. Des cultivars de rutabaga, tels que Marian, ont une résistance modérée et peuvent subir des attaques moins sévères, mais des symptômes seront toujours visibles sur les sites touchés.

Des fongicides efficaces contre la hernie du chou ont toujours fait défaut, bien que le chlorure mercurieux (interdit aujourd'hui) ait été utilisé dans le passé pour assurer une protection précoce. Certains produits de désinfection du sol réduisent les populations du pathogène à la fois dans les pépinières et en plein champ, mais l'accent doit être mis sur la lutte culturale. La stérilisation du sol ne peut être considérée comme une BPP qu'en pépinière. La meilleure lutte fongicide est un trempage des transplants dans du thiophanate-méthyl.

Principaux fongicides

Thiophanate-méthyl.

Phytophthora spp.

Généralités

Phytophthora megasperma provoque occasionnellement une pourriture des racines des choux, en particulier sur les choux de Bruxelles et les

choux-fleurs; il a également été signalé sur colza. Les plantes contaminées se flétrissent, sont rabougries et présentent une pourriture de la tige et de la zone corticale de la racine. La maladie est favorisée par des sols humides et compacts, et par les excès d'eau comme ceux qui peuvent se produire dans les tournières et les mouillères des parcelles. *P. porri* provoque parfois une pourriture des choux blancs de Hollande et des choux chinois en conservation. Les symptômes correspondent à la présence d'une pourriture ferme, beige qui s'étend de l'extrémité inférieure au sommet de la tête. Le sol est la principale source de contamination, et il faut l'empêcher de souiller les têtes récoltées.

Stratégie

Ecarter les parcelles où des attaques de *Phytophthora* se sont déjà produites. Les problèmes de drainage et de compactage des sols doivent être corrigés. Pour les choux en conservation, seules les têtes saines sont à stocker et elles doivent rester saines et sèches. Des traitements par trempage sont parfois utilisés, mais les têtes doivent être bien égouttées après le traitement afin de minimiser les invasions bactériennes.

Principaux fongicides

Métalaxyl (trempage avant stockage).

Verticillium dahliae (verticilliose)

Généralités

La verticilliose se produit occasionnellement sur les choux de Bruxelles, les choux-fleurs et les choux chinois. Le champignon est transmis par le sol et peut correspondre à une souche distincte. Les symptômes apparaissent en premier sur les feuilles inférieures qui jaunissent, puis brunissent et finissent par tomber. Le champignon pénètre dans le système vasculaire de la plante et provoque une coloration brun foncé ou noire. Les contaminations peuvent se produire en taches dans les parcelles et sont favorisées par des conditions humides.

Stratégie

Cette maladie a rarement une importance économique et ne nécessite donc pas des mesures de lutte spécifiques. Des rotations adéquates doivent être respectées pour éviter le développement de la verticilliose et des autres maladies du sol. Lorsque la maladie est présente, arracher et brûler les plantes atteintes.

Principaux fongicides

Aucun.

***Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (nervation noire des crucifères)**

Généralités

La nervation noire des crucifères est une maladie transmise par les semences. On la trouve parfois sur les choux de Bruxelles, les choux pommés, les choux-fleurs, les choux verts, les rutabagas et les navets. Elle affecte aussi d'autres crucifères comme les radis et l'adventice *Capsella bursa-pastoris*. Les contaminations des semences peuvent provoquer la mort des jeunes plants en pépinière. Les principaux symptômes correspondent à l'apparition de zones jaunâtres en forme de "V" sur le bord des feuilles, accompagnées d'un noircissement des nervures qui peut s'étendre jusqu'au pétiole et à la tige. Le noircissement vasculaire se produit dans les tissus des pétioles, des tiges et des racines atteintes. Les foyers de plantes malades sont généralement très visibles dans la culture. Les plantes fortement atteintes peuvent perdre les feuilles les plus basses et être rabougries d'un seul côté. La bactérie peut aussi survivre dans le sol sur des débris végétaux. La dissémination au sein d'une culture se fait essentiellement par les projections d'eau. La bactérie envahit la plante par les pores situés sur le bord des feuilles (hydathodes) ou occasionnellement par les stomates ou les blessures des racines. Les attaques graves sont favorisées par le climat chaud et humide en été et en automne.

Stratégie

La lutte est basée sur l'utilisation de semences indemnes du pathogène et l'élimination adéquate des débris végétaux au champ. Une rotation culturale de 3 ans avec des plantes autres que des crucifères est recommandée. Des semences testées peuvent être utilisées ou un traitement à l'eau chaude (20-25 min à 50°C) peut réduire les contaminations des semences. Il n'existe aucune lutte chimique.

***Erwinia* et *Pseudomonas* spp. (pourritures molles)**

Généralités

La pourriture bactérienne est très communément observée sur de nombreuses cultures de choux, qu'ils soient cultivés pour leur feuillage, leur inflorescence ou leur racine. Elle peut provoquer des dégâts particulièrement importants sur les choux pommés en conservation, les choux chinois, les choux-fleurs, les choux verts, les navets et les rutabagas. Toutes les parties de la plante peuvent être atteintes par les pourritures molles, y compris les tissus internes des tiges et des racines. L'invasion bactérienne a généralement lieu à la suite de dégâts dus au gel, à des attaques de ravageurs et de maladies ou à des blessures mécaniques, et se développe surtout dans des conditions chaudes. Les plantes sont prédisposées par

des déséquilibres ou des carences nutritionnelles. Les bactéries responsables des pourritures molles (le plus souvent *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas cichorii* et *P. marginalis*) sont des pathogènes très communs du sol. Les effets de leurs attaques sont accentués par des conditions humides et certaines saisons présentent donc plus de risques.

