

3. Lutte contre les mauvaises herbes

F. Henriet¹

1	La saison 2006 et ses particularités.....	2
1.1	Automne 2005	2
1.2	Printemps 2006.....	2
1.3	Automne 2006	2
2	Expérimentations, résultats et perspectives.....	3
2.1	Froment d'hiver.....	3
2.1.1	<i>Lutte contre les graminées.....</i>	3
2.1.2	<i>Lutte contre les dicotylées</i>	7
2.2	Nouveaux produits.....	9
2.2.1	<i>Le CELTIC.....</i>	9
2.2.2	<i>FINY et ISOMEXX.....</i>	9
3	Recommandations pratiques.....	10
3.1	Les grands principes	10
3.1.1	<i>En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver.....</i>	10
3.1.2	<i>En froment, éviter les interventions avant l'hiver.....</i>	10
3.1.3	<i>Connaître la flore adventice de chaque parcelle</i>	11
3.1.4	<i>Exploiter l'apport des techniques culturales</i>	11
3.2	Traitements automnaux	12
3.2.1	<i>En escourgeon et en orge d'hiver</i>	12
3.2.2	<i>En froment d'hiver</i>	14
3.3	Traitements printaniers.....	15
3.3.1	<i>Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver.....</i>	16
3.3.2	<i>Lutte contre les graminées en froment</i>	16
3.3.3	<i>Lutte contre les dicotylées</i>	18
3.4	Réussir son désherbage, c'est aussi.....	20
3.5	Quid de la résistance?	20
3.5.1	<i>En quoi consiste la résistance?</i>	21
3.5.2	<i>Prévenir l'apparition de résistances.....</i>	22
3.5.3	<i>Gérer la résistance</i>	22

¹ CRA-W. – Département Phytopharmacie

1 La saison 2006 et ses particularités

F. Henriët

1.1 Automne 2005

Durant l'automne 2005, le désherbage des céréales (escourgeons et quelques froments semés précocement) a été interrompu par le froid de la mi-novembre. Le déficit en eau et les températures élevées observés précédemment ont, pour l'un, pénalisé l'action des produits racinaires et, pour l'autre, favorisé le développement des mauvaises herbes. Bien que les traitements aient été appliqués dans de très bonnes conditions (température et hygrométrie), les désherbages automnaux ont été handicapés par la conjugaison de ces deux facteurs.

1.2 Printemps 2006

Les précipitations des mois de février et mars 2006 ont retardé les désherbages de sortie d'hiver. Les traitements à base de produits racinaires (ou à composante racinaire), moins actifs sur des adventices développées, ont donc souvent été imparfaits. Par contre, les produits à mode de pénétration foliaire, pouvant être appliqués sur des adventices plus développées, se sont révélés très efficaces.

1.3 Automne 2006

Cet automne, les températures exceptionnellement douces et les précipitations inférieures (septembre) ou équivalentes (octobre, novembre) à la normale ont permis de désherber les escourgeons et certains froments semés précocement dans des conditions plus que correctes. Le déficit en eau observé en septembre pourrait cependant avoir eu une influence sur l'activité des herbicides racinaires. Il faudra donc vérifier l'efficacité de ce type de traitement en sortie d'hiver.

La douceur des températures observées pendant l'automne et actuellement ne présente pas que des avantages. Au même titre que les cultures, les adventices n'ont jamais été réellement "bloquées" et il est fort probable qu'elles soient plus développées que d'habitude en sortie d'hiver. Ainsi, des vulpins atteignant déjà le stade tallage (BBCH 21-25) sont-ils observés dans des froments semés à la mi-octobre. **Il conviendra donc d'adapter les traitements herbicides en tenant compte du stade de développement des adventices.**

2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët, F. Anseau²

2.1 Froment d'hiver

2.1.1 Lutte contre les graminées

2.1.1.1 Comparaison de produits

Deux essais mis en œuvre pendant le printemps 2006 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées de postémergence. Le premier était installé à Nieuwerkerken (Limbourg) dans une parcelle infestée par le jouet du vent (29 pl./m² lors du traitement). Le second, situé à Gembloux, était occupé par du vulpin (5 pl./m² lors du traitement).

Les traitements (Figure 3.1) ont été effectués au stade plein tallage (BBCH 25) de la culture et au stade début à plein tallage des deux graminées (BBCH 21-25). Les herbicides foliaires (ATLANTIS WG, COSSACK, TOPIK et PUMA S EW) ont été pulvérisés en mélange avec 1 L/ha d'huile de colza estérifiée (ACTIROB B).

Une évaluation visuelle de l'efficacité globale a été réalisée à la mi-mai, soit 28 et 18 jours après les applications à Nieuwerkerken et à Gembloux, respectivement. Les épis des deux graminées ont été comptés en juillet.

Résultats

Le comptage des épis de jouets du vent montre que 6 des 11 traitements ont permis d'obtenir un contrôle complet (Figure 3.1), le PUMA S EW (97%) étant légèrement en retrait, de même que le LEXUS XPE (93%). L'ATTRIBUT et le LEXUS SOLO présentaient des efficacités insuffisantes, c'est-à-dire inférieures à 90%. Concernant le vulpin, le contrôle parfait était atteint avec 4 traitements. Des efficacités acceptables étaient obtenues avec le JAVELIN (95%) et l'IP (92%) alors le PUMA S EW, l'ATTRIBUT, le LEXUS XPE et le LEXUS SOLO étaient insatisfaisants (< 90%).

Pour chaque produit et sur chacune des deux graminées, la Figure 3.1 présente également, en plus des pourcentages d'efficacité calculés sur base des comptages d'épis en juillet, l'évaluation visuelle de la mi-mai. Des différences plus ou moins importantes selon les produits se marquent entre les deux types d'observations. Celles-ci étaient légères sur jouet du vent pour les produits ATLANTIS, COSSAK, TOPIK, PUMA S EW et LEXUS XPE et plus importantes pour le JAVELIN et l'IP. En effet, à la mi-mai, ces deux derniers produits n'avaient pas encore exprimé toute leur efficacité sur cette graminée. Quant à l'ATTRIBUT et au LEXUS SOLO, après s'être montrés prometteurs en mai, ils ont permis au jouet du vent de reprendre par la suite.

² CRA-W. – Département Phytopharmacie

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Sur vulpin, la différence entre les deux types d'appréciation (cotation visuelle en mai et nombre d'épis en juillet) était plus grande que sur jouet du vent. Il ne s'agit pas d'une différence de comportement des produits en fonction de la graminée, mais plutôt d'un effet du délai entre les traitements et l'évaluation de l'efficacité dans l'un et l'autre essais (respectivement 28 et 18 jours), qui a fait apparaître des différences de rapidité d'action entre les produits. Ainsi, par exemple, le TOPIK agit-il plus rapidement que les sulfonylurées contenues dans l'ATLANTIS WG ou le COSSACK, les trois produits amenant à la même efficacité finale.

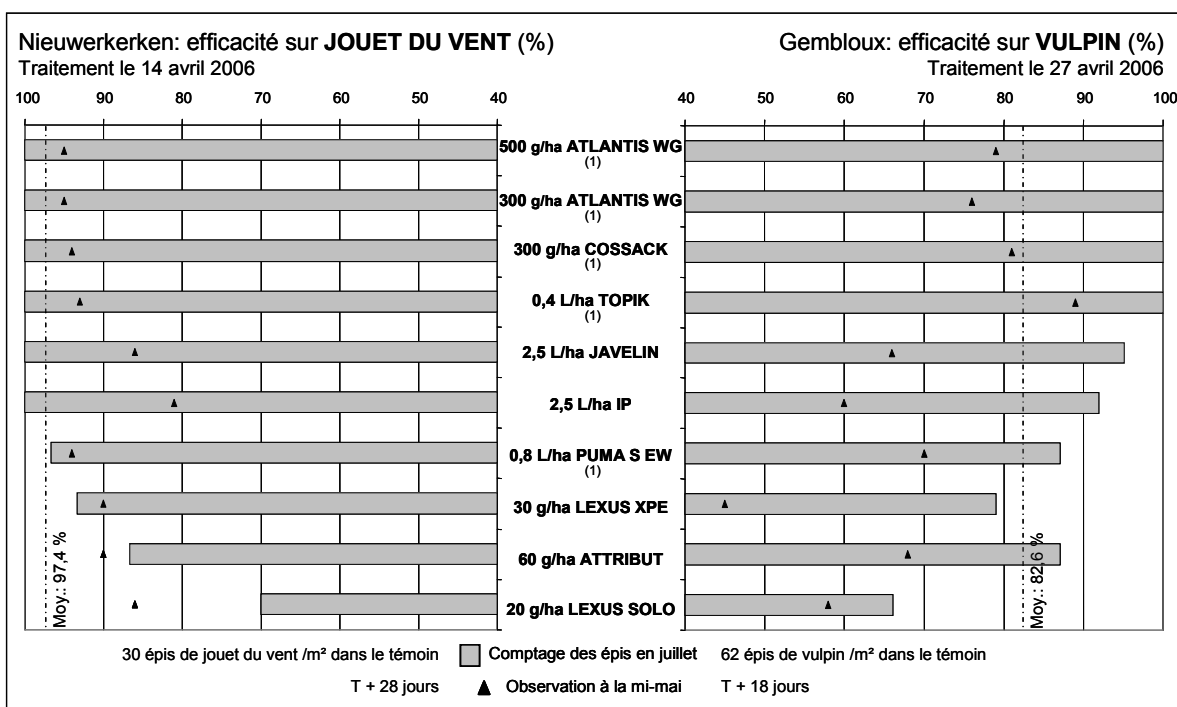


Figure 3.1: Efficacité sur jouet du vent et vulpin des antigaminées de post-émergence. Pulvérisation réalisée au stade tallage (BBCH 25) de la culture. (1) en mélange avec 1 L/ha d'ACTIROB B

Conclusions

- Le jouet du vent a été mieux maîtrisé que le vulpin: respectivement 97 et 83% d'efficacité moyenne.
- Hormis le PUMA S EW, les produits les moins efficaces, surtout sur vulpin, étaient ceux à forte composante racinaire. Sans doute l'application était trop tardive pour que de pareils produits puissent contrôler des graminées atteignant le stade tallage (BBCH 21-25) le jour du traitement. **Il est donc très important de choisir son herbicide en fonction du stade atteint par les graminées adventices au moment de la pulvérisation** (plus de détails au Point 3.3.2).
- Hormis le PUMA S EW, les produits foliaires procuraient des résultats parfaits aussi bien sur jouet du vent que sur vulpin, les conditions d'application étant optimales pour ce type de produits.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

- Comparée à celle du TOPIK, l'efficacité du PUMA S EW fut décevante. Des tests préliminaires effectués sur une cinquantaine d'échantillons de semences de vulpins montrent d'ailleurs une érosion de son efficacité. Le TOPIK n'a pas été testé.
- N'étant pas en situation de résistance ou d'infestation trop importante dans ces essais, une pulvérisation de 500 g/ha d'ATLANTIS WG s'est avérée superflue et 300 g/ha suffisaient amplement.

2.1.1.2 *Positionnement du traitement*

Deux essais ont été mis en œuvre durant l'automne 2005 et le printemps 2006 avec pour objectif de déterminer le meilleur moment pour lutter contre les graminées. Les applications ont été effectuées à trois stades de la culture: la préémergence (BBCH 00), le stade début tallage (BBCH 21) et le stade fin tallage (BBCH 29). Le premier essai, installé à Modave, visait le jouet du vent (2 pl./m² à la 3^{ème} date de pulvérisation). Le second, situé à Gembloux, avait le vulpin pour cible (5 pl./m² à la 3^{ème} date de pulvérisation).

Le détail des traitements effectués est repris dans la Figure 3.2. Les herbicides foliaires (ATLANTIS WG et TOPIK) ont été pulvérisés en mélange avec 1 L/ha d'huile de colza stérifiée (ACTIROB B). Les épis des deux graminées ont été comptés en juillet.

Résultats

En tant que référence, l'*isoproturon* ou "IP" a été appliqué à chacune des trois dates d'application (Figure 3.2). La deuxième application (début tallage, BBCH 21) a permis d'obtenir les meilleurs résultats avec ce produit, aussi bien sur jouet du vent (100% d'efficacité) que sur vulpin (98%). Par contre, il était nettement insuffisant en préémergence et légèrement moins efficace à la fin tallage qu'au début du tallage.

En préémergence, l'ajout à l'*isoproturon* d'une autre substance active non spécifique des graminées (le *diflufenican* dans le JAVELIN et la *trifluraline* dans le TREFLAN) a permis d'améliorer de façon importante l'efficacité des traitements, tant sur jouet du vent que sur vulpin. Excepté le JAVELIN sur jouet du vent (100 %), cette amélioration de l'efficacité restait toutefois insuffisante (Figure 3.2).

Lors de la deuxième application, tous les traitements se sont révélés parfaitement efficaces sur jouet du vent, malgré le stade d'application anormalement tardif pour ces produits. Contre le vulpin, en revanche, aucun des produits testés n'a présenté d'efficacité supérieure à celle de l'IP. Sans être parfait, le résultat restait acceptable, compte tenu de l'époque inhabituellement tardive de l'intervention.

Au stade fin tallage (troisième application), le JAVELIN et l'ATLANTIS WG étaient parfaits sur jouet du vent. Le LEXUS XPE était légèrement en retrait par rapport à l'IP (97%) et le TOPIK (0,3 L/ha) était insatisfaisant. Vis-à-vis du vulpin, tous les traitements étaient supérieurs ou équivalents à l'IP (92%), l'ATLANTIS WG, le TOPIK et le LEXUS XPE présentant 100% d'efficacité.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

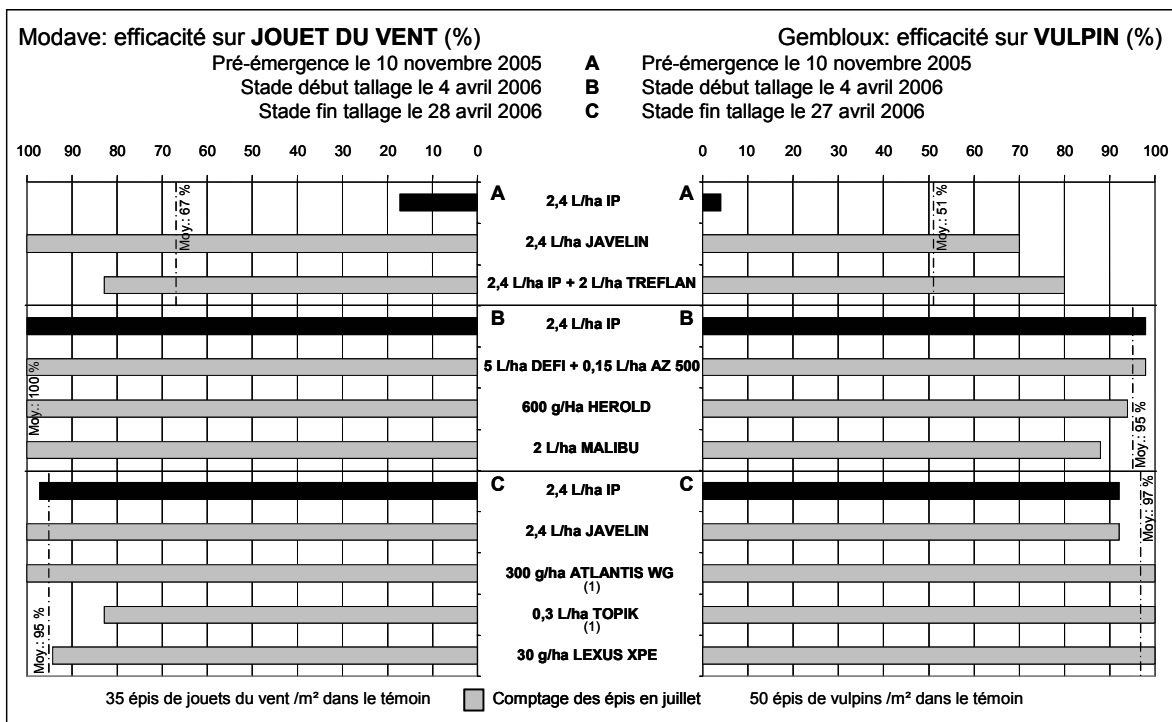


Figure 3.2: Efficacité sur jouet du vent et vulpin de traitements réalisés à trois moments différents. (1) en mélange avec 1 L/ha d'ACTIROB B

Conclusions

- Le jouet du vent a été mieux maîtrisé que le vulpin: respectivement 90 et 85% d'efficacité moyenne.
- Lutter contre les graminées, et particulièrement contre le vulpin, par une seule application en préémergence n'était pas suffisant. Une telle pratique imposerait, dans la majorité des cas, un rattrapage au printemps.
- Bien que leur application ait été anormalement tardive à cause du mauvais temps du mois de mars, les traitements réalisés lors de la deuxième application ont procuré de très bons résultats, en particulier vis-à-vis du jouet du vent (100% d'efficacité pour tous les traitements).
- Il est assez difficile de déterminer le positionnement idéal sur base de ces essais car les deux applications de postémergence n'ont pas été effectuées au moment où elles auraient dû l'être. L'IP donnait cependant les meilleurs résultats lorsqu'il était pulvérisé à la deuxième date, ce qui correspond à son moment d'application optimal. Peut-être les autres traitements réalisés à cette date auraient-ils été plus efficaces sur vulpin s'ils avaient pu être exécutés plus tôt.
- Encore une fois, les herbicides foliaires (ATLANTIS WG et TOPIK) pulvérisés lors de la troisième date se sont très bien comportés contre le vulpin. Les résultats obtenus avec le LEXUS XPE étaient même étonnamment bons. Le TOPIK, quant à lui, confirme sa faiblesse sur jouet du vent (0,3 L/ha contre 0,4 L/ha dans les essais "comparaison de produits").

3. Lutte contre les mauvaises herbes

2.1.2 Lutte contre les dicotylées

Deux essais de lutte contre les dicotylées ont été mis en place pendant le printemps 2006, à Leuze (Eghezée) et à Daussois. L'objectif était de comparer l'efficacité de divers traitements antidicotylées, chacun incluant au moins un herbicide de type hormone comme base: *fluroxypyr*, *dichlorprop-p* et *mecoprop-p*. Ces traitements ont été comparés au LEXUS XPE, au CAPTURE et au MILAN (Tableau 3.1).

Tous les traitements ont été effectués au stade plein tallage (BBCH 25-29) de la culture, les 6 et 7 avril pour les essais de Daussois et de Leuze, respectivement. Au moment de la pulvérisation, à Leuze, la flore adventice était composée de lamier pourpre (47 pl./m²), de lamier amplexicaule (13 pl./m²), de véronique persicaire (9 pl./m²), de véronique à feuilles de lierre (8 pl./m²) et de matricaire camomille (2 pl./m²). A Daussois, elle était composée de mouron des oiseaux (15 pl./m²), de véronique à feuilles de lierre (6 pl./m²) et de lamier pourpre (6 pl./m²). La dernière observation a été réalisée le 22 mai, soit plus de 6 semaines après les traitements.

Tableau 3.1: Lutte contre les dicotylées, compositions et quantités appliquées des traitements étudiés dans les essais de Leuze et Daussois.

Trt	Produit	Dose		Form.	Qté substances actives (g/ha)
1	LEXUS XPE	30	g/ha	WG	10 <i>flupyr-sulfuron</i> + 5 <i>metsulfuron</i>
2	CAPTURE	1	L/ha	SC	300 <i>bromoxynil</i> + 200 <i>ioxynil</i> + 50 <i>diflufenican</i>
3	STARANE	1	L/ha	EC	180 <i>fluroxypyr</i>
4	STARANE KOMBI	2	L/ha	EC	240 <i>ioxynil</i> + 200 <i>fluroxypyr</i> + 60 <i>clopyralide</i>
5	BASAGRAN DP-P	3	L/ha	SL	1000 <i>bentazone</i> + 700 <i>dichlorprop-p</i>
6	BINGO	0,25	L/ha	EC	50 <i>cinidon-ethyl</i>
	DUPLOSAN KV-P	1	L/ha	SL	600 <i>mecoprop-p</i>
7	DIFLANIL	0,125	L/ha	SC	63 <i>diflufenican</i>
	DUPLOSAN KV-P	1	L/ha	SL	600 <i>mecoprop-p</i>
8	PLATFORM S	1	kg/ha	SG	600 <i>mecoprop-p</i> + 15 <i>carfentrazone</i>
9	VERIGAL D	2	L/ha	SC	500 <i>bifenox</i> + 616 <i>mecoprop-p</i>
10	MILAN	1	L/ha	SC	500 <i>bifenox</i> + 9 <i>pyraflufen</i>

Résultats

Les résultats obtenus avec le STARANE sont classiques pour un produit ne contenant qu'une hormone (le *fluroxypyr*): bonne efficacité sur mouron des oiseaux, moins bonne efficacité sur véroniques et lamiers et inefficacité sur camomille (Figure 3.3).

Les autres traitements, associant une hormone et une ou plusieurs molécules destinées à élargir le spectre, ont eu une meilleure efficacité envers les dicotylées plus difficiles à combattre. Le STARANE KOMBI, composé du *fluroxypyr*, du *clopyralide* (hormone efficace sur la camomille) et de l'*ioxynil*, a contrôlé les 4 adventices présentes dans nos essais (Figure 3.3). L'association de *bentazon*, efficace sur camomille, et de *dichlorprop-p* rencontrée dans le BASAGRAN DP-P, a révélé un spectre plus large que celui du STARANE en maîtrisant la camomille et en augmentant légèrement l'efficacité sur lamiers et nettement sur véroniques.

La combinaison d'une hormone avec un herbicide PPOI (*cinidon-ethyl*, *carfentrazone*, *bifenox* et *pyraflufen*) ou du *diflufenican* (Tableau 3.1) a généralement permis un bon contrôle

3. Lutte contre les mauvaises herbes

des lamiers et véroniques mais a clairement réduit l'efficacité sur mouron des oiseaux (Figure 3.3), le contrôle de la camomille étant insatisfaisant. Ces considérations étaient également valables pour le MILAN qui contient deux herbicides PPOI et pas d'hormones.

Le LEXUS XPE présentait un spectre (presque) complet comparable à celui du STARANE KOMBI. Le CAPTURE était parfait sur lamiers et véroniques mais incomplet sur mouron des oiseaux et camomille (Figure 3.3).

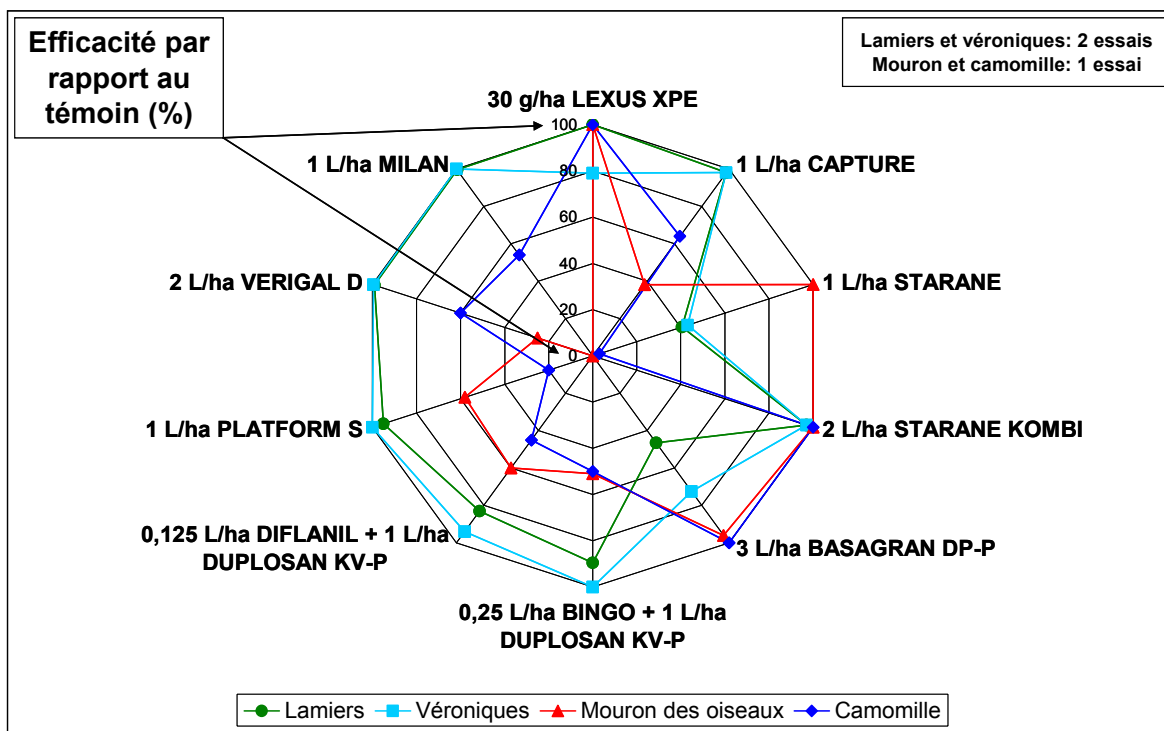


Figure 3.3: Efficacités sur dicotylées observées 6 semaines après les traitements. Le terme "lamiers" désigne les lamiers pourpres et les lamiers amplexicaules. De même, le terme "véroniques" regroupe les véroniques à feuilles de lierre et les véroniques persicaires.

Conclusions

- Seuls le STARANE KOMBI et le LEXUS XPE peuvent présenter un spectre complet à l'encontre des 4 adventices identifiées dans ces essais.
- La camomille n'était contrôlée ni par les hormones classiques, ni par le *diflufenican* ou les PPOIs. Pour lutter contre celle-ci, les traitements devaient contenir une sulfonylurée, de la *bentazone*, du *clopyralide* (la seule hormone détruisant les mauvaises herbes de la famille des *Asteraceae*) ou de l'*ioxynil*.
- Le mélange d'une hormone avec, soit du *diflufenican*, soit un herbicide de type PPOI entrave l'efficacité de l'hormone. Ainsi, les mourons, très facilement contrôlés par les hormones, ne l'étaient-ils plus que moyennement en mélange ou en association. Par contre, les adventices généralement contrôlées par le *diflufenican* ou les PPOIs (lamiers et véroniques) le sont restées dans les mélanges ou les associations. Ces résultats paradoxaux proviennent des modes d'action de ces deux types d'herbicides. Les hormones sont des herbicides systémiques perturbant le développement de la plante. Les PPOIs sont des herbicides de contact inhibant une enzyme (la

3. Lutte contre les mauvaises herbes

protoporphyrinogène). Le *bifenox*, le *pyraflufen*, le *cinidon-ethyl* et la *carfentrazone* en font partie. Les PPOIs, par leur action de contact, "brûlent" l'adventice, ce qui contrarie la circulation des hormones dans la plante et les empêche d'atteindre leur site d'action. L'efficacité des hormones s'en trouve amoindrie. **Il importe donc de bien sélectionner ses antidiicotylées en fonction de la flore présente dans la parcelle.**

2.2 Nouveaux produits

2.2.1 Le CELTIC

Le CELTIC, développé par BASF, est une suspension concentrée (SC) titrant 320 g/L de *pendimethaline* et 16 g/L de *picolinafen*. La *pendimethaline*, substance active contenue dans le STOMP 400 SC et le MALIBU (avec le *flufenacet*), est une dinitroaniline inhibant la division cellulaire, ce qui perturbe la croissance des adventices en germination. Le *picolinafen*, déjà rencontré dans le GALIVOR (avec l'*isoproturon*) est un petit frère du *diflufenican*. Comme celui-ci, il inhibe la synthèse des pigments (caroténoïdes) nécessaires à la photosynthèse. Au contraire du *diflufenican*, il présente un mode de pénétration principalement foliaire ainsi qu'une demi-vie dans le sol beaucoup plus courte, ce qui lui confère donc très peu de persistance d'action.

Le CELTIC contrôle essentiellement les dicotylées annuelles telles que le mouron des oiseaux, les véroniques, les violettes, les lamiers et dans une moindre mesure, le gaillet. Il est par contre inefficace sur camomille. Il est également capable de corriger les défauts d'efficacité sur vulpin de certains antigraminées. Il est important de l'appliquer sur des adventices de petite taille.

Le CELTIC est sélectif des céréales d'hiver: épeautre, escourgeon, froment, seigle et triticales. Il pourra être utilisé à l'automne, sur des céréales ayant atteint le stade 2 feuilles (BBCH 12) et au printemps, jusqu'au stade plein tallage (BBCH 25). Une seule application par saison culturale peut être effectuée, à une dose maximale de 2,5 L/ha.

2.2.2 FINY et ISOMEXX

Le FINY (WG, 20% *metsulfuron*), commercialisé par Agrichem et l'ISOMEXX (WG, 20% *metsulfuron*), commercialisé par Nufarm, ont été agréés récemment. Ces produits sont similaires à l'ALLIE (SG, 20% *metsulfuron*) déjà bien connu.

3 Recommandations pratiques

F. Henriët

3.1 Les grands principes

3.1.1 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 facilement et économiquement éliminées en automne. En effet, au printemps, les mauvaises herbes ayant passé l'hiver sont trop développées et la culture, en général dense et vigoureuse, perturbe la lutte. Des rattrapages printaniers sont néanmoins possibles.

3.1.2 En froment, éviter les interventions avant l'hiver

Généralement semés plus tard que les escourgeons, les froments sont encore relativement peu développés au printemps. Si un désherbage est nécessaire en sortie d'hiver, les traitements automnaux ne se justifient que rarement. Dans la majorité des cas, il convient donc d'éviter les traitements automnaux, financièrement et environnementalement inutiles. Les principales raisons sont les suivantes:

- 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 apparemment 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 (isoproturon par exemple) 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 qui coïncident avec le retour des beaux jours.

Le désherbage du froment AVANT l'hiver est justifié lorsque le développement des adventices est précoce et excessif. Dans ce cas, il peut, dès l'automne, exercer une concurrence néfaste pour la céréale. 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;
- en présence d'adventices résistantes à certains herbicides (Voir point 3.5).

3.1.3 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 de levée optimale, 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. On distingue la nuisibilité directe, c'est-à-dire la perte de rendement en fonction de l'infestation, de la nuisibilité indirecte, due aux semences produites par adventices restant dans la culture et susceptibles de poser des problèmes par la suite.

3.1.4 Exploiter l'apport des techniques culturales

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

3.1.4.1 *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 varier les produits et les modes d'action des herbicides utilisés.

3.1.4.2 *Le régime de travail du sol*

En collaboration avec C. Roisin, CRA-W, Département Production Végétale

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 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.

3.1.4.3 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, 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 (sulfonilurées en colza).

3.2 Traitements automnaux

3.2.1 En escourgeon et en orge d'hiver

Il existe, en fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice rencontrée au sein de la parcelle, une série de possibilités recommandées pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le tableau 3.2 ci-dessous. Plus de précisions quant à la sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides, à la composition des produits ou aux possibilités agréées, se trouvent dans les pages jaunes de ce Livre Blanc.

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 contenues en présence. Adapté à la parcelle, ce type de traitement donne souvent pleine satisfaction.

Les urées substituées (*chlortoluron* et *isoproturon*) sont des herbicides racinaires dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité et le type de sol (teneur en matières organiques notamment). Ils sont très sélectifs de l'escourgeon et particulièrement efficaces sur les graminées annuelles dont le vulpin et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille.

Même si des pertes d'efficacité sur vulpin sont de temps en temps constatées, le *prosulfocarbe* reste efficace sur un grand nombre de graminées et dicotylées annuelles dont les VVL (violettes, véroniques, lamiers). Il est très valable contre le gaillet gratteron mais inefficace sur camomille.

Les dinitroanilines (*trifluraline* ou *pendimethaline*), *isoxaben* ou les pyridinecarboxamides (*picolinafen* ou *diflufenican*) complètent idéalement les urées substituées et le *prosulfocarbe* en élargissant le spectre anticotylées aux VVL (mais pas au gaillet gratteron) et en renforçant l'activité de ceux-ci sur les graminées. Ces herbicides doivent être appliqués quand les adventices sont encore relativement peu développées (maximum 2 feuilles, BBCH 12). Le *diflufenican* est peu efficace sur camomille. L'association du *diflufenican* avec la *flurtamone* pour former le BACARA élargit le spectre sur les renouées mais surtout sur le jouet du vent.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.2: Traitements automnaux recommandés en culture d'**escourgeon**. Les substances actives sont renseignées en *italique* et les spécialités commerciales en MAJUSCULES. Les spécialités commerciales ne sont pas indiquées lorsqu'il en existe plusieurs.

Développement de la culture:	PréémERG. BBCH 00	1 feuille BBCH 11	2 feuilles BBCH 12	3 feuilles BBCH 13	Tallage BBCH 21
Cibles: graminées et dicotylées classiques					
<i>Chlortoluron</i>	3 - 3.25 L/ha				3 L/ha
<i>Prosulfocarbe</i>		4 - 5 L/ha			
<i>Isoproturon</i>					2 - 3 L/ha
<i>Isoproturon</i> + <i>fenoxaprop</i> (= DJINN)					2 L/ha
Cibles: dicotylées					
<i>Isoxaben</i> (AZ 500)		0.15 L/ha			
<i>Diflufenican</i>		0.375 L/ha			
<i>Pendimethaline</i> + <i>picolinafén</i> (= CELTIC)				2.5 L/ha	
Cibles: graminées et dicotylées					
<i>Chlortoluron</i> et AZ 500	3 et 0.15 L/ha				
<i>Chlorothluron</i> et <i>trifluraline</i> (TREFLAN) et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 1.5 - 2 L/ha 2 et 2 L/ha				
<i>Prosulfocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>Flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD) <i>Flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			600 g/ha 3 L/ha		
<i>Isoproturon</i> + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) et AZ 500 et BACARA (surtout si risque de jouet du vent) et CELTIC					2 - 3 L/ha 2-3 et 0.15 L/ha 2 et 1 L/ha 2 et 2.5 L/ha
Cibles: jouets du vent et dicotylées					
<i>Flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		1 L/ha			
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

Le *flufenacet*, actif contre les graminées et quelques dicotylées doit être appliqué après la levée de la culture (sélectivité!) mais avant que les adventices ne soient trop développées (efficacité!). Pour obtenir un spectre complet, il est associé au *diflufenican* dans le HEROLD ou à la *pendimethaline* dans le MALIBU. Ces produits, permettant de lutter contre des adventices de petite taille ou non encore germées, doivent être appliqués sur une culture de froment dont les racines sont suffisamment profondes et hors d'atteinte. Les camomilles et les gaillets peuvent échapper à ce traitement.

Le DJINN, associant l'*isoproturon* au *fenoxaprop*, a été spécialement développé pour la culture d'escourgeon. Ce produit est en effet le seul à contenir un antigraminées foliaire (le *fenoxaprop*). Il étoffe un arsenal relativement pauvre (pas de sulfonilurées antigraminées en escourgeon!) et permet de lutter contre des graminées assez développées (BBCH 25-30).

3. Lutte contre les mauvaises herbes

3.2.2 En froment d'hiver

Un traitement automnal est presque toujours suivi par un rattrapage au printemps. Il est rarement conseillé mais peut l'être si l'une des 4 situations évoquées au point 3.1.2 est rencontrée. Le cas échéant, le désherbage est raisonné en programme.

Il existe, en fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice en présence, une série de possibilités pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le Tableau 3.3. Plus de précisions quant à la sensibilité des mauvaises herbes aux herbicides, à la composition des produits, aux différents produits agréés ou à la sensibilité des variétés de froment au *chlortoluron*, se trouvent dans les pages jaunes de ce Livre Blanc.

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

Tableau 3.3: Traitements automnaux recommandés en **froment d'hiver**. Les substances actives sont renseignées en *italique* et les spécialités commerciales en MAJUSCULES. Les spécialités commerciales ne sont pas indiquées lorsqu'il en existe plusieurs.

Développement de la culture:	Préémerg. BBCH 00	1 feuille BBCH 11	2 feuilles BBCH 12	3 feuilles BBCH 13	Tallage BBCH 21
Cibles: graminées et dicotylées classiques					
<i>Chlortoluron</i> (°)	3 - 3.25 L/ha				
<i>Isoproturon</i>	2,5 L/ha				2.5 L/ha
<i>Prosulfocarbe</i>		4 - 5 L/ha			
Cibles: dicotylées					
<i>Isoxaben</i> (AZ 500)		0,15 L/ha			
<i>Diflufenican</i>		0.375 L/ha			
Cibles: graminées et dicotylées					
<i>Chlortoluron</i> et AZ 500	3 et 0.15 L/ha				
<i>Isoproturon</i> et AZ 500	2.5 et 0.15 L/ha				
+ <i>diflufenican</i> (= JAVELIN)	2.5 L/ha				
et BACARA	2 et 1 L/ha				
et <i>trifluraline</i> (TREFLAN)	2 et 2 L/ha				
<i>Prosulfocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>Flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD)			600 g/ha		
<i>Flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			3 L/ha		
Cibles: jouets du vent et dicotylées					
<i>Flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		1 L/ha			
(°) chlortoluron : attention à la sensibilité variétale					
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Les urées substituées (*chlortoluron* et *isoproturon*) sont des herbicides racinaires dont le comportement est fortement influencé par la pluviosité et le type de sol (teneur en matières organiques notamment). Leur persistance d'action est faible car ils disparaissent rapidement pendant la période hivernale. Ils sont très sélectifs du froment (excepté aux stades 1 à 3 feuilles, BBCH 11-13) et particulièrement efficaces sur les graminées annuelles, dont le vulpin, et les dicotylées classiques comme le mouron des oiseaux et la camomille. Même si des pertes d'efficacité sont de temps en temps constatées, le *prosulfocarbe* est efficace sur un grand nombre de graminées et dicotylées annuelles dont les lamiers et les véroniques. De plus, il reste très valable contre le gaillet gratteron.

L'*isoxaben* agit sur l'ensemble des dicotylées, y compris les moins sensibles aux urées dont les VVL (violettes, véroniques, lamiers). Il reste par contre inefficace sur le gaillet. Le *diflufenican* présente un spectre semblable à l'*isoxaben*, à l'exclusion de la camomille sur laquelle il est peu efficace. Son association avec la *flurtamone* pour former le BACARA élargit le spectre sur les renouées et surtout sur le jouet du vent. La *trifluraline* est efficace contre les dicotylées classiques et les VVL. Tous ces herbicides doivent être appliqués quand les adventices sont encore relativement peu développées (maximum 2 feuilles, BBCH 12). De par leur spectre, ils complètent efficacement les urées substituées (sauf en ce qui concerne le gaillet) et le *prosulfocarbe*.

Le *flufenacet*, actif contre les graminées et quelques dicotylées, doit être appliqué après la levée de la culture pour des raisons de sélectivité mais avant que les adventices ne soient trop développées pour demeurer efficace. Pour obtenir un spectre plus complet, il est associé au *diflufenican* dans le HEROLD ou à la *pendimethaline* dans le MALIBU. Ces produits, permettant de lutter contre des adventices de petite taille ou même non-germées, doivent être appliqués sur une culture de froment dont les racines sont suffisamment profondes afin de n'être plus exposées au produit. Les camomilles et les gaillets peuvent échapper à ce traitement.

En conséquence de conditions climatiques rarement favorables, les traitements de postémergence au stade début tallage (BBCH 21) sont déconseillés. En effet, les traitements à base d'*isoproturon* notamment risquent de manquer de sélectivité.

3.3 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 encourageant leur développement ou en favorisant de nouvelles germinations. Le céréaliculteur devra soit vérifier l'efficacité des traitements déjà effectués à l'automne (escourgeons et froments semés précocement) et, le cas échéant de réaliser un traitement de rattrapage adapté, soit prévoir un traitement pour la majorité des froments, non pulvérisés à l'automne.

Encore une fois, la sélection du traitement doit être raisonnée en fonction de la flore adventice rencontrée dans chaque parcelle individualisée. 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 important d'effectuer un traitement combinant d'une part, efficacité sur la flore présente et persistance d'action d'autre part.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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

3.3.1 Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver

Au cas où un rattrapage contre les graminées serait nécessaire, les schémas de désherbage seront basés sur l'*isoproturon* (2 - 3 L/ha d'une SC à 500 g/L). Celui-ci peut être associé au *fenoxaprop*, un antigraminées foliaire, dans le DJINN (2.5 L/ha) ou au *diflufenican*, antidyctylées renforçant l'action de l'*isoproturon* sur graminées, dans le JAVELIN (2 - 3 L/ha). Attention: une seule application d'*isoproturon* est admise par saison culturale.

3.3.2 Lutte contre les graminées en froment

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: l'*isoproturon*, le *flupyrsulfuron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *clodinafop* et le *fenoxaprop*. Le tableau 3.4 en décrit les principales caractéristiques. Ces molécules présentent un spectre antigraminées qui leur est propre (consulter les pages jaunes de ce Livre Blanc). L'*isoproturon* et *flupyrsulfuron* présentent une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peuvent en outre être associées à une substance active antidyctylées en vue d'élargir le spectre, alors que le *mesosulfuron* est toujours associé à l'*iodosulfuron* dans les produits commerciaux disponibles.

Si la flore adventice le nécessite, il faut veiller à compléter ces traitements avec un antidyctylées approprié (Point 3.3.3).

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 de l'*isoproturon*, de la *propoxycarbazone* et du *flupyrsulfuron* est à craindre sur des vulpins plus développés.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.4: 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
<i>isoproturon</i>	C2	racinaire	21-30 21-30 21-29 25-30	00-13	Plusieurs produits JAVELIN ⁽²⁾ GALIVOR ⁽³⁾ BIFENIX N ⁽⁴⁾	2,5 L/ha 2,5 L/ha 1,8 kg/ha 3,5-4,5 L/ha
<i>propoxycarbazone</i>	B	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT	60 g/ha
<i>flupyrsulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-29	00-21	LEXUS SOLO LEXUS XPE ⁽⁵⁾ LEXUS MILLENIUM ⁽⁶⁾	20 g/ha 30 g/ha 100 g/ha
<i>mesosulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-31	00-31	ATLANTIS WG ⁽⁷⁾ COSSACK ⁽⁷⁾	300 g/ha ⁽⁸⁾ 300 g/ha
<i>clodinafop</i>	A	foliaire	21-31	11-31	TOPIK ⁽⁸⁾	0,3-0,42 L/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	21-31	11-31	PUMA S EW ⁽⁸⁾	0,6-0,8 L/ha

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

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

⁽²⁾ en association avec le *diflufenican*

⁽⁶⁾ en association avec le *thifensulfuron*

⁽³⁾ en association avec le *picolinafen*

⁽⁷⁾ en association avec l'*iodosulfuron* et un phytoprotecteur

⁽⁴⁾ en association avec le *bifenox*

⁽⁸⁾ en association avec un phytoprotecteur

⁽⁵⁾ en association avec le *metsulfuron*

⁽⁹⁾ la dose peut être portée à 500 g/ha en cas de vulpins résistants

L'*isoproturon* 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 21) et sur des mauvaises herbes peu développées. Il devra être complété ou corrigé par après en fonction des espèces adventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour l'*isoproturon* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminée spécifique (*clodinafop* ou *fenoxaprop*) ou à un herbicide principalement antidicotylées mais ayant une action complémentaire sur les graminées (*diflufenican*, *pendimethaline*,...). En présence de jouet du vent, le BACARA peut renforcer l'*isoproturon*. Pour élargir le spectre sur dicotylées, les molécules ne manquent pas, que ce soient des hormones, des sulfonyles ou bien des PPOIs.

La *propoxycarbazone*, exclusivement disponible dans l'ATTRIBUT, est efficace uniquement contre les graminées et les crucifères (capselle, sené, moutarde, tabouret des champs, repousse de colza,...). Elle est particulièrement active sur le chiendent et les bromes. Du fait de son mode de pénétration principalement racinaire, elle peut agir en pré ou 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.

Le spectre du *flupyrsulfuron* est comparable à celui de l'*isoproturon* (graminées et dicotylées classiques mais pas les VVL). Il peut contrôler des mauvaises herbes en préémergence (de par son effet racinaire) ou en postémergence (de par son effet foliaire). Il est commercialisé seul (LEXUS SOLO), en association avec le *metsulfuron* (LEXUS XPE) ou le *thifensulfuron* (LEXUS MILLENIUM). L'association avec le *metsulfuron* permet d'élargir le spectre sur les

3. Lutte contre les mauvaises herbes

VVL tandis que l'adjonction de *thifensulfuron* étend le spectre aux VVL et au gaillet. Attention, la (très!) courte rémanence du thifensulfuron limite son efficacité aux dicotylées présentes au moment de la pulvérisation. Le *flupyrsulfuron* doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 21). Son efficacité est moins dépendante du stade de développement des adventices que celle de *isoproturon*, ce qui permet une utilisation plus souple et la possibilité d'attendre des conditions (climatiques ou culturales) plus propices au traitement.

A l'heure actuelle, le *mesosulfuron* est l'antigraminées procurant l'efficacité la plus intéressante, même sur des vulpins dits résistants. Peu efficace sur les dicotylées, il est toujours associé à l'*iodosulfuron* (qui élargit le spectre aux dicotylées classiques et renforce l'efficacité sur jouet du vent) et à un phytoprotecteur pour former l'ATLANTIS WG ou le COSSACK. Plus dosé en *iodosulfuron*, le COSSACK présente une efficacité accrue sur les VVL. Ces deux produits devront toujours 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 levée (plus tard que *isoproturon* ou la *propoxycarbazone*). Il est encore plus souple d'utilisation que le *flupyrsulfuron*. En présence de VVL, l'ATLANTIS WG devra être complété ou corrigé par après.

Le *clodinafop* et le *fenoxaprop* 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 (mélange TOPIK - ALLIE, par exemple). Remarque: des vulpins résistants à ce type de substances actives (les FOPs, mode d'action A) ont été détectés chez nos voisins et des baisses d'efficacité sont régulièrement constatées.

3.3.3 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 de se référer à l'étiquette des produits ou aux pages jaunes de ce Livre Blanc 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 espèces adventices présentes (Tableau 3.5) 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

3. Lutte contre les mauvaises herbes

mélange) des substances actives efficaces sur la flore en place à d'autres assurant une persistance d'action suffisante pour prévenir de nouvelles germinations.

Tableau 3.5: Substances actives efficaces contre les dicotylées rencontrées le plus fréquemment. Elles sont tantôt disponibles seules, tantôt associées.

Adventice	Famille chimique	Mode d' action (1)	Substances actives
Gaillet	Hormones Sulfonylurées PPOIs (2)	O B E	<i>dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop amidosulfuron, florasulam, iodosulfuron carfentrazone, cinidon, pyraflufen</i>
Mouron des oiseaux	Hormones Sulfonylurées PDS (3)	O B F1	<i>dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop iodosulfuron, florasulam, metsulfuron diflufenican</i>
Camomille	Sulfonylurées Nitriles Benzothiadiazinones	B C3 C3	<i>iodosulfuron, florasulam, metsulfuron bromoxynil, ioxynil bentazon</i>
Véroniques et violettes (pensées)	PDS (3) Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs (2)	F1 C3 C3 E	<i>diflufenican bromoxynil, ioxynil bentazon bifenox, carfentrazone, pyraflufen</i>
Lamiers	PDS (3) Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs (2) Sulfonylurées	F1 C3 C3 E B	<i>diflufenican bromoxynil, ioxynil bentazon bifenox, carfentrazone, cinidon, pyraflufen metsulfuron</i>

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/>

(2) Inhibiteurs de la ProtoPorphyrinogène Oxidase

(3) Inhibiteurs de la synthèse des caroténoïdes à la Phytoène DéSaturase

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 fabricant. 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.

Prudence avec les mélanges!

*La lutte contre certaines vivaces ou contre les repousses de la culture précédente (chicorées, pommes de terre,...) impose souvent l'application tardive d'antidicotylées. Des essais préliminaires réalisés à Lonzée par l'UER Phytotechnie de la FUSAGx ont montré que ce type d'application peut engendrer des pertes de rendements assez variables selon le stade de développement de la culture et les produits utilisés: **de 160 à 800 kg/ha de pertes!** