

13. Lutte contre les mauvaises herbes

Pertes de rendement dues aux mauvaises herbes

La concurrence exercée par les mauvaises herbes cause les plus grandes pertes de rendement quand :

- on laisse les mauvaises herbes lever avant la culture ou en même temps qu'elle;
- l'infestation est forte;
- le sol est plutôt sec.

La lutte contre les mauvaises herbes est un aspect important des activités culturales puisque ces plantes peuvent facilement causer des pertes de rendement de plus de 80 %. En général, les pratiques agronomiques qui favorisent une culture saine et une croissance rapide sont le meilleur moyen de lutter contre les mauvaises herbes. Différents aspects entrent dans l'élaboration d'un programme de lutte, dont diverses pratiques culturales comme le sarclage et la rotation des cultures, ainsi que les traitements herbicides. L'emploi d'une seule méthode ou l'application continue de même herbicide peut entraîner une augmentation des mauvaises herbes, qui auront alors acquis une résistance ou une tolérance à cette méthode ou à ce produit.

L'adoption d'une approche de lutte intégrée contre les mauvaises herbes tirant parti de toutes les stratégies possibles crée un système cultural qui résiste mieux aux échecs des herbicides, car le producteur n'utilise pas que des herbicides pour lutter contre les mauvaises herbes.

Stratégies de lutte intégrée contre les mauvaises herbes

Voici un aperçu des stratégies de lutte intégrée contre les mauvaises herbes.

- **Dépistage** : Le dépistage permet d'identifier les espèces de mauvaises herbes présentes et de déterminer le moment de leur levée, leur densité de peuplement et leur mode de reproduction (p. ex. graines, racines). Ces renseignements aident à l'élaboration d'un plan de lutte qui exploitera les moments de vulnérabilité de chaque espèce.

Le dépistage permet aussi d'évaluer l'efficacité des interventions phytosanitaires effectuées. Il n'y a aucune raison valable de négliger le dépistage, surtout quand l'on pense à toutes les façons simples et précises qu'il existe pour consigner les observations. Par exemple, il suffit de prendre une photo d'une mauvaise herbe avec un téléphone intelligent pour en connaître l'emplacement et enregistrer la date du dépistage. Ce sont là tous les renseignements requis pour faire le suivi de l'apparition de mauvaises herbes et de l'efficacité du plan de lutte.

- **Rotation des cultures** : La rotation des cultures est efficace contre les mauvaises herbes. En Ontario, les échecs de la lutte contre les mauvaises herbes ayant été causés par des résistances aux herbicides ont été observés dans les exploitations agricoles où il n'y avait aucune rotation diversifiée. En effet, chaque culture comprise dans la rotation a des dates et des taux de semis qui lui sont propres, ce qui entraîne la fermeture du couvert végétal à différents moments dans la saison. De plus, chacune nécessite souvent l'emploi de méthodes de travail du sol, de programmes de fertilisation et d'herbicides différents. Ces différences créent un environnement imprévisible nuisant à la prolifération des mauvaises herbes. C'est pourquoi leur densité de peuplement est généralement plus élevée en l'absence de rotation¹.
- **Cultures couvre-sol** : Les cultures couvre-sol peuvent empêcher la croissance des mauvaises herbes et réduire la quantité de graines qui finissent dans le sol. Habituellement, les cultures couvre-sol semées après la récolte de céréales sont les plus efficaces pour réduire la quantité de graines produites et qui se retrouvent dans le sol. Une comparaison des différentes cultures couvre-sol et de leur capacité à empêcher la croissance des mauvaises herbes figure au tableau 13-1, *Classement des cultures couvre-sol en fonction de leur efficacité contre les mauvaises herbes*.

Tableau 13-1 – Classement des cultures couvre-sol en fonction de leur efficacité contre les mauvaises herbes

Tableau adapté à partir des outils de choix de cultures couvre-sol du Midwest Cover Crops Council (mcccdev.anr.msu.edu).

Culture couvre-sol	Efficacité contre les mauvaises herbes
Seigle d'automne	Excellente
Triticale d'automne	Excellente
Sarrasin ¹	Excellente
Moutarde orientale ¹	Excellente
Radis oléagineux ¹	Excellente
Orge de printemps ou d'automne	Très bonne
Avoine	Très bonne
Triticale de printemps	Très bonne
Trèfle rouge	Très bonne
Ray-grass annuel	Bonne
Pois des champs	Bonne

¹ On ne doit pas laisser ces cultures monter en graines, car celles-ci produiront des repousses indésirables la saison suivante.

Une étude menée par l'Université de Guelph² a démontré que l'ajout de cultures couvre-sol dans les cultures de maïs sucré entraîne généralement une hausse des marges de profit, et ce, malgré les coûts rattachés à l'établissement des cultures couvre-sol. De plus, les peuplements de mauvaises herbes se trouvaient réduits ou inchangés (voir le tableau 13-2, *Densité de peuplement de mauvaises herbes au printemps après le semis estival de différentes cultures couvre-sol*²). Dans la plupart des cas, on ne doit pas laisser les cultures couvre-sol monter en graines, car les repousses feront concurrence à la culture le printemps suivant, tout comme le feraient les mauvaises herbes.

Tableau 13-2 – Densité de peuplement de mauvaises herbes au printemps après le semis estival de différentes cultures couvre-sol

Mauvaises herbes dominantes à Bothwell : céréaste vulgaire, érigréron du Canada et lamier amplexicaule

Mauvaises herbes dominantes à Ridgetown : petite herbe à poux, radis oléagineux spontané et oxalis

À Bothwell, un écart de moins de 1 plante/m² est sans importance sur le plan statistique. À Ridgetown, il n'y a aucun écart sur le plan statistique entre l'avoine, le radis oléagineux et l'absence de culture couvre-sol.

LÉGENDE : – = aucune donnée disponible

Culture couvre-sol	Densité de peuplement des mauvaises herbes	
	Bothwell	Ridgetown
Aucune	10,4 plantes/m ²	87,3 plantes/m ²
Avoine	1,9 plante/m ²	70,0 plantes/m ²
Radis oléagineux	–	80,9* plantes/m ²
Radis oléagineux et seigle	0,4 plante/m ²	155,8* plantes/m ²
Seigle	0,5 plante/m ²	64,8 plantes/m ²

Source : Adaptation d'O'Reilly et coll., 2011.

* Le radis oléagineux spontané compte parmi les espèces dominantes relevées à cet endroit. Il est considéré comme une mauvaise herbe aux fins de collecte des données.

- **Engrais** : Les engrais (surtout ceux azotés) ont tendance à stimuler la germination de certaines espèces, ce qui peut avoir une incidence sur la concurrence qui s'exerce entre les cultures et les mauvaises herbes, et ce, même dans les cultures subséquentes. L'application en bandes de phosphore et de potassium concentre généralement les éléments nutritifs là où la culture y a accès. L'épandage d'azote en bandes latérales dérange le sol, ce qui peut stimuler la germination des mauvaises herbes, mais il laisse par contre l'azote en une étroite bande sous la profondeur à laquelle la plupart des mauvaises herbes germent et poussent. Une étude de quatre ans menée dans l'Ouest canadien a démontré que l'application en bandes ou l'injection d'engrais azotés réduit la quantité de graines de mauvaises herbes dans le sol de façon beaucoup plus importante que l'épandage à la volée³.