Le brocoli est affecté en plein champ par une pourriture molle spécifique sur les tiges, qui n'est pas encore complètement élucidée. *Pseudomonas marginalis* et *Erwinia carotovora* pvs *carotovora* et *atroseptica* ont été régulièrement isolés. Les premiers symptômes sont de petites lésions aqueuses sur les tiges, qui se transforment en une pourriture molle noirâtre. La maladie est plus fréquente sur les cultures récoltées à la fin de l'été, en automne et au début de l'hiver, lorsque les conditions climatiques plus fraîches et plus humides limitent la transpiration. Les racines sont encore actives dans le sol chaud et la pression hydrique dans les boutons floraux provoque la rupture des cellules, favorisant ainsi l'infection. Des apports importants d'azote exacerbent la pourriture des tiges.

Stratégie

La lutte chimique contre les pourritures bactériennes n'est pas possible. Il faut éviter les dégâts par les insectes. Les plantes malades doivent être brûlées ou enfouies et ne doivent pas être stockées. Il faut éviter de cultiver d'autres plantes-hôtes sensibles pendant au moins 2 ans sur les sites contaminés et de récolter lors de conditions climatiques humides. Le chou à pleine maturité est plus susceptible en conservation. Tout facteur prédisposant doit être identifié et corrigé afin de minimiser les pertes futures.

Pour la pourriture des tiges des brocolis, ceux-ci peuvent être traités au champ avec un fongicide prophylactique dès la formation du bouton. Il faut éviter des fumures azotées trop importantes. Certains cultivars de brocoli se sont révélés résistants (Samurai, Clipper, Green Valiant) et les cultivars les plus résistants doivent être cultivés à condition qu'ils correspondent aux normes de qualité nécessaires. Les cultivars à tête plus plate sont en général plus sévèrement atteints.

Principaux bactéricides

Oxychlorure de cuivre (pour la pourriture des tiges du brocoli).

Pseudomonas syringae* pv. *maculicola

Généralités

Cette maladie bactérienne est localement importante sur choux-fleurs, en particulier sur les zones côtières, elle est plus sévère par temps frais et humide. Les symptômes peuvent apparaître en pépinière sous forme de petites lésions aqueuses, anguleuses ou rondes,

devenant par la suite plus sombres et entourées d'un halo chlorotique. Les lésions peuvent se rejoindre et former des taches allongées plus importantes. Des contaminations sévères des plantules peuvent provoquer la mort des plantes. Des symptômes similaires se produisent en plein champ. De plus, de nombreuses taches de 5-7 mm de diamètre entourées d'une zone aqueuse peuvent se former à la face inférieure des feuilles. Ces taches noircissent par la suite et s'entourent d'un halo jaune. Les feuilles malades sont crispées et déformées, elles présentent parfois de larges lésions brunes et tombent en cas d'attaque sévère. Ces plantes peuvent être rabougriées et ne pas porter d'inflorescences. Sur les inflorescences, l'attaque se manifeste par des taches brunes affectant un fleuron. Au cours du développement de l'inflorescence, les fleurons malades deviennent brun foncé, ils pourrissent et se creusent et des pourritures molles secondaires peuvent envahir les tissus.

Le pathogène est principalement transmis par les semences, il est véhiculé à la surface ou à l'intérieur de la semence. La contamination se fait via les stomates ou les blessures provoquées par les insectes, le gel ou les dégâts mécaniques. L'eau est nécessaire pour la contamination et la dissémination de la bactérie. Elle peut passer l'hiver sur les tissus et les débris végétaux malades.

Stratégie

On ne peut pas lutter contre cette maladie à l'aide de bactéricides. La lutte est basée sur l'utilisation de semences et de matériel de plantation indemnes de la maladie. Les traitements des semences à l'eau chaude peuvent être utilisés comme pour *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Des mesures prophylactiques sont essentielles dans les pépinières pour éviter la dissémination du pathogène. En plein champ, il faut éviter les blessures, et les cultures protégées par du polyéthylène doivent être isolées des cultures non protégées. Les autres organismes nuisibles doivent être maîtrisés. La sensibilité des cultivars de chou-fleur varie et la résistance doit être exploitée.

Cauliflower mosaic caulimovirus (mosaïque du chou-fleur)

Généralités

Le *Cauliflower mosaic caulimovirus* (CaMV) est de plus en plus fréquent, en raison de l'activité accrue de ses principaux pucerons vecteurs, *Brevicoryne brassicae* et *Myzus persicae* au cours de ces dernières années. L'impact de la maladie est généralement faible, mais peut être occasionnellement important sur certaines cultures de choux de Bruxelles, de choux pommés et de choux-fleurs, dans les zones de culture intensive. Le CaMV peut attaquer sévèrement les pommes des choux cultivés pour leur inflorescence, qui perdent ainsi leur valeur marchande. Les crucifères

adventices et d'ornement peuvent aussi être atteintes. Les symptômes varient en fonction de la culture, mais la mosaïque et la marbrure des feuilles, l'éclaircissement des nervures et le long des nervures, le rabougrissement et la déformation des plantes sont caractéristiques. Le *Broccoli necrotic yellows rhabdovirus* peut également être présent sur les plantes contaminées par le CaMV et peut exacerber les symptômes sur les choux de Bruxelles.

Le virus est transmis selon le mode semi-persistant ou non-persistant, il est acquis en 1-2 min et transmis en moins de 1 min, sans période de latence. Une fois que le puceron est contaminé, il est capable de transmettre le virus pendant plusieurs heures. Le virus se maintient sur les crucifères cultivées, ornementales et adventices. La transmission par les semences n'a pas été démontrée.

Stratégie

La lutte contre les pucerons vecteurs avec des insecticides est utilisée pour limiter la dissémination du virus et réduire les dégâts directs. Prévenir l'introduction initiale du virus dans les cultures en utilisant des aphicides est difficile, mais les méthodes culturales permettent d'éviter les attaques de pucerons et l'établissement du virus. Ces méthodes incluent la lutte contre les crucifères adventices, la séparation des pépinières et des cultures de production, la séparation des plantations ou des semis successifs et le choix de sites pas trop abrités. La destruction des débris de culture, plus particulièrement après des cultures d'hiver, est essentielle pour éliminer une source d'inoculum importante.

Turnip mosaic potyvirus (mosaïque du navet)

Généralités

Le *Turnip mosaic potyvirus* (TuMV), auparavant connu sous le nom de cabbage black ringspot virus, est transmis par les mêmes pucerons que le CaMV et attaque les mêmes plantes. Les choux de Bruxelles présentent parfois des symptômes foliaires et un rabougrissement dus à la présence du TuMV, mais tous les types de choux peuvent être rendus invendables lors d'attaques sévères. La maladie est également importante sur les choux cultivés pour leur racine. Les symptômes foliaires sur chou correspondent à des taches chlorotiques à bords plus sombres ou à des nervations concentriques vert pâle et foncé sur les jeunes feuilles avec des anneaux nécrotiques et des taches plus foncés sur les feuilles plus âgées. Les taches nécrotiques s'étendent au coeur de la plante et la valeur commerciale peut diminuer, en particulier pour les choux blancs de Hollande stockés. Les choux chinois sont parfois très sérieusement atteints et présentent des lésions nécrotiques, des feuilles du coeur recroquevillées et rabougriées et les dégâts peuvent atteindre 100%.

La transmission du virus se fait selon le mode non-persistant; il est acquis et transmis en moins de 2 min et peut persister pendant 4 h dans le vecteur. Les principales sources de contamination sont les débris végétaux et les choux à maturité. Les crucifères ornementales et adventices peuvent aussi porter le virus. Ce dernier ne semble pas être transmis par les semences. Plus de 50 espèces de pucerons sont capables de transmettre le TuMV.

Stratégie

Certains cultivars commerciaux de choux présentent une certaine résistance à la maladie. En plus de l'utilisation éventuelle de ceux-ci, l'objectif est de lutter contre les pucerons vecteurs (voir section sur les pucerons) et de limiter les risques d'introduction et de dissémination, comme décrit pour le *Cauliflower mosaic virus*.

Maladies diverses

Deux autres maladies foliaires se manifestent sporadiquement mais ont rarement une importance économique: *Pseudocercospora capsellae* (maladie des taches blanches, problème occasionnel dans les pays du Nord; le penconazole est recommandé en cas d'apparition des symptômes); *Pleospora herbarum* (taches foliaires). Les choux peuvent être atteints par les bactéries pathogènes *Agrobacterium tumefaciens* (galle du collet) et *Rhodococcus fascians* (galles feuillues) et sont aussi infectés par plusieurs virus peu importants (*Turnip yellow mosaic tymovirus*, *Radish mosaic comovirus*, *Turnip rosette sobemovirus*, *Turnip crinkle carmovirus*). Les champignons du sol, comme *Sclerotinia sclerotiorum* (sclérotiniose) et *Helicobasidium brebissonii* (pourriture violette des racines) peuvent en général être contrôlés comme *Rhizoctonia solani*. *Streptomyces scabies* (tavelure) peut attaquer les choux cultivés pour leur racine.

Brevicoryne brassicae (puceron cendré du chou) et **Myzus persicae** (puceron vert du pêcher)

Généralités

Les pucerons, en particulier *Brevicoryne brassicae*, sont des ravageurs répandus et importants des choux, en particulier des choux de Bruxelles, des choux pommés, des choux-fleurs et des rutabagas. Des infestations importantes provoquent des déformations foliaires et peuvent empêcher la croissance des jeunes plantes. Des infestations faibles peuvent réduire la qualité des pommes des choux de Bruxelles et des choux pommés. Des infestations importantes des plantes cultivées pour leur racine, surtout en cas de stress, peuvent provoquer des pertes de rendement. Les deux espèces de pucerons transmettent le *Cauliflower mosaic virus* et le *Turnip mosaic virus* (voir sections

sur CaMV et TuMV), qui sont assez répandus et provoquent des dégâts certaines saisons. Les colonies de pucerons persistent souvent sur les cultures et les débris végétaux lors d'hivers doux. Des infestations importantes peuvent se développer au cours de longues périodes de chaleur en été. Il est généralement nécessaire de prendre des mesures de lutte.

Stratégie

La plupart des attaques de pucerons s'effectuent à partir des colonies hivernantes ou des oeufs présents sur les cultures de choux ou les débris végétaux. Ceux-ci doivent être éliminés avant le début du mois de mai. Les cultures doivent être suivies régulièrement afin d'empêcher les pucerons de s'établir et de devenir trop difficiles à éliminer. Les insecticides systémiques, en granulés ou en pulvérisation, sont particulièrement efficaces. Pour les semis précoces, des pulvérisations foliaires sont recommandées et à répéter si nécessaire. Pour les semis/plantations tardifs, des granulés aphicides appliqués au sol ou sur le feuillage peuvent avoir une action prolongée sur les pucerons. Lorsque cela est possible, des granulés insecticides comportant deux matières actives contre les pucerons et *Delia radicum* sont à utiliser. Concernant le choix d'un produit à appliquer en pulvérisation foliaire, un aphicide spécifique comme le pyrimicarbe doit être préféré car il permet de préserver la plupart des auxiliaires tout en ayant une action efficace sur les *M. persicae* résistants aux organophosphorés.

