2.1 Lutte contre les adventices

F. Henriet[1]

2.1.1 La saison 2021 et ses particularités 3
1. Automne-hiver 2020-2021 3
2. Printemps 2021 3
3. Automne 2021 3
2.1.2 Expérimentations, résultats et perspectives 4
1. Lutte contre les graminées en froment d'hiver 4
2. Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver 6
2.1.3 Recommandations pratiques 9
1. Les grands principes 9
A. En escourgeon et orge d'hiver : désherber avant l'hiver 9
B. En froment d'hiver : éviter les interventions avant l'hiver sauf si… 9
C. En épeautre, seigle et triticale 9
D. Connaître la flore adventice de chaque parcelle 10
E. Exploiter l'apport des techniques culturales 10
2. Traitements automnaux 11
3. Traitements printaniers 12
A. Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver 12
B. Lutte contre les graminées en épeautre, froment, seigle et triticale 12
C. Lutte contre les dicotylées 15
4. Réussir son désherbage, c'est aussi… 16
5. Quid de la résistance? 17
A. En quoi consiste la résistance? 17
B. Prévenir l'apparition de résistances 18
C. Gérer la résistance 18

[1] CRA-W – Département Sciences du Vivant – Unité Santé des Plantes & Forêts

2.1.1 La saison 2021 et ses particularités

1. Automne-hiver 2020-2021

L'automne 2020 présenta des températures très chaudes (12,3 °C au lieu de 10,9), des précipitations normales (219 mm/m² au lieu de 220), un nombre de jours de pluie inférieur à la normale (43 jours au lieu de 51), un ensoleillement normal (347 heures) et une vitesse du vent normale (3,6 m/s). Comparable à l'automne 2019, ce fut un automne banal, surtout du point de vue des précipitations. Celles-ci, presqu'inexistantes avant le 23 septembre, importantes la dernière semaine de septembre et régulières par la suite de la saison ont, de manière générale, perturbé les arrachages, retardé le semis de céréales et défavorisé l'application d'herbicides. Certains agriculteurs ont néanmoins eu l'occasion de désherber, en profitant du passage imposé par la lutte anti-pucerons.

Le froid observé en janvier 2021 (3,0 °C au lieu de 3,7) s'est prolongé début février. La seconde moitié de février fut très chaude (4 records de température journalière du 21 au 24 février). Janvier fut très pluvieux (131 mm/m² au lieu de 76) et février très ensoleillé (121 h au lieu de 73).

2. Printemps 2021

Des températures supérieures à la normale ont été observées au début et à la fin du mois de mars. Le reste du temps, les températures furent peu élevées si bien que la température moyenne du mois de mars fut proche de la normale (7,4 °C au lieu de 7,1). Les précipitations furent relativement faibles (44 mm/m² au lieu de 59) mais principalement concentrées pendant les 18 premiers jours (14 jours de pluie au lieu de 16). Malgré une météo variable, le désherbage des céréales a pu débuter durant la seconde quinzaine de ce mois. Avril fut très froid (7,3 °C au lieu de 10,4 et 6 jours de gel au lieu d'un) et relativement sec (36 mm/m² au lieu de 47). S'il n'avait pas eu lieu en mars, le désherbage des céréales a pu reprendre vers la mi-avril, après les précipitations du début du mois.

3. Automne 2021

L'automne 2021 présenta des températures légèrement supérieures à la normale (11,5 °C au lieu de 11,2), des précipitations inférieures à la normale (181 mm/m² au lieu de 209), un nombre de jours de pluie inférieur à la normale (43 jours au lieu de 49), un ensoleillement plutôt élevé (362 heures au lieu de 334) et une vitesse du vent très faible (3,0 m/s – record avec 1921 et 2007 depuis 1879 !). Ce fut un automne plutôt banal. Les précipitations, bien que moins importantes que d'ordinaire, furent régulières tout au long de la saison. Cela a, de manière générale, perturbé les arrachages et contrarié le semis de céréales. Il semblerait que les quelques moments permettant d'effectuer des traitements aient été bien exploités.

2.1.2 Expérimentations, résultats et perspectives

1. Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Trois essais installés durant le printemps 2021 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin. Le premier essai a été semé le 30 octobre 2020 à Yves-Gomezée (entre Walcourt et Philippeville), le second le 7 novembre 2020 à Croix (région de Ciney), et le troisième, le 15 novembre 2020 à Salet (entre Profondeville et Dinant).

Le protocole prévoyait des traitements à deux stades : plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29). Tous les traitements n'ont pas été effectués dans les trois sites d'essai.

Le Tableau 1 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 2 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 1 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins effectués fin juin 2021.

Tableau 1 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application		Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
	BBCH 25	**BBCH 29-30**	
Yves-Gomezée	23/03/2021	13/04/2021	49 vulpins/m² – BBCH 25-29
Croix	01/04/2021	15/04/2021	80 vulpins/m² – BBCH 21-29
Salet	13/04/2021	27/04/2021	86 vulpins/m² – BBCH 25

Tableau 2 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L *huile colza estérifiée*
AXIAL	EC	50 g/L *pinoxaden* + 12,5 g/L safener
CAPRI	WG	7,5 % *pyroxsulam* + 7,5 % safener
FOXTROT	EW	69 g/L *fenoxaprop* + 34,5 g/L safener
SIGMA MAXX	OD	10 g/L *mesosulfuron* + 2 g/L *iodosulfuron* + 30 g/L safener

Résultats

Les efficacités observées dans les essais furent généralement élevées (Figure 1). Les essais de Croix (99% d'efficacité moyenne) et Salet (99% d'efficacité moyenne) présentaient des efficacités moyennes proches de la perfection tandis que l'essai de Yves-Gomezée montrait une efficacité moyenne de l'ordre de 90%.

Parmi les traitements effectués au **stade plein tallage**, le SIGMA MAXX (0.9 L/ha) présentait une efficacité moyenne satisfaisante de 96% (Figure 1). S'il fut possible d'améliorer légèrement l'efficacité du SIGMA MAXX en lui ajoutant de l'AXIAL (+2%), l'intérêt d'ajouter du CAPRI est apparu limité. Dans l'essai de Croix, les traitements incluant du SIGMA MAXX, complémentés ou non, étaient parfaitement efficaces. Seuls le CAPRI (97%) et l'AXIAL (84%), appliqués seuls restaient imparfaits.

Appliqué au **stade fin tallage**, le SIGMA MAXX (0.9 L/ha) montrait son efficacité moyenne similaire (95%, -1%) à l'efficacité observée lors de l'application au stade plein tallage. Au stade fin tallage, il fut plus avantageux de compléter le SIGMA MAXX par de l'AXIAL (98%, +3%) plutôt que d'augmenger la dose de SIGMA MAXX à 1.5 L/ha (96%, +1%).