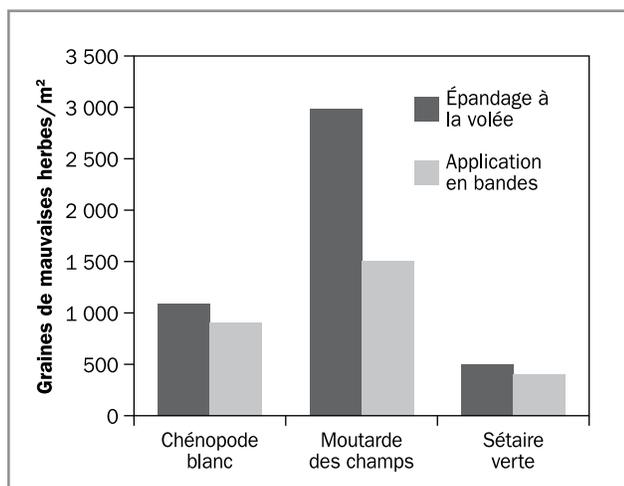


Figure 13-1 – Résultats des différentes méthodes d'application d'engrais azotés après l'étude menée sur quatre années consécutives

- **Densité de peuplement et écartement des rangs :** Ces deux éléments peuvent nuire à la croissance des mauvaises herbes en provoquant la fermeture du couvert végétal plus tôt dans la saison. Les rangs étroits, les peuplements denses et les cultivars qui poussent rapidement peuvent donner à la culture une longueur d'avance sur les mauvaises herbes. Par exemple, les essais menés par l'Université de Guelph ont révélé une réduction du nombre de mauvaises herbes ayant échappé en fin de saison aux traitements dans les cultures de maïs dont la densité de peuplement est plus élevée que la normale (104 000 plants/ha ou 42 000 plants/ac comparativement à 84 000 plants/ha ou 34 000 plants/ac; voir photos 13-1 et 13-2, respectivement). Plusieurs fournisseurs de maïs de semence offrent des calculateurs de taux de semis servant à déterminer le taux le plus profitable dans les cultures d'hybrides. Si l'hybride réagit bien à l'augmentation du taux de semis, la fermeture du couvert végétal plus tôt dans la saison pourrait alors réduire la présence de mauvaises herbes qui germent après la culture. Si l'on emploie des herbicides, le semis précoce et l'utilisation, suivant les densités de peuplement recommandées, de semences vigoureuses et de grande qualité dans le but d'obtenir un peuplement uniforme donnent à la culture une longueur d'avance sur les mauvaises herbes. Dans les cultures biologiques ou les grandes cultures où l'utilisation d'herbicides est limitée, il est possible de retarder le semis pour éliminer bien des vagues de mauvaises herbes avant l'ensemencement, qui se fera alors dans un sol plus chaud. Ainsi, la culture poussera plus vite et sera avantagée par rapport aux mauvaises herbes. Le semis profond peut retarder la levée et favoriser la

croissance des mauvaises herbes, mais peut aussi donner de bons résultats si l'on effectue un sarclage superficiel avant la levée de la culture pour éliminer la première vague de mauvaises herbes annuelles à racines superficielles.



Photo 13-1 – Mauvaises herbes en quantité nettement moindre au début de septembre après l'application, au stade de 3 à 4 feuilles, de l'herbicide Liberty dans une culture de maïs ayant une densité de peuplement de 42 000 plants/ac



Photo 13-2 – Mauvaises herbes au début de septembre après l'application, au stade de 3 à 4 feuilles, de l'herbicide Liberty dans une culture de maïs ayant une densité de peuplement de 34 000 plants/ac

- **Pratiques de travail du sol et lutte mécanique contre les mauvaises herbes :**
 - **Semis direct** – Au total, 75 % des graines de mauvaises herbes présentes dans le sol sont à 5 cm (2 po) et moins de la surface. L'utilisation d'herbicides de contact donne de bons résultats contre un grand nombre de mauvaises herbes vivaces comme le chiendent.
 - **Charrue à socs** – Les graines sont mieux réparties dans toute la profondeur du sol labouré.

- **Hersage en plein** – Cette pratique détruit les plantules de mauvaises herbes juste avant la levée de la culture.
- **Houe rotative** – Les dents de la houe rotative, qui fonctionne à une vitesse de 10 à 20 km/h, soulèvent et malaxent la terre, déracinant ainsi les mauvaises herbes de petite taille juste avant ou peu après la levée de la culture.
- **Travail des entre-rangs** – Le travail entre les rangs déracine les mauvaises herbes de petite taille et coupe les plus grandes. Le succès de l'intervention dépend du moment où elle est effectuée et de la hauteur de la culture par rapport à celle des mauvaises herbes.
- **Fauchage** – Le fauchage contribue à réduire la quantité de mauvaises herbes et la production de graines dans les cultures fourragères nouvellement établies, les cultures de céréales, le chaume de céréales, etc.
- **Lutte durant la récolte** : Les producteurs australiens utilisent différentes techniques pour éliminer les graines de mauvaises herbes durant la récolte. Ces méthodes sont devenues nécessaires après l'apparition de résistances aux herbicides, mais pourraient également être utiles si les conditions environnementales entraînaient l'échec des traitements. L'outil le plus prometteur est le système de désherbage Harrington Seed Destructor, inventé par le producteur Ray Harrington. Il s'agit d'un broyeur à paillettes permettant de détruire 95 % des graines de mauvaises herbes qui entrent dans la moissonneuse-batteuse durant la récolte. On met actuellement à l'essai l'un de ces appareils au Canada pour en vérifier l'efficacité contre les mauvaises herbes d'Amérique du Nord.
- **Lutte après la récolte** : Le décompte des graines de mauvaises herbes six semaines après la récolte du blé d'automne en Ontario a révélé que plus de 50 millions de graines pouvaient être disséminées par la suite. On voit donc l'importance de lutter contre les mauvaises herbes après la récolte afin de réduire leur production de graines. Certaines espèces annuelles d'automne, comme le céraiste, le lamier amplexicaule et le lamier pourpre (voir photos 13-3, 13-4 et 13-5, respectivement), servent d'hôtes de remplacement pour certains ravageurs et doivent donc être éliminées. Plus précisément, le céraiste sert d'hôte de remplacement au ver fil-de-fer, et le lamier amplexicaule et le lamier pourpre, au nématode à kyste du soya. Une étude menée en Indiana a d'ailleurs démontré que les populations de

nématodes à kyste du soya sont plus élevées lorsqu'on laisse le lamier amplexicaule et le lamier pourpre pousser à l'automne⁴.