Si des applications très tardives sont nécessaires à l'approche de la récolte, des produits ayant une faible persistance ou une action de fumigant doivent être utilisés. Lorsqu'il est nécessaire d'éradiquer des infestations en août/septembre, des rampes pendantes sont essentielles pour améliorer la couverture des feuilles et des pommes inférieures des choux de Bruxelles. Des seuils de lutte contre *B. brassicae* ont été étudiés et mis en pratique dans plusieurs pays. Dans la mesure du possible, une lutte raisonnée est à mettre en place.

Principaux insecticides

Pulvérisations: déméton-S-méthyl, hepténophos, méthamidophos, pyrimicarbe (tous types de choux); diméthoate, oxydéméton-méthyl, quinalphos, thiométon (choux cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence). Granulés: carbofuran (tous types de choux); disulfoton, phorate (choux cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence); chlorpyrifos, diazinon (choux cultivés pour leur feuillage).

***Phytomyza rufipes* et *Scaptomyza apicalis* (mouches mineuses)**

Généralités

Ces deux espèces de mineuses sont largement répandues et provoquent occasionnellement des dégâts sérieux, en particulier sur les choux cultivés pour leur feuillage. Les adultes de *Phytomyza rufipes* piquent la surface foliaire et provoquent l'apparition de nombreuses taches jaunes qui peuvent affecter la qualité du produit. Les larves minent la nervure centrale et les pétioles, provoquant ainsi la chute des feuilles. Les larves de *Scaptomyza apicalis* creusent dans le limbe des mines élargies qui affectent la qualité commerciale du produit. Sur les choux cultivés pour leur inflorescence, les attaques des larves des jeunes pousses de brocoli destiné à la transformation sont particulièrement importantes.

Stratégie

Les choux sensibles doivent être cultivés le plus loin possible des cultures de colza car des populations importantes peuvent se développer sur colza. Quelques insecticides granulés systémiques appliqués pour lutter contre les pucerons ou *Delia radicum* ont une certaine efficacité contre les mouches mineuses. Des pulvérisations insecticides sont préconisées lorsque des attaques sérieuses ont lieu. Une seule application est en général nécessaire.

Principaux insecticides

Cyperméthrine, deltaméthrine, diméthoate, méthamidophos, perméthrine, trichlorfon.

***Delia radicum* (mouche du chou)**

Généralités

Delia radicum (syn. *D. brassicae*) est un ravageur répandu et dangereux qui provoque, la plupart des années, des dégâts dans toutes les zones de production. Les larves s'alimentent à partir des racines ou des tiges les plus basses, elles tuent souvent les jeunes plants et affectent le rendement et la qualité. Les larves minent ou sectionnent les racines, ce qui peut entraîner un changement de couleur du feuillage. Occasionnellement, les larves minent les pommes des cultivars précoces des choux de Bruxelles, ce qui conduit à leur mise au rebut. Sur les plantes cultivées pour leur racine, les dégâts des larves au collet peuvent entraîner le développement de collets multiples et une pourriture secondaire provoquée par des bactéries et des champignons. Les larves des générations plus tardives peuvent blesser les racines et déprécier ainsi leur valeur commerciale, sans conséquence sur les rendements. En Europe, il y a 2-7 générations chaque année. Les attaques les plus graves se produisent généralement à la suite des pontes effectuées par la

première génération de mouche en avril et mai, ou par la seconde génération en juillet.

Stratégie

Les cultures plantées ou semées lorsque les mouches adultes sont peu nombreuses, c'est-à-dire entre deux générations, sont moins susceptibles de présenter des dégâts sérieux. Cependant, cela est rarement applicable dans la pratique pour les cultures commerciales. Les bâches placées à faible hauteur pour favoriser la précocité des cultures, ou les bâches de type filet, peuvent aussi réduire l'incidence des dégâts par *D. radicum*.

Les mesures de lutte chimique doivent être préventives car il est très difficile de stopper une attaque en plein développement. Les insecticides doivent être placés précisément autour de la base des plantes ou sur la semence au moment du semis. Les effets des insecticides sur les populations d'auxiliaires s'attaquant à *D. radicum* peuvent être réduits en appliquant des insecticides dans le sol à proximité de la semence/du plant, plutôt que par des épandages ou des pulvérisations à la surface du sol. En Europe du Nord, tous les semis et les plantations faits à partir de la mi-avril doivent recevoir un traitement insecticide de routine. Pour les semis et les plantations précoces, le traitement doit être retardé jusqu'à fin avril. Des informations relatives au démarrage et au pic de chaque génération sont disponibles dans certaines régions et permettent aux producteurs de mieux positionner leurs traitements insecticides.

Les méthodes de lutte chimique dépendent des pratiques culturales:

- les *pépinières* nécessitent un traitement insecticide seulement si les plants restent dans la pépinière après la fin du mois d'avril. Les plantes nécessiteront une protection après la transplantation. Dans le lit de semence, incorporer des granulés insecticides avant le semis, appliquer les granulés au moment du semis ou une pulvérisation générale d'insecticide après le semis;
- les *plants cultivés dans des blocs de tourbe/plaques à godets* doivent être traités avec un insecticide granulé mélangé avec la tourbe avant de préparer les blocs ou avec un insecticide par arrosage des blocs ou des plaques juste avant la plantation. Ces traitements limitent l'insecticide à une zone située immédiatement autour des racines;
- *au champ*, l'insecticide granulé est appliqué lors du semis, dans le sol à la transplantation ou sur les plants après l'émergence ou la transplantation. Des granulés permettant de lutter à la fois contre *D. radicum* et les pucerons sont à utiliser si possible afin de réduire les applications d'insecticides dans les zones où les deux ravageurs posent des problèmes;
- la protection des *pommes des choux de Bruxelles* et des *feuilles des choux chinois* peut se révéler nécessaire dans les zones où les infestations larvaires posent un problème. Pulvériser un insecticide

lorsqu'on prévoit que les générations plus tardives de *D. radicum* seront actives; une application supplémentaire peut être nécessaire;

- pour les *plantes cultivées pour leur racine*, la croissance rapide des plantes et une récolte précoce des racines permettent de minimiser les dégâts. Dans les zones où les attaques par les générations plus tardives sont importantes, des pulvérisations foliaires peuvent être appliquées de mi à fin juillet, ou des granulés en milieu de période de végétation.

Principaux insecticides

Pulvérisations: azinphos-méthyl, diazinon, diméthoate, trichlorfon (tous types de choux); chlorfenvinphos (choux cultivés pour leur feuillage ou leur racine); chlorpyriphos (choux cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence), triazophos (choux cultivés pour leur feuillage). Granulés: aldicarbe, carbofuran, carbosulfan, chlorfenvinphos, chlorpyriphos (tous types de choux), fonofos (choux cultivés pour leur feuillage ou pour leur racine); diméthoate (choux cultivés pour leur feuillage).

***Delia floralis* (mouche du navet)**

Généralités

Il est presque impossible de distinguer *Delia floralis*, qui est présent surtout en Europe du Nord, de *D. radicum*. *D. floralis* attaque principalement les plantes du genre *Brassica* cultivées pour leur racine. La larve mine souvent plus profondément les tiges et il n'y a qu'une génération par an, active du milieu de l'été au début de l'automne. Les dégâts apparaissent généralement à la fin de septembre.

Stratégie

Dans les zones où *D. floralis* pose des problèmes, les semis tardifs doivent être traités à l'aide d'un granulé insecticide au moment du semis ou juste après la levée. Pour des semis plus précoces, une deuxième application de granulés doit être effectuée sur les rangs à la fin juillet ou au début d'août.

Principaux insecticides

Carbofuran, chlorfenvinphos, diméthoate.

***Psylliodes chrysocephala* (grosse altise du colza)**

Généralités

Les attaques de *Psylliodes chrysocephala* sont localisées et causent occasionnellement des dégâts. La larve mine les pétioles et les tiges des plantules des choux d'hiver à la fin de l'été et au début de l'automne.

Des mortalités de plantes peuvent être observées mais généralement seule leur vigueur est affectée. Les attaques semblent plus communes dans les zones de culture intensive du colza, sur lequel ce ravageur est très courant.

Stratégie

Les espèces sensibles de choux doivent être cultivées aussi loin que possible des parcelles de colza. Les insecticides appliqués pour lutter contre *Delia radicum* et ayant une action systémique ont une certaine efficacité contre *P. chrysocephala*. Sinon, effectuer une pulvérisation dès les premiers dégâts ou quand un seuil de capture dans des pièges à eau est atteint. Une seule application est en général nécessaire.

Principaux insecticides

Granulés: carbofuran, lindane. Pulvérisations: carbaryl, cyfluthrine, cyperméthrine, deltaméthrine, fenvalérate, malathion, méthamidophos.

***Ceutorhynchus pallidactylus* (charançon de la tige du chou)**

Généralités

Ceutorhynchus pallidactylus (syn. *C. quadridens*) est largement répandu mais ses attaques sont sporadiques et affectent les choux élevés dans des lits de semence à l'extérieur. Les larves s'alimentent sur les tiges et les pétioles des plantes qui se flétrissent fréquemment après la transplantation.

Stratégie

Il est possible de réduire l'incidence de ce ravageur en plaçant les pépinières sur des sites différents au cours des années successives. Comme d'importantes populations peuvent se développer sur le colza, il est conseillé d'en éloigner autant que possible les pépinières. Lorsque *C. pallidactylus* est un ravageur persistant et dommageable, il est recommandé d'utiliser un insecticide systémique granulé dans les pépinières pour lutter en même temps contre *Delia radicum*.

Principaux insecticides

Granulés: carbofuran, carbosulfan. Pulvérisations: cyfluthrine, cyperméthrine, deltaméthrine, endosulfan, malathion, méthamidophos, phosalone.

***Ceutorhynchus pleurostigma* (charançon gallicole du chou)**

Généralités

Il s'agit d'un ravageur commun, mais souvent local. Il attaque la plupart des cultures de choux, principalement les choux pommés et les choux-fleurs semés ou plantés tardivement, et occasionnellement les choux cultivés pour leur racine. Les larves s'alimentent sur les racines, à l'intérieur de galles creuses. La croissance des plantules ou des plants nouvellement transplantés peut être freinée, mais les rendements sont rarement affectés.

Stratégie

Des rotations longues permettent de réduire les infestations. Les résidus de la culture précédente, sur lesquels le ravageur peut survivre, doivent être éliminés plutôt qu'enfouis. Des traitements insecticides des semences ont une certaine efficacité contre *C. pleurostigma*, ainsi que les insecticides appliqués pour lutter contre *Delia radicum*.

Principaux insecticides

Traitement de semences: lindane.

***Meligethes* spp. (méligèthes)**

Généralités

Certaines saisons, des populations importantes de méligèthes quittent le colza en juillet pour envahir les cultures de choux et se développent sur les fleurons des choux-fleurs et des brocolis. Les tissus endommagés brunissent, ce qui rend le produit invendable.