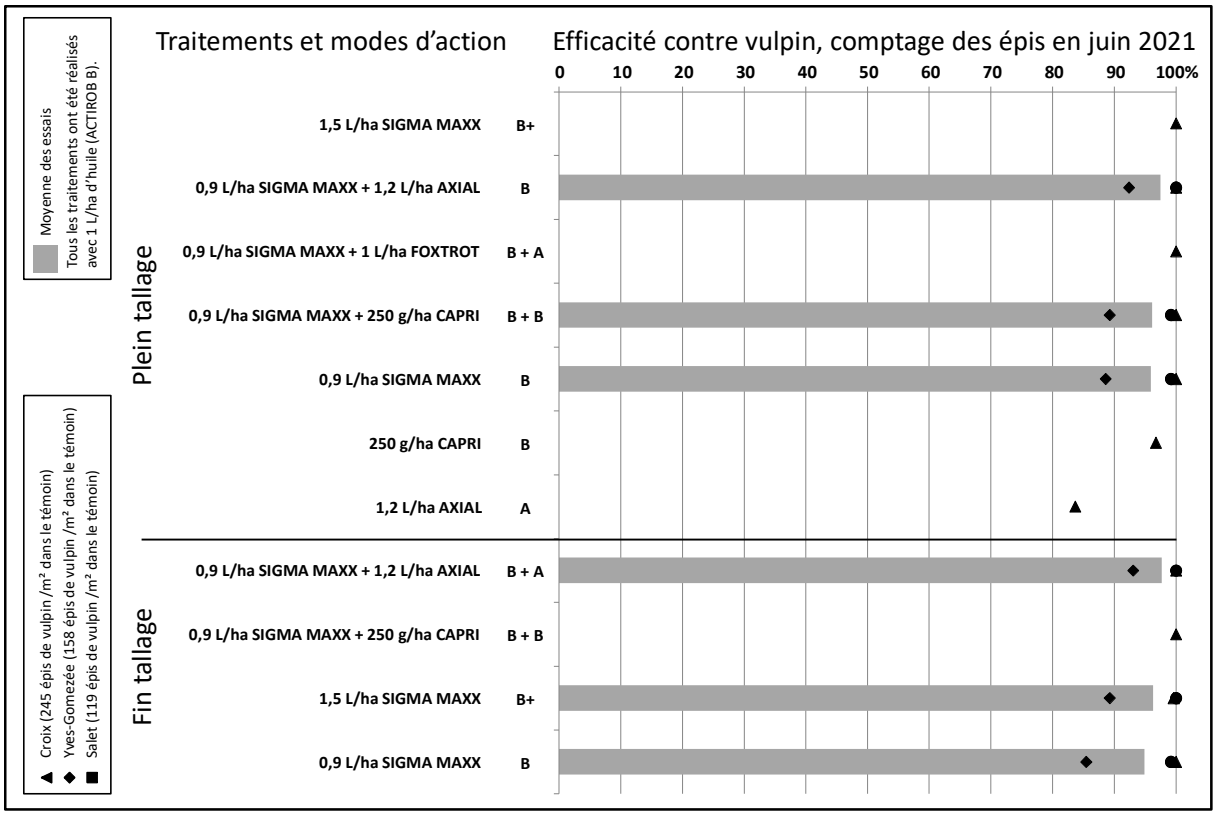

Figure 1 – Efficacité (%) calculée selon la formule : [1 – (nbre épis obs. dans traitement / nbre épis obs. témoin)] x 100.

Discussion - conclusions

- C'est dans l'essai de Yves-Gomezée que les différences entre traitements sont les plus intéressantes. En effet, les deux autres essais proposant des résultats presque parfaits, la moyenne des trois essais atténue les écarts observés à Yves-Gomezée. Cet essai confirme que l'ajout d'AXIAL à un traitement SIGMA MAXX de base (0.9 L/ha) reste préférable, en terme d'efficacité, à l'ajout de CAPRI ou à l'augmentation de la dose de SIGMA MAXX.
- L'essai de Croix démontre à nouveau que le SIGMA MAXX est le meilleur produit antigraminées à pénétration foliaire : le CAPRI et l'AXIAL appliqués seuls (traitemens éprouvés uniquement dans l'essai de Croix) lui sont restés inférieurs.
- Les résultats obtenus dans les trois essais furent souvent bons voire parfaits, et ce, malgré les niveaux d'infestation observés en fin de saison (245, 158 et 119 épis de vulpins par mètres carrés). C'est à Yves-Gomezée que les résultats étaient les moins satisfaisants. C'est également dans cet essai que les vulpins étaient les plus développés lors de l'application (Tableau 1).
- Contrairement aux années précédentes, postposer le traitement n'a pas semblé impacter négativement l'efficacité. Il n'est toutefois pas conseillé d'attendre si les conditions sont bonnes (température supérieure à 5°C, humidité relative supérieure

à 60% et sol humide).

- Pour lutter durablement contre les graminées, l'efficacité finale, c'est-à-dire l'efficacité obtenue après la mise en œuvre de leviers agronomiques et la lutte en culture (chimique ou mécanique), doit être aussi complète que possible. Depuis quelques années, l'application de 0,9 L/ha de SIGMA MAXX (ou son équivalent en *mesosulfuron*) devrait constituer le traitement minimal dans les parcelles nécessitant une application printanière d'antigraminées.
- Cette dose est généralement efficace contre des vulpins sensibles ayant atteint, au maximum, le stade mi tallage (BBCH 25). Elle doit être revue à la hausse si les vulpins sont plus développés, ce qui est fréquemment le cas dans des semis précoces non désherbés à l'automne.
- Si la présence de vulpins difficiles ou résistants est pressentie et si ceux-ci n'ont pas été présensibilisés par un traitement automnal à base de *flufenacet*, la dose minimale recommandée de SIGMA MAXX (0.9 L/ha) risque de ne pas être suffissante. Il est dès lors conseillé de renforcer le traitement en ajoutant un partenaire foliaire ou en renforçant la dose. L'essai d'Yves-Gomezée, comme d'autres essais menés précédemment (cfr Livre blanc de février 2021 : « Lutte contre les graminées en froment d'hiver : au printemps, associer les herbicides foliaires »), montre que l'AXIAL constitue un partenaire privilégié.

2. Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Au printemps 2021, deux essais visant à étudier divers traitements antidicotylées ont été implantés. Le premier essai a été semé le 15 octobre 2020 à Sovet (région de Ciney) et le second, le 3 novembre 2020, à Wasmes (région de Mons).

Le Tableau 3 reprend les différentes adventices et leur stade de développement au moment de l'application. Le Tableau 4 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 2 présente les résultats des cotations visuelles effectuées 4 semaines après l'application.