Photo 13-3 – Le céraiste sert d'hôte de remplacement au ver fil-de-fer



Photo 13-4 – Le lamier amplexicaule sert d'hôte de remplacement au nématode à kyste du soya



Photo 13-5 – Le lamier pourpre sert d'hôte de remplacement au nématode à kyste du soya

- **Lutte contre les mauvaises herbes vivaces** : Lorsque les journées raccourcissent et que le temps se refroidit à la fin de l'été et au début de l'automne, de nombreuses espèces vivaces commencent à emmagasiner des glucides dans leurs racines en prévision de l'hiver. C'est alors que les herbicides systémiques atteignent les racines, ce qui réduit la quantité de mauvaises herbes au printemps suivant. L'utilisation, avant ou après la récolte, de glyphosate comme traitement contre les mauvaises herbes vivaces du début du stade du bouton au début du stade de floraison compte parmi les méthodes de lutte les plus efficaces. L'application doit cependant se faire au moment indiqué sur l'étiquette du produit. Dans les cultures biologiques, le travail du sol visant à remonter les racines à la surface et l'utilisation de cultures couvre-sol pour empêcher la croissance des mauvaises herbes peuvent également contribuer à réduire la persistance d'espèces vivaces.
- **Pratiques liées à l'utilisation du matériel** : Les graines de mauvaises herbes peuvent être transportées d'un champ à l'autre par les instruments aratoires, les moissonneuses-batteuses, les érosions éolienne et hydrique, les animaux et les oiseaux. Les mauvaises herbes peuvent aussi infester un champ à la suite d'un épandage de fumier ou de tout autre amendement du sol. De bonnes pratiques d'assainissement et de nettoyage du matériel, de même que l'entretien du pourtour des champs, sont autant de moyens d'assurer à long terme une lutte efficace contre les mauvaises herbes.

Concurrence de la culture aux mauvaises herbes

Le maïs, le soya, les haricots comestibles et le lin livrent une faible concurrence aux mauvaises herbes, de sorte que des méthodes de lutte efficaces sont nécessaires pour lutter contre les mauvaises herbes durant la période critique si l'on veut réduire au minimum les pertes de rendement. En revanche, le canola, le tournesol et les céréales de printemps et d'automne exercent une plus forte concurrence, comme l'indique la figure 13-2, *Pertes de rendement attribuables à la concurrence des mauvaises herbes dans les grandes cultures*. Peu importe la culture en question, il convient d'éliminer les mauvaises herbes au début de sa croissance pour réduire au minimum les pertes de rendement.

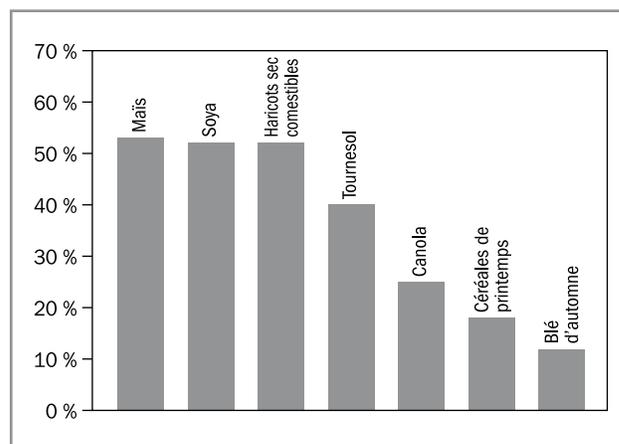


Figure 13-2 – Pertes de rendement attribuables à la concurrence des mauvaises herbes dans les grandes cultures

D'après des données tirées de plusieurs sources⁵ (voir bibliographie)

Période critique de lutte dans les grandes cultures

Il est possible de réduire au minimum les pertes de rendement causées par les mauvaises herbes en éliminant ces dernières durant une certaine période, dite critique. Les espèces qui germent tard ont une incidence négligeable sur le rendement, mais elles produisent tout de même des graines qui se retrouveront dans le sol.

L'étiquette des herbicides de postlevée indique le stade de croissance des mauvaises herbes où ils sont le plus efficaces. Idéalement, l'application de ces herbicides devrait avoir lieu durant la période critique pour la culture et le stade de croissance optimal des mauvaises herbes, mais c'est ce dernier qui prime puisque les produits pourraient être moins efficaces par la suite.

La période critique de chaque grande culture est précisée dans le tableau 13-3, *Période critique d'absence de mauvaises herbes dans les grandes cultures en Ontario*, n'est qu'une indication; le moment de l'intervention durant la période critique diffère d'une année à l'autre et d'une région à l'autre en raison des variations de climat, de type de sol, d'espèces de mauvaises herbes et de densité de peuplement. Par exemple, l'intervention se fait tôt dans les champs ayant un sol à texture légère qui sont soumis à un stress hydrique et fortement envahis de mauvaises herbes. Dans ce cas, le fait de repousser l'intervention à la fin de la période critique entraînerait probablement des pertes de rendement considérables.

Tableau 13-3 – Période critique d’absence de mauvaises herbes dans les grandes cultures en Ontario

Culture	Période critique d’absence de mauvaises herbes	Source
Maïs	De 3 à 10 pointes de feuilles	Swanton (Université de Guelph)
Soya	Stade de 1 à 3 feuilles trifoliées (V2 à V3)	Swanton (Université de Guelph)
Céréales de printemps	Stade de 1 à 3 feuilles (stade 10 à 13 sur l’échelle de Zadok)	Van Dam, Swanton (Université de Guelph)
Blé d’automne	De 500 à 1 000 degrés-jours de croissance (température de base de 0)	Welsh et coll., 1999 (Université de Reading)
Cultures fourragères	Année d’établissement : de 4 à 6 semaines après le semis	Dillehay (Université d’État de Pennsylvanie)
Canola	De la levée au stade 6 feuilles	Van Acker (Université de Guelph)

Incidence de l’humidité du sol sur la concurrence exercée par les mauvaises herbes

Quand l’humidité du sol est élevée, la concurrence exercée par les mauvaises herbes a moins de répercussions sur le rendement. Le tableau 13-4, *Pertes de rendement du maïs et du soya dues aux mauvaises herbes dans différentes conditions d’humidité du sol*, compare les pertes de rendement dans les cultures de maïs et de soya attribuables aux mauvaises herbes à la station de recherche d’Elora au cours d’une saison pluvieuse et au cours d’une saison sèche.

Tableau 13-4 – Pertes de rendement du maïs et du soya dues aux mauvaises herbes dans différentes conditions d’humidité du sol

Précipitations (de mai à août)	Maïs	Soya
458 mm	18 %	23 %
218 mm	96 %	84 %

Source : Weed Science Research Program, département de phytotechnie, Université de Guelph (1986-2015).

Incidence des différentes espèces de mauvaises herbes sur les pertes de rendement

Le dépistage sert à déterminer les espèces de mauvaises herbes présentes et leur densité de peuplement respective. D’ailleurs, dans le cadre d’un sondage mené en 2014 auprès de conseillers en cultures agréés, on a dressé la liste des espèces de mauvaises herbes qu’ils rencontrent le plus souvent lors de dépistages dans les cultures de soya, de céréales d’automne et de maïs (voir tableau 13-5). Certaines mauvaises herbes exercent une concurrence plus forte que d’autres. Le tableau 13-6, *Pertes de rendement attribuables aux mauvaises herbes dans le soya et le maïs en fonction de densités de peuplement connues*, compare les pertes de rendement causées par différentes espèces de mauvaises herbes.