Stratégie

Eviter dans la mesure du possible de cultiver des cultures sensibles, susceptibles de former des têtes en juillet, à proximité de cultures de colza. Une pulvérisation à base de pyréthrinoïdes a une certaine efficacité et doit être appliquée dès les premiers signes d'invasion, mais des applications supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires. Des prévisions peuvent être effectuées sur la date de migration des méligèthes quittant le colza.

Principaux insecticides

Alpha-cyperméthrine, cyfluthrine, cyperméthrine, deltaméthrine, endosulfan, esfenvalérate, fenvalérate, lambda-cyhalothrine, perméthrine.

***Aleurodes proletella* (aleurode du chou)**

Généralités

Aleurodes proletella est un ravageur des choux de Bruxelles et des choux pommés, localement important. L'activité alimentaire des nymphes sur les feuilles provoque un changement de couleur et une perte de vigueur. Le miellat produit favorise le développement de fumagine et réduit la qualité.

Stratégie

La destruction des choux hivernants sur lesquels l'aleurode peut survivre minimise la dispersion du ravageur vers d'autres cultures à la nouvelle saison. La lutte contre une infestation établie est difficile, par conséquent un suivi fréquent des cultures est nécessaire pour éviter le développement d'attaques dommageables. Plusieurs traitements insecticides peuvent être nécessaires, et sont effectués avec des volumes d'eau élevés au cours des périodes de chaleur prolongées qui favorisent le développement du ravageur.

Principaux insecticides

Cyperméthrine, deltaméthrine, méthamidophos, perméthrine, pyrimiphos-méthyl.

Chenilles

Généralités

Les chenilles les plus communément observées sur les choux sont *Mamestra brassicae* (noctuelle du chou), *Pieris brassicae* (piéride du chou), *P. rapae* (piéride du navet), *Evergestis forficalis* (pyrale du chou), *Plutella xylostella* (teigne des crucifères), *Autographa gamma* (noctuelle gamma) et *Spodoptera littoralis* (noctuelle rayée). Les dégâts provoqués varient selon les espèces mais toutes s'alimentent à partir de feuilles, de fleurs et de coeurs et souillent les plantes de leurs excréments. Les choux cultivés pour leur racine sont parfois attaqués par ces mêmes espèces, sans dégât notable. Toutefois, même un nombre réduit de chenilles peut affecter la qualité des pommes des choux de Bruxelles et des têtes de chou-fleur principalement lorsqu'ils sont cultivés pour la transformation. La plupart des années des mesures de lutte sont généralement nécessaires contre les chenilles de *M. brassicae* et *M. rapae*, contre *P. xylostella* au cours d'étés chauds et secs, et contre *E. forficalis* seulement dans des zones localisées. *S. littoralis* est présent seulement dans le sud de l'Europe.

Stratégie

La lutte contre les chenilles doit être associée à un programme de suivi des cultures. Il faut régulièrement observer les plantes pour détecter la présence d'oeufs et de jeunes chenilles, et effectuer un traitement lorsqu'ils sont faciles à trouver. Des pièges à phéromones sont disponibles pour certaines espèces, par ex. *P. xylostella*, et ils doivent être utilisés pour prévoir le début des inspections au champ. Les pyréthrinoides de synthèse permettent un contrôle efficace de la plupart des espèces, à condition d'être appliqués avant que les chenilles aient creusé le coeur de la plante. Pour la lutte contre les chenilles de *P. xylostella* et *P. rapae*, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un insecticide organophosphoré ayant une action translaminaire. Des formulations de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* peuvent être utilisées (sauf pour les noctuelles et *E. forficalis*).

Tous les insecticides doivent être appliqués avec des volumes d'eau élevés en utilisant des rampes pendantes pour améliorer la couverture de la pulvérisation sur les feuilles inférieures et les pommes des choux de Bruxelles. Généralement, une seule pulvérisation suffit mais si les adultes attaquent les cultures sur une longue période, une deuxième pulvérisation est nécessaire. Les insecticides appliqués pour lutter contre les chenilles peuvent présenter une certaine efficacité contre les pucerons. Sur les choux cultivés pour leur racine, les mesures de lutte sont rarement justifiées, sauf quand des attaques sérieuses des chenilles de *P. xylostella* ont lieu sur de jeunes plantes.

Principaux insecticides

Alpha-cyperméthrine, *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, cyperméthrine, deltaméthrine, endosulfan, esfenvalérate, fénitrothion, lambda-cyhalothrine, perméthrine, quinalphos, thiométon (tous types de choux); chlorpyrifos, cyfluthrine, triazophos, trichlorfon (choux cultivés pour leur feuillage ou pour leur inflorescence); fenvalérate (choux cultivés pour leur feuillage). Contre les noctuelles *A. gamma*, *M. brassicae* et *S. littoralis*, utiliser de préférence les insecticides également recommandés pour les vers gris (voir plus bas).

Vers gris

Généralités

Les vers gris sont les larves de certaines noctuelles qui s'alimentent sur les plantes ou juste sous la surface du sol, en sectionnant la racine principale. Les vers gris les plus dangereux sont les chenilles d'*Agrotis segetum* (noctuelle des moissons), mais aussi celles de *Noctua pronuba* et d'*Euxoa nigricans* qui attaquent les choux occasionnellement. Les dégâts se produisent principalement juste après la transplantation ou sur les plantules en semis direct. Les cultures semées ou

plantées sur des parcelles enherbées sont plus sensibles aux attaques, surtout lors d'étés chauds et secs. Les vers gris sont des ravageurs importants des choux cultivés pour leur racine, car ils creusent des trous dans la racine principale, ce qui peut tuer les petites plantes ou rendre les grandes invendables.