Tableau 3 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	**Stade culture**	**Espèce**	**Densité (pl/m²) ; stade**
Sovet	31/03/2021	BBCH 29	Mouron des oiseaux Lamier pourpre Véronique à f. de l.	30 – BBCH 51-55 13 – BBCH 51-55 8 – BBCH 51-55
Wasmes	31/03/2021	BBCH 25(-29)	Pensée sauvage Véronique à f. de l. Myosotis Sénecon	42 – BBCH 14-18 12 – BBCH 59 5 – BBCH 16 3 – BBCH 18-59

Tableau 4 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulat.	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L *huile colza estérifiée*
ALLIE	SG	20% *metsulfuron*
ALLIE EXPRESS	WG	40% *carfentrazone* + 10% *metsulfuron*
CAPRI	WG	7,5% *pyroxsulam* + 7,5% safener
CAPRI DUO	WG	7,08% *pyroxsulam* + 1,42% *florasulam* + 7,08% safener
CONNEX	WG	68,2% *thifensulfuron* + 6,8% *metsulfuron*
GORDIUM STAR	WG	3,3% *iodosulfuron* + 2,5% *thiencarbazone* + 15% safener
HUSSAR ULTRA	OD	100 g/L *iodosulfuron* + 300 g/L safener
OMNERA LQM	OD	135 g/L *fluroxypyr* + 30 g/L *thifensulfuron* + 5 g/L *metsulfuron*
PIXXARO EC	EC	280 g/L *fluroxypyr* + 12 g/L *halauxifen* + 12 g/L safener
PRIMUS	SC	50 g/L *florasulam*
REXADE TRIO	WG	24% *pyroxsulam* + 10% *florasulam* + 10% *halauxifen* + 21% safener
SIGMA MAXX	OD	10 g/L *mesosulfuron* + 2 g/L *iodosulfuron* + 30 g/L safener
SIGMA STAR	WG	4,5% *mesosulfuron* + 2,25% *thiencarbazone* + 0,9% *iodosulfuron* + 13,5% safener
TREZAC	EC	30 g/L *halauxifen* + 25 g/L *aminopyralide* + 30 g/L safener
ZYPAR	OD	6 g/L *halauxifen* + 5 g/L *florasulam* + 6 g/L safener

Résultats - discussion

Quatre semaines après l'application, les traitements présentaient des spectres d'activité variés. Dans la Figure 2, les produits sont classés par ordre d'efficacité moyenne, le REXADE TRIO présentant l'efficacité moyenne la plus élevée et le PRIMUS, la plus faible. Dans l'essai de Wasmes, le froment était très peu compétitif, rendant le contrôle des adventices assez compliqué. Les efficacités moyennes observées furent dès lors faibles : 51% contre les véroniques à feuilles de lierre, 54% contre le séneçon, 55% contre la pensée sauvage et 57% contre le myosotis. À Sovet, les adventices présentes furent plus facilement contrôlées : 83% d'efficacité moyenne contre la véronique à feuilles de lierre, 85% contre le lamier pourpre et 92% contre le mouron des oiseaux.

La Figure 2 montre que, quatre semaines après l'application, la véronique à feuille de lierre était correctement contrôlée par le REXADE TRIO (90% – moyenne des deux essais), le CAPRI (86%), l'OMNERA LQM (86%), le HUSSAR ULTRA (86%), le GORDIUM STAR (86%), le CAPRI DUO (82%), le CONNEX (80%) et le SIGMA STAR (75%). L'efficacité moyenne des autres traitements ne dépassait pas 67%. Une observation ultérieure (données non présentées) confirmait le bon comportement de ces 8 produits.

La pensée sauvage ne fut pas suffisamment maîtrisée par le HUSSAR ULTRA (68%) et l'ALLIE (63%) et encore moins par le SIGMA MAXX (31%), le ZYPAR (15%), le PRIMUS (13%), le PIXXARO EC (0%) et le TREZAC (0%). En effet, aucun de ces produits ne contient de molécule suffisamment efficace contre cette adventice. Les autres produits testés présentaient une efficacité supérieure, comprise entre 73 et 88%. Les substances actives efficaces contre cette adventice sont le *pyroxsulam* (CAPRI, CAPRI DUO, REXADE TRIO), la *thiencarbazone* (SIGMA STAR, GORDIUM STAR), la *carfentrazone* (ALLIE EXPRESS),… En fin d'essai, 5 traitements se sont révélés insuffisamment efficaces (<60%) : ALLIE, SIGMA MAXX, PRIMUS, ZYPAR, TREZAC et PIXXARO EC.

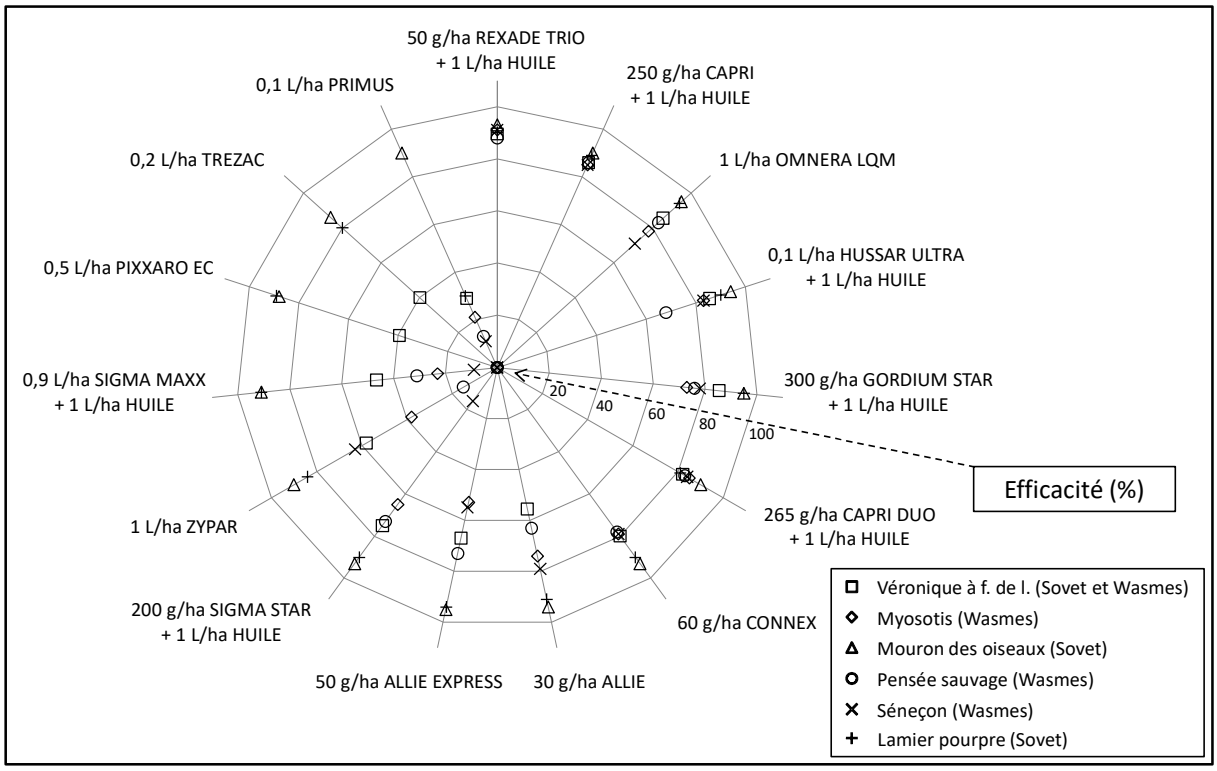

Figure 2 – Résultats de l'observation visuelle (efficacité en %) effectuée 4 semaines après l'application des traitements.