On doit tenir compte de la concurrence exercée par les mauvaises herbes avant de traiter les mauvaises herbes ayant échappé aux traitements antérieurs. Les estimations figurant au tableau 13-6 reposent sur des conditions météorologiques normales, des taux d’humidité convenables et une levée simultanée des mauvaises herbes et de la culture. Les pertes de rendement peuvent augmenter si le sol est sec et varier en fonction des conditions de stress.

Il faut également tenir compte de l’incidence des peuplements de mauvaises herbes sur la qualité de la récolte et sur les méthodes de récolte. Par exemple, la morelle noire de l’Est ne menace pas le rendement outre mesure, mais elle peut avoir des conséquences désastreuses sur la qualité du soya à identité préservée.

Lutte mécanique

Un hersage non sélectif au moyen d’un ensemble de herbes légères opérant peu profondément avant la levée de la culture, ou d’une herse-bineuse munie de dents flexibles en équerre lorsque la culture fait de 5 à 10 cm (de 2 à 4 po) de hauteur, procure une certaine maîtrise des plantules de mauvaises herbes annuelles, à condition que les mauvaises herbes soient petites et que la surface du sol soit sèche et meuble. Il est également possible de détruire une partie des plantules par un travail du sol rapide (10 km/h) et peu profond (de 2,5 à 3 cm ou de 1 à 1,5 po) avec une houe rotative quand le maïs fait de 7 à 8 cm (3 po) de hauteur ou quand les haricots sont au stade de 1 à 2 feuilles. Ces techniques ne réduisent pas l’action des herbicides et peuvent, certaines années, accroître l’efficacité du désherbage chimique. Lorsque le sol est sec, le passage de la houe rotative dans une culture de haricots secs comestibles dans les 7 à 10 jours suivant le semis aide

Tableau 13-5 – Les 30 espèces de mauvaises herbes les plus courantes dans les cultures ontariennes de soya, de blé d'automne et de maïs selon un sondage auprès de conseillers en culture agréés mené en 2014

Rang (soya)	Mauvaise herbe	Rang (blé d'automne)	Mauvaise herbe	Rang (maïs)	Mauvaise herbe
1	Chénopode blanc	1	Pissenlit	1	Chénopode blanc
2	Petite herbe à poux	2	Céreste	2	Amarante à racine rouge
3	Pissenlit	3	Chénopode blanc	3	Petite herbe à poux
4	Amarante à racine rouge	4	Petite herbe à poux	4	Sétaire verte
5	Érigéron du Canada	5	Érigéron du Canada	5	Pissenlit
6	Sétaire verte	6	Laiteron des champs	6	Souchet comestible
7	Morelle noire de l'Est	7	Amarante à racine rouge	7	Sétaire glauque
8	Souchet comestible	8	Asclépiade	8	Pied-de-coq
9	Laiteron des champs	9	Liseron des champs	9	Abutilon
10	Pied-de-coq	10	Vesce jargeau	10	Laiteron des champs
11	Laiteron potager	11	Bourse-à-pasteur	11	Laiteron potager
12	Abutilon	12	Renouée persicaire	12	Prêle des champs
13	Sétaire glauque	13	Carotte sauvage	13	Morelle noire de l'Est
14	Prêle des champs	14	Véronique	14	Érigéron du Canada
15	Grande herbe à poux	15	Prêle des champs	15	Sétaire géante
16	Asclépiade	16	Pâturin annuel	16	Céreste
17	Liseron des champs	17	Laiteron potager	17	Digitaire sanguine
18	Renouée persicaire	18	Laitue scariole	18	Renouée persicaire
19	Vesce jargeau	19	Bardane	19	Liseron des champs
20	Sétaire géante	20	Sétaire glauque	20	Digitaire astringente
21	Digitaire astringente	21	Grande herbe à poux	21	Panic millet
22	Pâturin annuel	22	Patience crépue	22	Grande herbe à poux
23	Céreste	23	Pied-de-coq	23	Amarante hybride
24	Carotte sauvage	24	Chiendent	24	Chiendent
25	Panic d'automne	25	Sétaire verte	25	Pâturin annuel
26	Chiendent	26	Renouée liseron	26	Panic d'automne
27	Arroche étalée	27	Abutilon	27	Arroche étalée
28	Digitaire sanguine	28	Moutarde des champs	28	Lampourde glouteron
29	Panic millet	29	Matricaire inodore	29	Renouée liseron
30	Amarante hybride	30	Apocyn	30	Luzerne spontanée

à maîtriser les mauvaises herbes en train de lever, mais peut également activer les herbicides appliqués au sol en les mettant en contact avec l'humidité du sol. Il est peu probable que la houe rotative enlève bien des mauvaises herbes ayant dépassé le stade 2 feuilles vraies.

Le sarclage entre les rangs peut être un complément aux autres méthodes de lutte contre les mauvaises herbes. Il est plus efficace lorsque les mauvaises herbes sont petites. Le sarclage doit se faire en surface pour empêcher la germination de nouvelles mauvaises herbes, diminuer les pertes d'humidité et éviter les dommages aux racines de la culture. Le sarclage entre

les rangs peut être nécessaire lorsque des mauvaises herbes ont échappé au traitement herbicide. On considère que les mauvaises herbes ont échappé au traitement quand elles mesurent de 5 à 7 cm (de 2 à 3 po) de hauteur. Étant donné que le sarclage donne de moins bons résultats contre les mauvaises herbes plus avancées, il faut l'effectuer le plus tôt possible après l'échec du traitement herbicide. Si les mauvaises herbes sont trop avancées, il convient d'envisager d'autres traitements herbicides.

L'application des herbicides en bandes réduit leur coût de moitié aux deux tiers, selon l'écartement des rangs et la largeur des bandes. Il s'agit ensuite de maîtriser les

mauvaises herbes entre les bandes à l'aide d'un sarclage superficiel. Il faut tenir compte de la combinaison des deux opérations au moment d'évaluer s'il est rentable d'appliquer les herbicides de cette manière.

Résistance aux herbicides

Selon l'Université de Guelph, il y a 19 espèces de mauvaises herbes résistantes aux herbicides en Ontario. Ces espèces compromettent l'efficacité de huit modes d'action des herbicides (voir le tableau 13-7, *Mauvaises herbes résistantes aux herbicides en Ontario en date de janvier 2016*).

Les espèces résistantes dominent un peuplement de mauvaises herbes quand on utilise de façon répétée des herbicides ayant le même mode d'action. La vitesse d'apparition de la résistance varie en fonction de la rotation des cultures et des modes d'action des produits employés à répétition. L'application des principes de lutte intégrée contre les mauvaises herbes retarde l'apparition de peuplements de mauvaises herbes résistantes aux herbicides. Voici certaines mesures destinées à prévenir ou à tout le moins à ralentir la prolifération des mauvaises herbes résistantes :

- Identifier les mauvaises herbes, inspecter les champs et tenir des registres;
- Pratiquer la rotation des cultures et utiliser des herbicides ayant différents modes d'action;
- Empêcher la propagation des mauvaises herbes;
- Utiliser des méthodes autres que la lutte chimique.