Les oeufs sont déposés sur les adventices et les plants de choux. Après l'éclosion, les chenilles s'alimentent pendant 10-14 j sur le feuillage puis s'enfouissent dans le sol pour s'alimenter à partir du collet et des racines. Une fois dans le sol, il est difficile de lutter contre les vers gris à l'aide d'insecticides et de stopper le développement des attaques.

Stratégie

Afin de minimiser les risques de dégâts, semer ou planter dans un sol désherbé. Comme les jeunes chenilles s'alimentant au-dessus du sol meurent dans un sol humide, une irrigation fréquente des cultures sensibles doit pouvoir empêcher l'apparition de dégâts sérieux. Sur les cultures où les risques sont importants, il vaut mieux traiter avec un insecticide lorsque les chenilles sont très petites et s'alimentent au-dessus du sol. L'activité des noctuelles adultes peut être suivie à l'aide de pièges à phéromones. Des avertissements peuvent être fournis grâce à ces pièges et aux données météorologiques et édaphiques qui fournissent des informations sur la survie et sur le développement de l'insecte. Généralement un seul traitement insecticide, à volume d'eau élevé, est nécessaire. Les insecticides appliqués sur le sol pour lutter contre *Delia radicum* peuvent avoir une certaine efficacité contre les vers gris.

Principaux insecticides

Chlorpyrifos, cyfluthrine, deltaméthrine, perméthrine (tous types de choux). Cyperméthrine, lindane, triazophos, trichlorfon (choux cultivés pour leur feuillage ou pour leur inflorescence).

Phyllotreta spp. (petites altises des crucifères)

Généralités

Phyllotreta spp. (par ex. *P. cruciferae*, *P. nigripes*) sont très répandues et sont souvent de sérieux ravageurs sur toutes les plantules de choux. Les cultures transplantées sont rarement affectées. Les dégâts sont particulièrement sérieux pendant les périodes sèches lorsque la levée des plantes est ralentie. Les dégâts les plus importants sont généralement provoqués par la première génération d'altises qui attaquent les cultures en mai et juin.

Stratégie

Les cultures semées au début d'avril ou à la fin de juin présentent souvent moins de dégâts et les traitements

insecticides sont alors moins nécessaires: un lit de semence bien préparé, humide, recevant une fertilisation adéquate favorisera une germination rapide et permettra aux plantules de franchir rapidement le stade sensible. Les traitements du sol à l'aide de formulations granulées d'insecticides systémiques appliqués contre *Delia radicum* au semis permettent de lutter efficacement contre les altises. De nombreuses semences font l'objet d'un traitement insecticide de routine qui est efficace contre les attaques faibles ou modérées des altises. Lorsqu'un traitement de semences n'a pas été effectué ou qu'une attaque importante se manifeste, des pulvérisations en post-levée sont préconisées. Une ou deux applications sont nécessaires.

Principaux insecticides

Granulés: aldicarbe, carbofuran, carbosulfan.
Traitements de semences: furathiocarbe, lindane, isofenphos. Pulvérisations: alpha-cyperméthrine, cyfluthrine, deltaméthrine, fénitrothion, fenvalérate, lindane, lambda-cyhalothrine, perméthrine, trichlorfon.

Heterodera cruciferae

Généralités

Heterodera cruciferae est un nématode répandu que l'on trouve dans la plupart des sols où des plantes du genre *Brassica* sont fréquemment cultivées. Les infestations retardent la croissance des plantes et créent un stress, mais les rendements sont rarement affectés. Les nématodes survivent dans le sol en l'absence de plante-hôte, et 2-3 générations peuvent se développer en un an sur une culture à croissance longue.

Stratégie

Les dégâts peuvent être évités en ne cultivant pas trop souvent les choux sur les mêmes parcelles. La lutte chimique n'est en général pas nécessaire, sauf dans les pépinières où d'importantes populations de nématodes peuvent se développer.

Principaux nématicides

Aldicarbe, dazomet, oxamyl, éthoprophos.

Limaces

Généralités

Les limaces (par ex. *Agriolimax arvensis*, *Deroceras reticulatum*) s'attaquent généralement aux plantules, mais s'alimentent parfois aux dépens de plantes établies et peuvent être particulièrement dangereuses pour les choux de Bruxelles, en attaquant les pommes. Sur les choux cultivés pour leur racine, les limaces se nourrissent sur les feuilles et percent la racine pivotante, endommageant parfois sérieusement les

plantules. Les limaces posent surtout des problèmes sur les sols moyennement ou assez lourds, en périodes humides, et provoquent des dégâts à la fin du printemps et à l'automne.

Stratégie

Un lit de semence bien consolidé réduit les mouvements des limaces et favorise la croissance rapide des plantules de chou. Pour évaluer les risques d'attaque, l'opportunité et le positionnement de traitements molluscicides, il est conseillé d'effectuer des tests par piégeage lorsque la surface du sol est humide. La méthode de traitement normale consiste à distribuer sur le sol un molluscicide formulé sous forme d'appât. Sur les choux de Bruxelles, le moment le plus approprié pour l'épandage d'appâts granulés correspond à la fermeture de la culture entre les rangs, lorsque le sol est mouillé. Des précautions doivent être prises pour que les granulés ne se logent pas sur le matériel végétal à récolter, ce qui conduirait au refus de la culture et favoriserait les attaques de *Botrytis cinerea*.

Principaux molluscicides

Métaldéhyde, mercaptodiméthur.

Adventices

Généralités

Le désherbage des plantes cultivées du genre *Brassica* est essentiel, en particulier pour les jeunes stades de croissance de la culture. S'il y a compétition avec les adventices pour l'eau et les nutriments, le rendement et la qualité de la culture seront affectés, et donc sa valeur commerciale. Le désherbage mécanique est possible, principalement dans les cultures feuillues plus largement espacées, mais les pratiques culturales et la disponibilité de la main-d'oeuvre ne facilitent pas ce type de pratique. Par conséquent, le désherbage chimique est devenu la pratique habituelle sur ces cultures. La BPP pour le désherbage des plantes du genre *Brassica* est présentée ici selon les trois principaux types d'application d'herbicides: herbicides utilisés avant semis/plantation, herbicides résiduels de pré-levée, herbicides en traitement foliaire.

Herbicides utilisés avant semis/plantation

Stratégie

Une parcelle propre, sans mauvaises herbes, est essentielle dès le départ et un programme de désherbage doit le plus souvent commencer avant le semis ou la plantation. Un traitement de la culture précédente, ou du sol nu, ou de la jachère entre les cultures, est souvent utile, en particulier pour lutter contre certaines adventices vivaces difficiles à combattre, comme par ex. *Elymus repens* (chiendent rampant).

Le produit le plus utilisé à cet effet est le glyphosate. Le paraquat et le glufosinate-ammonium peuvent également être utilisés à cette époque entre les cultures, bien que ni l'un ni l'autre ne donne à long terme de bons résultats sur les vivaces. Cependant, ils peuvent être très utiles pour éliminer les annuelles et sont à ce titre très souvent utilisés.

Principaux herbicides utilisés avant semis/plantation

Glufosinate-ammonium (contre les adventices annuelles; actif également sur les parties aériennes des vivaces), glyphosate (contre les graminées et dicotylédones, annuelles ou vivaces), paraquat (parfois combiné au diquat) (contre les adventices annuelles), acide trichloroacétique (contre les adventices graminées, principalement *Avena fatua* et *E. repens*).

Herbicides résiduels

Stratégie

Pour assurer un démarrage de la culture sur une parcelle propre, des herbicides sélectifs résiduels sont systématiquement appliqués en traitement de pré-levée. Ils peuvent être utilisés avant le semis ou la plantation (trifluraline, ou pendiméthaline uniquement sur cultures transplantées), ou après le semis ou la transplantation. Selon le produit choisi, l'effet peut se prolonger sur 6-20 semaines. Dans certains cas, le traitement sera répété après la levée lorsque l'effet s'estompe, bien que ceci ne soit pas nécessaire pour des cultures couvrant le sol très rapidement qui masquent la lumière pour les adventices.

Principaux herbicides résiduels

Les herbicides les plus utilisés sont: chlorthal-diméthyl (contre les graminées et dicotylédones annuelles, spectre étroit), propachlore (contre les graminées et dicotylédones annuelles, surtout en pépinière, persistance courte), trifluraline (contre les graminées et dicotylédones, doit être incorporée). Parmi d'autres qui sont utilisés moins fréquemment: carbétamide (post-levée ou post-repiquage sur chou de printemps seulement, application en hiver), métazachlore (pré-levée seulement sur les choux cultivés pour leur racine, post-levée seulement sur les choux semés, cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence, après plantation sur les cultures transplantées), pendiméthaline (avant plantation sur choux transplantés cultivés pour leur feuillage ou leur inflorescence), propyzamide (contre les monocotylédones annuelles et *Stellaria media*, utilisation en hiver en post-levée ou en post-repiquage sur chou de printemps seulement), tébutame (mélange extemporané avec la trifluraline, ou mélange extemporané en pré-levée ou en post-repiquage avec le propachlore).

Herbicides en traitement foliaire

Stratégie

Bien que les herbicides appliqués sur le sol soient souvent efficaces, peu d'entre eux permettent de lutter contre les adventices pendant toute la vie de la culture. Les herbicides sélectifs de contact, en application foliaire, sont souvent utilisés pour renforcer l'efficacité des herbicides appliqués sur le sol et pour éliminer les adventices au stade de plantule. Toutefois, avec la croissance de la culture, l'ombre créée par celle-ci peut freiner suffisamment la croissance des adventices pour éliminer toute compétition. Le choix de l'herbicide dépendra de la culture et de la gamme d'adventices présentes. Le clopyralid est spécialement utilisé pour lutter contre les composées, par ex. *Senecio vulgaris* (sénéçon), *Matricaria* spp. (matricaire) et *Cirsium arvense* (chardon). Le monochloroacétate de sodium peut être utilisé sur tous les choux sauf le chou-fleur et les choux cultivés pour leur racine, bien que certaines adventices importantes soient résistantes (*Chenopodium album*, *Matricaria* spp., *Polygonum convolvulus*). La desmétryne est seulement autorisée sur les choux pommés et les choux de Bruxelles, et peut être utilisée seule ou en mélange extemporané. Les monocotylédones peuvent être contrôlées en utilisant au cours de la période de végétation un anti-graminées approprié.

Principaux herbicides en traitement foliaire

Contre les dicotylédones: clopyralid (tous les choux, surtout contre les composées), desmétryne (chou de Bruxelles, chou pommé), monochloroacétate de sodium (chou de Bruxelles, chou pommé, brocoli).

Contre les adventices graminées: alloxydim-sodium (rutabaga, navet), cycloxydime (rutabaga, chou pommé, chou-fleur, chou de Bruxelles), diclofop-méthyl (chou pommé, chou de Bruxelles, brocoli; contre les annuelles, mais pas les repousses de céréales, et *Avena fatua*), fluazifop-P-butyl (chou blanc, rutabaga), quizalofop.