Quatre semaines après l'application, le lamier pourpre était contrôlé de façon satisfaisante (efficacité comprise entre 89 et 95%) par la majorité des produits. Le ZYPAR (84%), le CAPRI DUO (81%) et le TREZAC (80%) étaient en retrait tandis que le PRIMUS (30%) était insuffisant. Huit semaines après l'application, seul le PRIMUS restait insatisfaisant (75%).

Contre le mouron des oiseaux, tous les traitements, à l'exception du PIXXARO (88%) et du TREZAC (86%) montraient, quatre semaines après l'application, une efficacité similaire comprise entre 90 et 95%. En fin d'essai, seul le PIXXARO EC (94%) était en retrait, les autres traitements montrant entre 96 et 100% d'efficacité.

Quatre semaines après l'application, 8 produits présentaient un efficacité supérieure à 70% contre le séneçon, plutôt rare en céréales, et le myosotis : le REXADE TRIO, le CAPRI, le CAPRI DUO, le HUSSAR ULTRA, le CONNEX, l'ALLIE, le GORDIUM STAR et l'OMNERA LQM. En fin d'essai, ces mêmes 8 produits, ainsi que le SIGMA STAR et le ZYPAR proposaient une efficacité supérieure ou égale à 76% contre le myosotis. À ce moment, parmi les 8 produits identifiés efficaces contre le séneçon précédemment, l'ALLIE (73%) et le HUSSAR ULTRA (23%) voyaient leur efficacité chuter, au contraire du ZYPAR (78%) et de l'ALLIE EXPRESS (73%).

2.1.3 Recommandations pratiques

1. Les grands principes

A. En escourgeon et orge d'hiver : désherber avant l'hiver

Semés fin septembre - début octobre, les escourgeons et les orges d'hiver commencent à taller fin octobre - début novembre. C'est donc à cette période qu'il faut intervenir car c'est à ce moment que la majorité des mauvaises herbes va également germer et croître.

Jeunes et peu développées, les adventices sont éliminées facilement et économiquement en automne. En revanche, au printemps, les mauvaises herbes ayant passé l'hiver sont trop développées et la culture, en général dense et vigoureuse, perturbe la lutte (effet parapluie). Des rattrapages printaniers sont néanmoins possibles et quelque fois nécessaires.

B. En froment d'hiver : éviter les interventions avant l'hiver sauf si…

Semés plus tard que les orges, les froments d'hiver, dans la plupart des situations, ne demandent pas d'intervention herbicide avant le printemps, parce que :

- avant l'hiver, le développement des adventices est faible ou modéré ;
- grâce à la gamme d'herbicides agréés aujourd'hui, il est possible d'assurer le désherbage après l'hiver, même dans des situations difficiles ;
- les applications d'herbicides à l'automne ne suffisent presque jamais et doivent de toute façon être suivies d'un rattrapage printanier ;
- les dérivés de l'urée (*chlortoluron*) se dégradent assez rapidement. Appliqués avant l'hiver, leur concentration dans le sol est trop faible pour permettre d'éviter les levées de mauvaises herbes au retour des beaux jours.

Le désherbage du froment AVANT l'hiver EST justifié en présence d'adventices résistantes (voir point « Quid de la résistance » - page 2.1/16) ou en cas de développement précoce et important. Cela peut arriver notamment :

- lors d'un semis précoce suivi d'un automne doux et prolongé ;
- en cas d'échec ou d'absence de désherbage dans la culture précédente ;
- lorsqu'il n'y a pas eu de labour avant le semis.

Un désherbage automnal est presque toujours suivi par un complément au printemps. Le cas échéant, le désherbage est raisonné en programme.

C. En épeautre, seigle et triticale

Le désherbage de ces céréales peut se raisonner comme dans le cas du froment. Il est cependant possible que certains produits agréés en froment ne le soient pas dans ces cultures. Il faut donc vérifier systématiquement les autorisations (cfr pages jaunes de ce Livre blanc).

D. Connaître la flore adventice de chaque parcelle

Contrairement aux insectes ou aux agents pathogènes, les mauvaises herbes ne se déplacent pas. Chaque parcelle présente donc une flore adventice propre et il est très utile de connaître sa composition (espèces en présence et niveaux d'infestation) pour déterminer les choix de désherbage de façon pertinente et rentable. Pourquoi, par exemple, faudrait-il utiliser des antigraminées coûteux si la parcelle est exempte de graminées ?

Il est également très utile d'avoir en tête quelques notions de base à propos de la biologie et de la nuisibilité des adventices. En effet, chaque espèce présente des caractéristiques propres telles que la ou les périodes de levée, les conditions de germination, la profondeur optimale pour stimuler la levée, la durée de vie de la semence dans le sol, … La nuisibilité des adventices vis-à-vis de la culture est, elle-aussi, spécifique de l'espèce. La nuisibilité directe correspond à la perte de rendement due à la compétition pour l'eau et les nutriments. Elle dépend de l'intensité de l'infestation. La nuisibilité indirecte, également appelée nuisibilité pluriannuelle, est plus difficilement quantifiable et peut être la conséquence de problèmes mécaniques occasionnés lors de la récolte, d'un défaut de qualité de la récolte (humidité, impuretés, …) ainsi que de la production de semences adventices restant dans la parcelle et susceptibles de poser des problèmes par la suite.

E. Exploiter l'apport des techniques culturales

Diverses techniques, ancestrales ou modernes, contribuent à la gestion des adventices.

- **La rotation**

La présence dans un assolement d'une culture de printemps modifie et perturbe le cycle de développement des adventices nuisibles aux céréales d'hiver et les empêche de s'adapter à un système de culture trop répétitif. Contrairement à la monoculture, la rotation permet également de faire varier les modes d'action des herbicides utilisés.