Blessures causées par les herbicides

Les herbicides ne devraient pas causer de blessures à la culture traitée si l'on en respecte le mode d'emploi, mais ils risquent tout de même d'endommager les cultures dans des conditions défavorables. Les causes les plus fréquentes de blessures par les herbicides sont les suivantes :

- Présence de résidus d'herbicides de l'année précédente, notamment dans les zones où les pulvérisations se sont chevauchées.
- Concentration excessive de produits, par erreur de calcul ou chevauchement des pulvérisations.

Tableau 13-6 – Pertes de rendement attribuables aux mauvaises herbes dans le soya et le maïs en fonction de densités de peuplement connues

Les pertes sont établies dans l'hypothèse où les mauvaises herbes lèvent en même temps que la culture.

Culture	Mauvaises herbes	Perte de rendement	
		1 plante/ m ²	5 plantes/ m ²
Maïs	Dicotylédones annuelles		
	Grande herbe à poux	13 %	36 %
	Chénopode blanc	12 %	35 %
	Amarante	11 %	34 %
	Lampourde glouteron	6 %	22 %
	Herbe à poux	5 %	21 %
	Moutarde des champs	5 %	18 %
	Abutilon	4 %	15 %
	Renouée persicaire	3 %	13 %
	Renouée liseron	2 %	10 %
	Morelle noire de l'Est	2 %	7 %
	Graminées annuelles		
	Sétaire géante	2 %	10 %
	Panic millet	2 %	10 %
	Panic d'automne	2 %	10 %
	Pied-de-coq	2 %	7 %
	Sétaire verte	2 %	7 %
	Sétaire glauque	1 %	5 %
	Panic capillaire	1 %	5 %
	Digitaire	1 %	3 %
Soya	Dicotylédones annuelles		
	Lampourde glouteron	15 %	41 %
	Morelle noire de l'Est ¹	14 %	40 %
	Grande herbe à poux	14 %	40 %
	Chénopode blanc	13 %	38 %
	Amarante	12 %	36 %
	Herbe à poux	10 %	33 %
	Abutilon	6 %	23 %
	Moutarde des champs	5 %	20 %
	Renouée persicaire	4 %	15 %
	Renouée liseron	4 %	15 %
	Graminées annuelles		
	Maïs spontané	4 %	15 %
	Sétaire géante	3 %	12 %
	Panic millet	3 %	12 %
	Pied-de-coq	3 %	12 %
	Panic d'automne	2 %	10 %
	Sétaire verte	2 %	8 %
	Sétaire glauque	1 %	5 %
	Panic capillaire	1 %	4 %
Digitaire	1 %	4 %	

¹ La morelle noire de l'Est réduit la qualité du soya.

Tableau 13-7 – Mauvaises herbes résistantes aux herbicides en Ontario en date de janvier 2016

Mode d'action	Espèces
Inhibition de la synthèse des lipides (ACCCase) (groupe 1) (p. ex. Assure II, Excel, Poast Ultra, Venture)	Une espèce : Digitaire sanguine
Inhibition de la synthèse des acides aminés (groupe 2) (p. ex. Accent, Classic, Pinnacle, Pursuit, Ultim)	Onze espèces : Lampourde glousteron, érigéron du Canada ¹ , petite herbe à poux ² , morelle noire de l'Est, sétaire (verte et géante), grande herbe à poux ¹ , chénopode blanc ² , amarante (à racine rouge et hybride) ² , amarante rugueuse ²
Régulation de la croissance (groupe 4 – acides benzoïques) (p. ex. Banvel II, Distinct)	Une espèce : Carotte sauvage
Inhibition systémique de la photosynthèse, triazines (groupe 5) (p. ex. atrazine, Sencor, Princep Nine-T)	Dix espèces : Pied-de-coq, séneçon vulgaire, petite herbe à poux ³ , chénopode blanc, amarante (à racine rouge et hybride) ³ , amarante rugueuse ³ , moutarde des champs, panic capillaire, sétaire glauque
Inhibition non systémique de la photosynthèse (groupe 6) (p. ex. Basagran, Pardner)	Deux espèces : Amarante (à racine rouge et hybride)
Inhibition systémique de la photosynthèse, urées substituées (groupe 7) (p. ex. Lorox)	Deux espèces : Amarante (à racine rouge et hybride)
Inhibition de la synthèse des acides aminés aromatiques (groupe 9) (p. ex. glyphosate, Roundup, Weathermax, Touchdown Total)	Quatre espèces : Érigéron du Canada ³ , petite herbe à poux, grande herbe à poux ³ , amarante rugueuse ^{2,3}
Dipyridyles (groupe 22) (p. ex. Reglone, Gramoxone)	Trois espèces : Érigéron du Canada, morelle noire de l'Est, cresson des champs

¹ Certaines populations résistent également aux herbicides du groupe 9 (p. ex. glyphosate).

² Certaines populations résistent également aux herbicides du groupe 5 (p. ex. atrazine).

³ Certaines populations résistent également aux herbicides du groupe 2 (p. ex. FirstRate, Pursuit).

- Contamination d'un fongicide ou d'un insecticide par des résidus d'herbicides présents dans le réservoir de mélange (p. ex. la pulvérisation, sur du blé d'automne, de Folicur contenant des résidus d'Ultim endommagera considérablement les plants et entraînera une baisse importante de rendement).
- Embruns d'herbicides sur des cultures voisines.
- Application d'herbicides après le stade de croissance indiqué sur l'étiquette (dans le cas d'une culture céréalière, l'application d'herbicide près du stade d'épiaison risque de nuire à la pollinisation et de réduire le rendement).
- Conditions ambiantes défavorables lors de l'application de l'herbicide ou au moment de la levée de la culture.
- Fluctuation de la température de plus de 20 °C ou maximum diurne dépassant les 30 °C.
- Averse violente immédiatement après l'application au sol d'un herbicide causant des éclaboussures de solution chimique sur les feuilles.
- Concentration inappropriée d'herbicides dans des sols à risque.
- Concentration excessive de certains herbicides (p. ex. métribuzine) par rapport à celle indiquée sur l'étiquette pour les sols à pH élevé et pauvres en

matières organiques (comme les plants assimilent davantage les herbicides dans de telles conditions, leur concentration doit être réduite).

Le stade de croissance de la culture, le type de cultivar, les facteurs de stress, les conditions ambiantes et la nature des produits chimiques et des adjuvants présents dans le mélange herbicide auront aussi une incidence sur l'étendue et la gravité des dommages éventuels. Lorsqu'une culture est soumise à un stress, son aptitude à métaboliser les herbicides s'en trouve réduite : elle est donc plus exposée aux blessures. Le mode d'action de l'herbicide aura également une incidence sur la gravité des blessures. En général, les blessures infligées par les herbicides de contact peuvent paraître plus graves que celles causées par les herbicides systémiques, mais ces derniers, parce qu'ils agissent à long terme, peuvent en définitive s'avérer plus dommageables. Le mode d'emploi de chaque herbicide comprend des mises en garde concernant les différents facteurs de risque. Pour réduire au minimum les risques de dommages aux cultures causés par les herbicides, il importe de prendre connaissance de ces mises en garde et de la section *Signes de dommages causés par différents groupes herbicides*.

Signes de dommages causés par différents groupes herbicides

Cette section comprend une description des signes de dommages généralement causés par différents groupes herbicides. Le mode d'action de chaque groupe herbicide touche une partie différente des plants. Les descriptions sont classées selon la partie touchée et le type de blessure causée par chaque groupe herbicide.

Domages aux plantules nouvellement levées

Dinitroanilines (groupe 3)

(action systémique – mobilité dans le xylème)

(p. ex. Prowl H₂O, Treflan)

- Les plants ont du mal à lever et sont rabougris.
- Les racines latérales sont courtes et épaisses.
- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages et du stade de la culture auquel ils se produisent.

Graminées

- Les pousses sont courtes et épaisses et peuvent avoir une coloration rouge ou violette (voir photo 13-6).
- Le peuplement est clairsemé (voir photo 13-7).

Dicotylédones

- L'hypocotyle (portion de la tige située sous les cotylédons) peut être gonflé et fendillé.

Oxydes de diphényle (groupe 14)

(action systémique – mobilité dans le xylème)

(p. ex. Authority, Authority Supreme, Fierce, Valtera)

- Les racines épaississent et ont des lésions nécrosées (brunes).
- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages.
- Les feuilles deviennent déformées ou crispées, leur pourtour brunit et leur point végétatif est endommagé (voir photo 13-8).

Graminées

- Les pousses sont courtes et épaisses, les feuilles sont déformées et l'établissement du peuplement est réduit.

Dicotylédones

- L'hypocotyle (portion de la tige située sous les cotylédons) peut être gonflé et fendillé.
- Les feuilles deviennent déformées ou crispées et ont un pourtour nécrosé (voir photo 13-9).
- Les feuilles sont gravement déformées, leur point

végétatif peut être endommagé et, dans le cas du soya, le peuplement peut être réduit (voir photo 13-10).



Photo 13-6 – Racines de maïs courtes, épaisses et peu développées à la suite d'une application de pendiméthaline (p. ex. Prowl)



Photo 13-7 – Peuplement de maïs clairsemé en raison des abondants résidus de trifluraline (p. ex. Treflan) laissés par les pulvérisations qui se sont chevauchées dans la culture de haricots secs comestibles de l'année précédente



Photo 13-8 – Graves nécrose et déformation des feuilles de soya causées par l'assimilation excessive de flumioxazine (p. ex. Valtera) alors que la culture levait sous de fortes pluies



Photo 13-9 – Grave déformation des feuilles causée par la flumioxazine (p. ex. Valtera)



Photo 13-10 – Conséquences des graves déformation et nécrose des feuilles de soya causées par la flumioxazine (p. ex. Valtera)

Chloroacétamides (groupe 15)

(action systémique – mobilité dans le xylème)

(p. ex. Dual II Magnum, Frontier Max, Pyroxasulfone 85 [ingrédient d'Authority Supreme, de Fierce et de Focus])

- Les tigelles sont rabougries et donnent des plantules difformes qui ne lèvent pas.
- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages et du stade de la culture auquel ils se produisent, mais elles sont généralement négligeables, voire inexistantes.

Graminées

- Les feuilles peuvent pousser sous le sol.
- Les pousses prennent un aspect anormal quand les feuilles ne se déploient pas correctement (voir photo 13-11).

Dicotylédones

- Les feuilles sont crispées et leur nervure centrale est courte, ce qui leur donne la forme d'un cœur, comme si elles portaient un lacet trop serré (voir photo 13-12).

- Le pourtour des feuilles inférieures des plants de haricots secs comestibles devient jaune puis brun, mais les nouvelles pousses ne sont pas touchées (voir photo 13-13). Dans les cas extrêmes, la nécrose fait tomber les feuilles inférieures; seules les nouvelles feuilles sont vertes (voir photo 13-14).



Photo 13-11 – Pousses anormales incapables de se déployer après l'application de chloroacétamide (p. ex. Dual II Magnum)



Photo 13-12 – Dommages par le S-métolachlore et le bénoxacor (p. ex. Dual II Magnum) donnant à la feuille de soya la forme d'un cœur, comme si elle portait un lacet trop serré



Photo 13-13 – Jaunissement des feuilles inférieures causé par l'assimilation excessive de chloroacétamide (p. ex. Dual II Magnum) après de fortes pluies



Photo 13-14 – Dommages extrêmes causés aux plants de haricots secs comestibles par le chloroacétamide (p. ex. Dual II Magnum), qui fait tomber les feuilles inférieures, ne laissant que les nouvelles feuilles; dans ce cas-ci, le plant s'est entièrement remis des dommages

Lésions se manifestant sur les tissus foliaires d'un certain âge (susceptibles de progresser vers le haut)

Herbicides systémiques inhibiteurs de photosynthèse (action systémique – mobilité dans le xylème)

Triazines (groupe 5)

(p. ex. atrazine, Sencor, Princep Nine-T)

Urées substituées (groupe 7)

(p. ex. Lorox)

- Ces herbicides migrent dans le xylème (vers le haut seulement).
- Les dommages se manifestent après la sortie des cotylédons et des premières feuilles vraies.
- Les premiers signes de dommages sont le jaunissement du pourtour ou de la pointe des feuilles et des zones internervaires (voir photo 13-15).
- Les feuilles les plus âgées et les plus grandes sont atteintes en premier (voir photo 13-16).
- Les tissus foliaires lésés finissent par brunir et mourir (voir photo 13-17).
- Les dommages sont plus graves dans les sols à pH élevé (plus de 7,2).
- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages et du stade de la culture auquel ils se produisent.



Photo 13-15 – Réaction du soya à des résidus d'atrazine : jaunissement du pourtour des feuilles inférieures s'étendant ensuite vers le centre de celles-ci, qui finissent par brunir



Photo 13-16 – Dommages causés au soya par le linuron (p. ex. Lorox) : les feuilles inférieures brunissent alors que les nouvelles pousses ne sont pas touchées



Photo 13-17 – Réaction du soya à des éclaboussures de métribuzine (p. ex. Sencor) : brunissement très prononcé d'une grande part des feuilles du bas, qui sont entrées en contact avec l'herbicide durant l'application, alors que les nouvelles pousses ne sont pas touchées

Herbicides non systémiques inhibiteurs de photosynthèse (groupe 6)
(herbicides de contact)
(p. ex. Basagran, Pardner)

- Seuls les tissus entrés en contact avec l'herbicide sont endommagés.
- Les adjuvants, dont les concentrés d'huile minérale, peuvent intensifier les dommages.
- Les dommages sont généralement d'ordre esthétique, n'ayant que peu ou pas de répercussions sur le rendement.

Graminées

- Les graminées tolèrent généralement les inhibiteurs de photosynthèse non systémiques, à l'exception du bromoxynil (Pardner) lorsqu'il est appliqué avant le stade 4 feuilles du maïs (voir photo 13-18).

Dicotylédones

- Généralement, les feuilles présentent des mouchetures, des marbrures, un bronzage ou des pointes brûlées (voir photos 13-19 et 13-20).