- **Le régime de travail du sol**

Le régime de travail du sol influence l'évolution de la flore adventice. En assurant un enfouissement profond des semences d'adventices, le labour réduit considérablement la viabilité du stock de semences. A titre d'exemple, il détruirait de l'ordre de 85 % des semences de vulpin et 50 % des semences de ray-grass. L'adoption de techniques sans labour induit des modifications progressives de la flore. Par ailleurs, ces techniques modifient aussi l'activité des herbicides racinaires. En Belgique, les assolements sont assez variés et les difficultés de désherbage inhérentes aux TCS (techniques culturales simplifiées) sont plutôt rares. Il reste cependant nécessaire d'être attentif en début de culture, car la concurrence des adventices ou des repousses se marque plus rapidement qu'en régime de labour. En non-labour permanent, un désherbage raté peut avoir des conséquences importantes dans les cultures suivantes, portant quelquefois sur plusieurs rotations. C'est pourquoi, il est conseillé de labourer au moins une fois sur la rotation, ou bien une fois tous les 3 ou 4 ans là où les assolements ne sont pas réguliers.

- **Gestion de l'interculture**

L'interculture est une occasion privilégiée pour lutter contre les adventices et préparer l'installation de la culture suivante sur des parcelles bien propres. En effet, des déchaumages soignés permettent d'épuiser une partie du stock semencier et d'éviter la prolifération des repousses. Par ailleurs, des herbicides totaux peuvent y être utilisés afin de détruire des plantes vivaces telles que le chiendent ou le chardon, difficiles à combattre lorsque les cultures sont en place. Enfin, l'interculture peut également être exploitée pour favoriser, par un travail du sol adéquat, la dégradation des résidus de pesticides pouvant poser problème pour la culture suivante (sulfonylurées en colza).

2. Traitements automnaux

Les traitements de préémergence doivent être raisonnés sur base de l'historique de la parcelle. Il est en effet difficile de choisir de façon pertinente un traitement sans connaître les adventices en présence. Adapté à la parcelle, ce type de traitement donne souvent satisfaction.

Depuis la mise sur le marché d'une nouvelle formulation (AVADEX FACTOR), le ***triallate*** ne nécessite plus d'être incorporé et peut maintenant être appliqué en préémergence. Cette vieille molécule, essentiellement active contre les graminées, peut compléter efficacement un traitement à base de *flufenacet*.

Le ***chlortoluron*** est un herbicide racinaire dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité (trop de pluie induit un manque de sélectivité) et le type de sol (une teneur en matière organique élevée provoque une baisse d'efficacité). Sa persistance d'action est faible car il disparait rapidement pendant la période hivernale. Il est très sélectif des céréales (excepté aux stades 1 à 3 feuilles, BBCH 11-13) et efficace contre les graminées annuelles peu développées dont le vulpin et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille. En froment d'hiver, le *chlortoluron* ne peut cependant être utilisé que sur des variétés tolérantes.

Largement utilisé par le passé, le ***prosulfocarbe*** n'est plus une référence contre les graminées. Il constitue toutefois un partenaire de choix contre un certain nombre de graminées et de dicotylées annuelles dont les VVL (violettes, véroniques, lamiers). Il est très valable contre le gaillet gratteron mais inefficace sur camomille.

La ***pendimethaline***, ***l'isoxaben***, le ***diflufenican*** ou le ***beflubutamide*** complètent idéalement le *chlortoluron* ou le *prosulfocarbe* en élargissant leur spectre antidicotylées aux VVL (mais pas au gaillet gratteron) et en renforçant leur activité sur les graminées. Au contraire de l'*isoxaben*, la *pendimethaline*, le *diflufenican* et le *beflubutamide* sont peu efficaces contre la camomille. Ces herbicides doivent être appliqués quand les adventices sont encore relativement peu développées (maximum 2 feuilles, BBCH 12).

Le ***flufenacet***, actif contre les graminées et quelques dicotylées, doit être appliqué très tôt, sur des adventices de petite taille ou non encore germées. Il peut dès lors être pulvérisé en préémergence ou juste après la levée de la culture. Disponible seul dans plusieurs spécialités commerciales, le *flufenacet* est associé au *diflufenican* (dans le LIBERATOR et d'autres produits), à la *pendimethaline* (dans le MALIBU), aux deux substances actives précitées (dans le MERKUR SC) ou au ***picolinafen*** (dans le PONTOS et le QUIRINUS) pour obtenir un spectre plus complet. Les camomilles et les gaillets peuvent toutefois échapper à ce type de traitement. Un manque de sélectivité peut être observé en cas de semis grossier et motteux.

En orge, la lutte contre les graminées développées, repose uniquement sur deux antigraminées

spécifiques applicables dès le stade 3 feuilles (BBCH 13) : le ***pinoxaden*** (dans l'AXIAL et l'AXEO) et, dans une moindre mesure, le ***fenoxaprop*** (le FOXTROT - le PUMA S EW n'est pas agréé en orge) car les possibilités de rattrapage printanier sont plus que limitées (pas de sulfonylurée antigraminées en orge !). En froment, ces traitements ne sont pas recommandés.

3. Traitements printaniers

Une fois l'hiver terminé, les conditions climatiques redeviennent propices au développement de la culture mais aussi à celui des mauvaises herbes en favorisant leur développement ou en provoquant de nouvelles germinations. Le céréalier devra vérifier l'efficacité des éventuels traitements effectués à l'automne (escourgeons et froments semés précocement) et, le cas échéant, réaliser un traitement de rattrapage adapté. Il devra également choisir un traitement pour la majorité des froments, non pulvérisés à l'automne.

Encore une fois, la sélection du traitement doit être raisonnée pour chaque parcelle en fonction de la flore adventice rencontrée. **Les espèces présentes déterminent les substances actives à utiliser alors que le niveau d'infestation et le stade de développement modulent les doses à appliquer.**

Il est indispensable que la céréale ait atteint un stade de développement suffisant pour éviter tout effet phytotoxique. Cela suppose qu'elle ait bien supporté l'hiver, sans déchaussement et qu'elle soit en bon état sanitaire. Le froment doit avoir atteint le stade début tallage (BBCH 21) : la première talle doit être visible!

A. Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver

Lorsqu'un rattrapage contre les graminées est nécessaire, le désherbage sera basé sur le *pinoxaden* de l'AXIAL (ou AXEO) ou le *fenoxaprop* (dans le FOXTROT). En effet, ces substances actives sont des antigraminées spécifiques, efficaces notamment contre le vulpin et le jouet de vent.

B. Lutte contre les graminées en épeautre, froment, seigle et triticale

Les céréales sont des graminées au même titre que le vulpin, le jouet du vent, la folle avoine, le ray-grass, le chiendent, etc. Logiquement, il est malaisé d'épargner les plantes cultivées et de détruire les mauvaises herbes quand les unes et les autres sont botaniquement proches. C'est pourquoi, la lutte contre les graminées reste le problème majeur du désherbage des céréales. Les antigraminées de dernière génération sont d'ailleurs presque systématiquement associés à un phytoprotecteur (ou safener). Ces produits permettent à la céréale de métaboliser l'herbicide qui, sans cela, pourrait s'avérer phytotoxique.