Acides aminés phosphorylés (groupe 10)
(herbicides de contact à faible mobilité dans le phloème et le xylème)
(p. ex. Liberty, Ignite)

- La chlorose et le flétrissement apparaissent généralement au bout de trois à cinq jours, puis une nécrose se manifeste après une à deux semaines.
- Les signes apparaissent plus vite par temps ensoleillé et très humide.
- Les répercussions sur le rendement sont généralement importantes (voir photos 13-21 et 13-22).



Photo 13-18 – Brûlure des feuilles de maïs par le bromoxynil (p. ex. Pardner)



Photo 13-19 – Soya endommagé par le bentazone (p. ex. Basagran Forte)



Photo 13-20 – Plant de haricots blancs endommagé par le bentazone (p. ex. Basagran Forte)



Photo 13-21 – Brunissement et rougissement des tissus foliaires exposés ayant reçu des embruns de glufosinate (p. ex. Liberty); les nouveaux tissus ne sont pas touchés



Photo 13-22 – Plants de haricots canaberges gravement nécrosés à la suite d’une application accidentelle de glufosinate (p. ex. Liberty)

Oxydes de diphényle (groupe 14)
(herbicides de contact)

(p. ex. Reflex, Blazer, Eragon, Valtera)

- De petites taches bronze-rouge peuvent apparaître à la surface des feuilles peu après le traitement (voir photo 13-23).
- Les tâches apparaissent selon la configuration du jet (voir photos 13-24 et 13-25).
- Les plants qui survivent peuvent être rabougris pendant environ une semaine.
- Les adjuvants, dont les huiles minérales, peuvent intensifier les dommages (voir photo 13-26).
- Les produits causent généralement des dommages purement esthétiques aux cultures pour lesquelles ils sont recommandés et n’ont que peu ou pas de répercussions sur le rendement.



Photo 13-23 – Taches bronze-rouge sur les feuilles de soya causées par l’application de fomesafène (p. ex. Reflex)



Photo 13-24 – Maïs endommagé par une faible concentration de fomesafène (p. ex. Reflex) dans le réservoir de mélange



Photo 13-25 – Réaction du maïs au fomesafène (p. ex. Reflex) : grave nécrose ayant entraîné la fusion des nouveaux tissus foliaires, ce qui empêche le développement normal du reste du plant



Photo 13-26 – Dommages causés par les oxydes de diphényle (p. ex. Blazer), qui sont parfois plus graves en présence d’adjuvants, comme les huiles minérales

Dipyridyles (groupe 22)
(herbicides de contact)
(p. ex. Reglone, Gramoxone)

- Les dommages apparaissent très rapidement, soit un jour ou deux après le traitement (voir photo 13-27).
- Les feuilles prennent un aspect flasque et aqueux avant de brunir (voir photo 13-28).
- De petites taches foliaires nécrosées apparaissent sur les plants touchés par les embruns d'herbicide (voir photo 13-29).
- Ces blessures peuvent nuire considérablement au rendement.
- Les plantes vivaces atteintes repousseront.

Adjuvants (aucun groupe précis)

Dommages causés par un surfactant ou du NAU 28 %

- Les dommages se manifestent généralement par un grave brunissement des feuilles ou sous forme de taches vertes ou jaunes (voir photo 13-30).
- Les tissus qui se développent par la suite sont normaux.
- Ces dommages apparaissent souvent quand du NAU 28 % sert de support aux herbicides dans les céréales ou quand la concentration de surfactant utilisée est trop élevée (voir photo 13-31).
- Les lésions sont surtout de nature esthétique et ont peu de répercussions sur le rendement, pourvu qu'elles ne soient pas trop graves.



Photo 13-27 – Dommages causés par un embrun de diquat (p. ex. Reglone) dans un champ de maïs



Photo 13-28 – Graves dommages aux feuilles de maïs causés par une application accidentelle de diquat (p. ex. Reglone); le plant peut s'en remettre à condition que son point végétatif soit encore sous terre (avant le stade V6)



Photo 13-29 – Dommages causés au soya par un embrun de diquat (p. ex. Reglone)



Photo 13-30 – Dommages causés au soya par un surfactant



Photo 13-31 – Brûlure (nécrose) des pointes pouvant avoir différentes causes dans les céréales (p. ex. froid, surfactants); dans ce cas-ci, elle est causée par un herbicide ayant du NAU 28 % comme support

Dommmages sur les jeunes pousses susceptibles de se propager des feuilles aux racines

Herbicides inhibiteurs de synthèse des lipides

(ACCase) (groupe 1)

(action systémique – mobilité dans le phloème)

(p. ex. Assure II, Excel, Poast Ultra, Venture)

- Les jeunes tissus foliaires jaunissent ou rougissent, puis brunissent; les feuilles du verticille se décomposent et s'arrachent facilement (voir photos 13-32 et 13-33).
- Les signes apparaissent lentement (au bout de 7 à 14 jours).
- Les répercussions sur le rendement sont importantes.

Graminées

- Ces herbicides n'endommagent que les graminées.

Herbicides inhibiteurs de synthèse des acides aminés (groupe 2)

(action systémique – mobilité dans le phloème)

(p. ex. Accent, Classic, Pinnacle, Pursuit, Ultim)

Graminées

- Les entre-nœuds raccourcissent, et les feuilles se déforment et prennent une coloration jaune ou violacée (voir photos 13-34 et 13-35).

Dicotylédones

- Les entre-nœuds raccourcissent.
- Les feuilles se déforment, et les régions internervaires jaunissent.
- Le revers des feuilles présente parfois des nervures rouges, brunes ou violacées (voir photo 13-36).

- Les signes mettent d'une à deux semaines à apparaître.
- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages et du stade de la culture auquel ils se produisent.



Photo 13-32 – Rabougrissement, jaunissement et rougissement des tissus foliaires de maïs causés par un inhibiteur de synthèse des lipides (p. ex. Assure II, Excel)



Photo 13-33 – Nouvelle feuille à l'extrémité brune et décomposée s'arrachant très facilement du verticille de 5 à 10 jours après l'application d'un graminicide (p. ex. Assure II)



Photo 13-34 – Réaction du maïs à l'imazéthapyr (p. ex. Pursuit) : déformation des feuilles et coloration rouge ou violacée des tissus foliaires



Photo 13-35 – Dommages au maïs causés par la sulfonilurée (p. ex. Option, Ultim) se manifestant par la déformation et le jaunissement des nouveaux tissus foliaires



Photo 13-36 – Déformation et jaunissement des tissus foliaires causés par un herbicide du groupe 2 (p. ex. Classic) et brunissement des nervures au revers des feuilles

Régulateurs de croissance (groupe 4 – phytohormones)
(action systémique – mobilité dans le phloème)
(p. ex. 2,4-D, 2,4-DB, MCPA, MCPA/MCPB)

- Les dicotylédones ont des tiges tordues et des feuilles difformes (feuilles à bords courbés, crispées, rubanées, à nervures parallèles).
- Le 2,4-D entraîne un allongement des pétioles des feuilles trifoliées du soya (voir photos 13-37 et 13-38), alors que les herbicides à base d'acide benzoïque (p. ex. Banvel II) provoquent généralement la courbure des feuilles (voir photo 13-39).
- Les plants de maïs ont des feuilles enroulées en « feuilles d'oignon » (voir photo 13-40), des racines échasses soudées (voir photo 13-41), des tiges fragiles et recourbées en « col de cygne » (voir photo 13-42) et des grains manquants sur l'épi.
- Les céréales à paille ont des feuilles d'épi tordues, des

fleurons stériles ou dédoublés, des barbes vrillées et des épis difformes (voir photo 13-43).

- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages et du stade de la culture auquel ils se produisent.

Régulateurs de croissance (groupe 4 – acides benzoïques)
(action systémique – mobilité dans le phloème)
(p. ex. Banvel II, Distinct)

- Les lésions causées par le dicamba ressemblent à celles causées par les phytohormones herbicides.
- Les dicotylédones présentent davantage de feuilles courbées que de feuilles rubanées (voir photo 13-44).
- Comparativement au 2,4-D, les acides benzoïques peuvent causer plus de déformation des tiges en « col de cygne » chez le maïs et plus de verse chez les petites céréales (surtout le blé).
- Les répercussions sur le rendement dépendent de la gravité des dommages et du stade de la culture auquel ils se produisent.

Régulateurs de croissance (groupe 4 – acides pyridiniques)
(action systémique – mobilité dans le phloème)
(p. ex. Lontrel, Milestone)

- Les dommages sont semblables à ceux causés par les phytohormones herbicides et les acides benzoïques.
- Les légumineuses (p. ex. soya, luzerne, trèfle) sont extrêmement sensibles aux acides pyridiniques.
- Les répercussions sur le rendement des espèces sensibles sont importantes.



Photo 13-37 – Feuille trifoliée de soya marbrée et allongée à la suite d'une application de 2,4-D; les nouvelles pousses ne sont généralement pas touchées



Photo 13-38 – Dommages causés par le 2,4-D, qui se distinguent de ceux causés par le dicamba par l'élongation du pétiole de la feuille trifoliée, le gonflement des tissus foliaires et le rétrécissement des feuilles trifoliées sur leur largeur



Photo 13-39 – Courbure des feuilles de soya causée par un embrun de dicamba (p. ex. XtendiMax)



Photo 13-40 – Feuilles de maïs enroulées en feuilles d'oignon après l'application d'un régulateur de croissance, le dicamba (p. ex. Banvel II)



Photo 13-41 – Fusion de racines échasses causée par un régulateur de croissance; le risque de dommage est plus élevé si l'on applique une forte concentration après le stade de croissance indiqué sur l'étiquette, surtout dans le cas d'hybrides sensibles



Photo 13-42 – Fragilité et versement causés par l'application de MCPA au stade de 7 à 8 feuilles du maïs, soit bien après celui indiqué sur l'étiquette (stade 4 feuilles)



Photo 13-43 – Torsion et déformation des épis de blé d'automne à la suite d'une application de 2,4-D en automne, avant le semis



Photo 13-44 – Conséquences d’embruns de glyphosate sur le soya non tolérant : jaunissement des jeunes tissus foliaires, signe caractéristique des dommages causés par ce produit

Herbicides inhibiteurs de synthèse des acides aminés aromatiques (groupe 9)

(action systémique – mobilité dans le phloème)

(p. ex. Roundup, WeatherMAX, Touchdown Total)

- Le feuillage commence par jaunir (les jeunes feuilles en premier), puis vire au brun et meurt dans les 10 à 14 jours qui suivent le traitement.
- Les embruns peuvent faire rougir les tissus foliaires des plants de maïs.
- Les répercussions sur le rendement sont importantes.
- Il est extrêmement rare que les hybrides de maïs tolérants au glyphosate soient endommagés, mais c’est tout de même possible si l’on applique une concentration très élevée. Les dommages causent l’apparition de zones transparentes en forme de « V » au pourtour nécrosé (voir photo 13-45).

Herbicides inhibiteurs de pigments (herbicides décolorants), triazoles (groupe 11)

(p. ex. Amitrol 240)

Inhibiteurs de biosynthèse des caroténoïdes (groupe 13)

(p. ex. Command)

Inhibiteurs de l’enzyme p-hydroxyphénylpyruvate dioxygénase (HPPD) (groupe 27)

(p. ex. Callisto, Converge, Impact, Infinity)

- Les dommages se manifestent d’abord par la décoloration des nouveaux tissus foliaires, puis par leur jaunissement et brunissement (nécrose) progressifs.
- Les répercussions sur le rendement sont généralement négligeables, mais peuvent être considérables si les dommages sont importants (voir photos 13-46, 13-47 et 13-48).



Photo 13-45 – Dommages causés par l’application d’une très forte concentration de glyphosate sur du maïs tolérant



Photo 13-46 – Réaction du soya à des embruns de mésotrione (p. ex. Callisto) : décoloration caractéristique des nouveaux tissus foliaires, qui jauniront puis bruniront



Photo 13-47 – Décoloration de tissus foliaires d’une céréale de printemps causée par la rémanence du clomazone (p. ex. Command); les tissus foliaires passent du blanc au mauve rosé puis au brun et ne se remettent généralement pas complètement



Photo 13-48 – Blanchiment du maïs causé par le chevauchement des pulvérisations et l'utilisation d'un adjuvant qui n'était pas recommandé sur l'étiquette

WALL et SMITH. *Canadian Journal of Plant Science*, 2000, vol. 80, n° 2, p. 411 à 447.

MILBERG et HALLGREN. *Field Crops Research*, 2004, vol. 86, p. 199 à 209.

MARTIN et coll. *Critical Period of Weed Control in Spring Canola*, 2001, vol. 49, p. 325 à 333.

VARGA et coll. *Cereal Research Communications*, 2006, vol. 34, n° 1, p. 701 à 704.

Bibliographie

¹ LIEBMAN, M. et T. OHNO. *Crop rotation and legume residue effects on weed emergence and growth: applications for weed management*, 1998, dans BUHLER, D.D., J.L. HATFIELD et B.A. STEWART (dir.). *Integrated Weed and Soil Management*, Ann Arbor Press, Chelsea (Michigan), États-Unis, p. 181 à 221.

² O'REILLY, K.A., D.E. ROBINSON, L.L. VAN EERD et R.J. VYN. *Weed populations, sweet corn yield, and economics following cover crops*, « *Weed Technology* », 2001, vol. 25, p. 374 à 384.

³ BLACKSHAW, R.E., L.J. MOLNAR et H.H. JANZEN. *Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat*, « *Weed Science* », 2004, vol. 52, p. 614 à 622.

⁴ CREECH, J. E., J. FAGHIHI, V.R. FERRIS, W.G. JOHNSON et A. WESTPHAL. *Influence of intraspecific henbit (*Lamium amplexicaule*) and purple deadnettle (*Lamium purpureum*) competition on soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) reproduction*, « *Weed Science* », 2007, vol. 55, p. 665 à 670.

⁵ La figure 13-2 – *Pertes de rendement attribuables à la concurrence des mauvaises herbes dans les grandes cultures* est adaptée des sources suivantes :

UNIVERSITÉ DE GUELPH. Weed Science Research Program, département de phytotechnie, 1986 à 2008.