Il existe principalement 6 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées: le *chlortoluron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *fenoxaprop*, le *pinoxaden* et le *pyroxsulam*. Le Tableau 5 en décrit les principales caractéristiques. Ces molécules présentent un spectre antigraminées qui leur est propre (consulter les pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales). Le *chlortoluron* présente une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peut en outre être associé à une substance active antidicotylées en vue d'élargir le spectre, alors que le *mesosulfuron* est toujours associé à une autre molécule dans les produits

commerciaux disponibles.

Si la flore adventice le nécessite, il faut veiller à compléter ces traitements avec un antidicotylées approprié (voir point « Lutte contre les dicotylées » - page 2.1/15).

Tableau 5 – Les substances actives efficaces sur les graminées utilisables au printemps.

Substance active	Mode d'action ([1])	Voie de pénétration	Stade culture (BBCH)	Stade vulpin (BBCH)	Produits	Dose maximale
chlortoluron	5	racinaire	25-29 21-29	00-13	Plusieurs produits TRINITY ([2])	3 à 5 L/ha ([12]) 2 L/ha
propoxycarbazone	2	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT SIGMA FLEX ([3])	60 g/ha 330 g/ha
mesosulfuron	2	plus foliaire que racinaire	21-29 21-29 21-31 21-31 21-31 21-32 21-32 21-31	00-30	OTHELLO ([4]) KALENKOA ([4]) SIGMA FLEX ([5]) SIGMA MAXX ([6]) SIGMA PLUS ([7]) ARCHIPEL STAR ([8]) SIGMA STAR ([8]) SIGMA SUPRA ([7])	2 L/ha 1 L/ha 330 g/ha 1,5 L/ha 500 g/ha 200 g/ha 330 g/ha 500 g/ha
fenoxaprop	1	foliaire	13-31	12-30	FOXTROT ([9]) PUMA S EW ([9])	1 L/ha 0,6-0,8 L/ha
pinoxaden	1	foliaire	13-31	11-30	AXIAL ou AXEO ([9])	0,9-1,2 L/ha
pyroxsulam	2	foliaire	21-31	11-29	CAPRI ([9]) CAPRI TWIN ou BROADWAY ([10]) CAPRI DUO ([10]) REXADE TRIO ([11])	250 g/ha 220 g/ha 265 g/ha 40-50 g/ha

ATTENTION: ajouter 1 L/ha d'huile lors de l'emploi de produits à base de *mesosulfuron*, de *clodinafop*, de *fenoxaprop*, de *pinoxaden* ou de *pyroxsulam*.

([1]) Classification du HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): http://www.plantprotection.org/hrac/

([2]) en association avec la *pendimethaline* et le *diflufenican* ([3]) en association avec le *mesosulfuron* et un safener

([4]) en association avec l'*iodosulfuron*, le *diflufenican* et un safener ([5]) en association avec la *propoxycarbazon* et un safener

([6]) en association avec l'*iodosulfuron* et un safener ([7]) en association avec l'*iodosulfuron*, l'*amidosulfuron* et un safener

([8]) en association avec l'*iodosulfuron*, la *thiencarbazone* et un safener ([9]) en association avec un safener

([10]) en association avec le *florasulam* et un safener ([11]) en association avec le *florasulam*, l'*halauxifen* et un safener

([12]) en fonction du type de sol

Comment choisir entre ces produits ?

Il faut tenir compte avant tout du stade de développement des graminées adventices. Si toutes les substances actives sont efficaces sur des vulpins faiblement développés, un manque d'efficacité du *chlortoluron* et de la *propoxycarbazone* est à craindre sur des vulpins plus développés.

Le ***chlortoluron*** est actif contre les graminées et les dicotylées classiques. Il présente aussi une activité secondaire sur d'autres adventices au stade cotylédonaire. De ce fait, il permet d'éliminer une bonne part des adventices les plus gênantes. Il doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 25) et sur des mauvaises herbes peu développées. Il devra être complété ou corrigé ultérieurement, en fonction des espèces d'adventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour le *chlortoluron* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminées spécifique (*fenoxaprop* ou *pinoxaden*, par exemple)

ou à un herbicide principalement antidicotylées mais ayant une action complémentaire sur les graminées (*pendimethaline*, *diflufenican*,…). Pour élargir le spectre au dicotylées, les molécules ne manquent pas : hormones, sulfonylurées ou bien PPOIs.

La ***propoxycarbazone***, disponible dans l'ATTRIBUT, est efficace uniquement contre les graminées et les crucifères (capselle, sené, moutarde, tabouret des champs, repousses de colza,…). Elle est particulièrement active sur le chiendent et les bromes. Du fait de son mode de pénétration principalement racinaire, elle peut agir tant en pré- qu'en postémergence des graminées. Toutefois, en postémergence (max. BBCH 25), la pénétration dans les adventices sera souvent meilleure et, avec elle, l'efficacité. Il sera éventuellement nécessaire de compléter ou de corriger ce traitement ultérieurement en présence de dicotylées. La *propoxycarbazone* est également disponible en association avec le *mesosulfuron* (voir ci-dessous,) une substance active essentiellement antigraminées, dans le SIGMA FLEX.

À l'heure actuelle, le ***mesosulfuron*** est l'antigraminée procurant l'efficacité la plus intéressante, même sur des vulpins difficiles. Non disponible seul, il est associé à la *propoxycarbazone* dans le SIGMA FLEX, ce qui renforce son efficacité contre graminées. Comme il est peu efficace sur les dicotylées, il est associé à l'*iodosulfuron* dans le SIGMA MAXX, ce qui élargit le spectre aux dicotylées classiques et renforce l'efficacité sur jouet du vent. L'OTHELLO et le KALENKOA combinent, selon des ratios différents, le *mesosulfuron*, l'*iodosulfuron* et le *diflufenican*, ce qui permet d'étendre le spectre antidicotylées aux VVL. D'autres produits arrivés récemment sur le marché complètent la gamme. Le SIGMA PLUS (= SIGMA SUPRA), en plus du *mesosulfuron* et de l'*iodosulfuron*, renferme de l'*amidosulfuron*, très efficace contre le gaillet. Grâce à l'intégration de la *thiencarbazone* dans le SIGMA STAR et l'ARCHIPEL STAR, le spectre antidicotylées s'étend, notamment aux VVL. Tous ces produits incluant du *mesosulfuron* devront être pulvérisés en mélange avec 1 L/ha de produit à base d'huile de colza estérifiée. Le *mesosulfuron* doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 21) et, en dépit de sa composante racinaire, sur des adventices déjà levées.

Le ***fenoxaprop*** et le ***pinoxaden*** sont efficaces uniquement sur les graminées. Ils sont toujours associés à un phytoprotecteur qui aide la culture à détoxifier l'herbicide. Tout comme le *mesosulfuron*, ils sont capables de détruire des vulpins ayant atteint le stade redressement (BBCH 30). En raison de leur mode de pénétration exclusivement foliaire, il ne faut les appliquer qu'en postémergence des adventices. En présence de dicotylées dans la parcelle, ce type de traitement devra obligatoirement être complété ou corrigé ultérieurement. Attention, le mélange de ces produits avec certains antidicotylées peut, par antagonisme, entraîner une baisse d'efficacité sur graminées.

Le ***pyroxsulam*** du CAPRI présente une efficacité contre vulpin et jouet du vent comparable à celle du *mesosulfuron*. Il contrôle en outre les véroniques, les pensées et d'autres dicotylées mais il est moins flexible. Son mode de pénétration est essentiellement foliaire. Il lui faudra donc attendre la présence des adventices pour être efficace. Toujours à pulvériser avec une huile, il peut être appliqué dès le stade début tallage (BBCH 21). Il sera nécessaire de le compléter par un antidicotylées adapté en présence de camomille ou de gaillet. Dans certains produits comme le CAPRI TWIN, le BROADWAY et le CAPRI DUO, le *florasulam*, est intégré directement, ce qui élargit le spectre aux camomille ou de gaillet, notamment. Le REXADE TRIO combine le *pyroxsulam*, le *florasulam* et l'*halauxifen*, ce qui permet de renforcer l'action sur coquelicot, étendre le spectre aux lamiers et fumeterre. Attention, la dose d'emploi de ce produit ne permettra toutefois pas un contrôle suffisant des graminées.

C. Lutte contre les dicotylées

En général, les produits antidicotylées sont utilisables aussi bien en escourgeon qu'en froment d'hiver. De petites différences quant à leur usage peuvent cependant apparaître. Il conviendra toujours de se référer à l'étiquette des produits et aux pages jaunes de ce Livre Blanc Céréales pour s'assurer de les utiliser correctement et en toute sécurité.

Au printemps, les produits antidicotylées s'utilisent, soit mélangés à un antigraminées pour compléter le spectre de celui-ci, soit seuls s'il n'y a pas de graminées dans la parcelle. De nombreux produits associant deux, voire trois substances actives sont disponibles sur le marché et permettent de faire face à des flores très variées.

Le choix de l'herbicide antidicotylées doit avant tout tenir compte des adventices présentes (Tableau 6) et de leur stade de développement. En cas de mélange avec un antigraminées, il importe de s'assurer de l'absence d'effet antagoniste. Des produits sont antagonistes quand le mélange des deux réduit l'efficacité d'au moins un des partenaires par rapport à son utilisation seul. Il peut également être intéressant de combiner (association ou mélange) des substances actives efficaces sur la flore en place, avec d'autres assurant une persistance d'action suffisante pour prévenir de nouvelles germinations.

Tous les mélanges n'ont pas été testés. L'inocuité d'un mélange est reconnue si celui-ci est mentionné sur l'étiquette d'un des produits le composant. En effet, l'étiquette détaille les mélanges expérimentés et recommandés par le fabriquant. Si des mélanges sont proposés par d'autres voies de communication, ils seront appliqués sous la responsabilité de l'utilisateur. En cas de doute, mieux vaut éviter le mélange, quitte à multiplier les passages.

Tableau 6 – Substances actives efficaces contre les dicotylées rencontrées le plus fréquemment. Elles sont tantôt disponibles seules, tantôt associées.

Adventice	Type de produits	Mode d'action ([1])	Substances actives efficaces (liste non exhaustive)
Gaillet	Hormones	4	*dichlorprop-p*, *fluroxypyr*, *mecoprop-p*
	ALSIs ([2])	2	*amidosulfuron*, *florasulam*, *tritosulfuron*
	PPOIs ([3])	14	*carfentrazone*
Mouron des oiseaux	Hormones	4	*dichlorprop-p*, *fluroxypyr*, *mecoprop-p*
	ALSIs ([2])	2	*iodosulfuron*, *florasulam*, *metsulfuron*
	PDS ([4])	12	*diflufenican, beflubutamide, picolinafen*
Camomille	ALSIs ([2])	2	*iodosulfuron*, *florasulam*, *metsulfuron*
Véroniques et violettes (pensées)	ALSIs ([2])	2	*thiencarbazone*
	PDS ([4])	12	*diflufenican, beflubutamide, picolinafen*
	PPOIs ([3])	14	*bifenox*, *carfentrazone*
Lamiers	Hormones	4	*halauxifen*
	PDS ([4])	12	*diflufenican, beflubutamide, picolinafen*
	PPOIs ([3])	14	*bifenox*, *carfentrazone*
	ALSIs ([2])	2	*metsulfuron, thiencarbazone*
Coquelicot	Hormones	4	*halauxifen, 2,4-D, aminopyralid*
	ALSIs ([2])	2	*florasulam, metsulfuron*

ATTENTION: toutes les substances actives ne sont pas agréées dans toutes les céréales (se référer aux pages jaunes).

([1]) Classification du HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): http://www.plantprotection.org/hrac/

([3]) Inhibiteurs de l' AcetoLactate Synthase

([3]) Inhibiteurs de la ProtoPorphyrinogène Oxidase

([4]) Inhibiteurs de la synthèse des caroténoïdes à la Phytoène DeSaturase

4. Réussir son désherbage, c'est aussi…

- **Semer sur une parcelle propre** : cette précaution évite tout repiquage précoce de mauvaises herbes.

- **Désherber avant de fertiliser :** il est en effet inutile de « nourrir » des adventices que l'on souhaite éliminer…

- **Traiter lorsque les adventices annuelles sont jeunes** : elles sont d'autant plus sensibles, ce qui permet souvent des économies par la réduction des doses.

- **Adapter le traitement en cas de fortes densités de mauvaises herbes** : utiliser la dose maximale agréée ou raisonner « en programme » en incluant un passage à l'automne et un autre en sortie d'hiver.

- **Alterner les produits de modes d'actions différents** : dans la culture comme au fil des rotations, pour éviter l'apparition de résistances.

- **Ne pas réduire exagérément les doses** au risque de devoir multiplier les interventions.

- **Prendre garde aux cultures suivantes** : certains herbicides persistent longtemps dans le sol et ne sont pas forcément sélectifs de la culture suivante. Consulter l'étiquette des produits.

- **Rester prudent lors de mélanges d'herbicides et d'autres types de produits** : les mélanges de produits sont courants, mais peuvent réserver des surprises. Les mélanges avec de l'azote liquide sont à proscrire. A cause de risque d'incompatibilité physico-chimique, il est déconseillé d'associer dans une même bouillie des émulsions (EC, EW) avec des formulations solides de type WG, WP ou SG. Enfin, il faut considérer que tout produit ajouté à une bouillie herbicide comporte le risque d'accroître la pénétration de l'herbicide dans les plantes et de provoquer de la phytotoxicité. Consulter l'étiquette des produits pour connaître les mélanges expérimentés et recommandés.

- **Etre attentif aux conditions d'applications** : certains types de produits requièrent des conditions d'applications particulières :
    - l'efficacité des produits racinaires est influencée par la teneur en eau (mobilité du produit) et en matière organique des sols : un taux d'humus élevé [3-4 %] séquestre le produit ;
    - des températures élevées (> 14-15 °C) sont nécessaires pour les hormones et les antidicotylées de contact ;
    - les sulfonylurées et les antigraminées foliaires (FOPs et DEN) demandent un temps "poussant" et un niveau d'hygrométrie suffisant (> 60-70 %). Eviter également les températures extrêmes et les périodes à brusques changements de température (gel nocturne par exemple).

Si de bonnes conditions ne sont pas rencontrées, il est conseillé de différer le traitement.

5. Quid de la résistance?

La résistance des adventices aux herbicides est un phénomène qui, malheureusement, prend de l'ampleur. Dans le monde, plus de 200 espèces d'adventices et tous les modes d'action herbicides sont concernés (source: http://www.weedscience.org). Actuellement, en Europe, environ 90 % des cas de résistances sont attribués à 4 modes d'action : les FOPs et les DIMs (1), les sulfonylurées (2), les triazines (5) et les urées (5). Cela concerne majoritairement les graminées adventices. En Belgique, le vulpin est la mauvaise herbe susceptible de poser le plus de problèmes aux céréaliers. Dans les paragraphes qui suivent, il ne sera question que des graminées résistantes et plus particulièrement du vulpin.

A. En quoi consiste la résistance?

La résistance est définie comme la capacité naturelle et héritable qu'ont certains individus issus d'une population déterminée de survivre à un traitement herbicide létal pour les autres individus de la population. La résistance est une caractéristique génétique que certains individus possèdent naturellement. Les traitements herbicides ne "créent" donc pas la résistance, mais ils la révèlent en sélectionnant, parmi une population donnée, les individus qui leur survivent, ces derniers trouvant alors un avantage certain pour assurer leur multiplication. Il existe quelque part dans le monde au moins une plante résistante à chaque herbicide, ancien ou à venir ! De la même façon, certaines variétés de froment sont tolérantes au *chlortoluron* alors que d'autres ne le sont pas.

Les mécanismes de résistance correspondent à la méthode par laquelle une plante résistante inhibe l'effet de l'herbicide. Il en existe trois principaux :

- la résistance par mutation de cible : l'herbicide ne reconnaît plus sa cible car celle-ci a changé de structure. Cela se traduit généralement par une résistance totale et la possibilité élevée de résistance croisée envers d'autres herbicides du même mode d'action. Pour le vulpin, ce type de mécanisme affecte les FOPs, les DIMs et le DEN (mode d'action 1) et les sulfonylurées (mode d'action 2) ;
- la résistance métabolique : une plante résistante dégrade l'herbicide plus vite qu'une plante sensible. Cela se traduit par une résistance partielle (à des degrés divers), en fonction de la dégradation plus ou moins rapide de l'herbicide par la plante. Ce type de mécanisme peut concerner plusieurs modes d'action car c'est la structure de la molécule herbicide qui est en cause. Pour le vulpin, cela concerne les urées substituées (mode d'action 5), les FOPs, les DIMs et le DEN (mode d'action 1) et les sulfonylurées (mode d'action 2) ;
- la résistance par séquestration : l'herbicide est transféré d'une partie sensible de la plante vers une partie plus tolérante. C'est le mécanisme le moins répandu.

La résistance croisée est définie comme la résistance à un herbicide, induite par la pression sélective exercée par un autre produit (généralement de même mode d'action). Lorsque plusieurs mécanismes de résistance sont rencontrés dans la même plante, il s'agit alors de résistance multiple.

Contrairement aux champignons pathogènes, les mauvaises herbes ont un cycle de vie très long et se déplacent plus lentement. Cela explique que la résistance évolue plus lentement et qu'elle reste géographiquement plus confinée.

Un désherbage raté ne signifie pas forcément qu'il y ait résistance…

Vers la fin du mois de juin, des épis de graminées (vulpin, jouet du vent, chiendent) dépassant les froments peuvent apparaître dans les champs. Avant de parler de résistance, il importe d'éliminer d'autres hypothèses. Certains mélanges peuvent être antagonistes (modes d'action des herbicides, incompatibilité physico-chimique des formulations, absence de mouillant, ...). De même, les conditions climatiques influencent l'activité de certains produits. Après avoir écarté ces éventualités, la question de la résistance peut enfin être posée. Dans tous les cas, seul un test en conditions contrôlées déterminera de façon formelle le caractère résistant ou non d'une population de graminées.

B. Prévenir l'apparition de résistances

Le mot d'ordre pour prévenir l'apparition de la résistance est **diversité**. Il est en effet important de faire varier tout ce qui peut l'être afin d'éviter de sélectionner des adventices capables de résister dans un système de culture trop répétitif.

Quelques conseils :

- dans la mesure du possible, proscrire la monoculture et promouvoir l'introduction d'une culture de printemps dans la rotation permettant de "casser" le cycle de multiplication des adventices des céréales d'hiver ;
- ne pas négliger certaines pratiques culturales : décalage de la date de semis, labour, intervention à l'interculture, faux semis ou déchaumages ;
- alterner les modes d'action herbicides dans la culture et dans la rotation. En céréales, il existe 11 modes d'action pour lutter contre les dicotylées et 4 pour lutter contre les graminées (A, B, C2 et K3 [flufenacet]) ;
- limiter l'application d'un mode d'action donné à un passage par an, même si ce mode d'action vise à la fois les dicotylées et les graminées ;
- ne pas mélanger deux produits de modes d'action différents et préférer les appliquer en séquence (applications séparées dans le temps) ;
- éviter les doses trop faibles.

C. Gérer la résistance

Si malgré toutes les précautions prises, des adventices résistantes (le vulpin essentiellement) apparaissent, il importe de suivre les mesures qui suivent :

- adopter sans plus tarder les conseils décrits au point B ci-dessus ;
- privilégier les programmes de traitement. La pulvérisation d'un produit racinaire à l'automne permet de présensibiliser le vulpin avant l'application d'un produit foliaire efficace au printemps ;
- appliquer la dose maximale agréée, dans tous les cas ;
- ne pas pulvériser des produits de modes d'action différents en même temps mais séparer leur application.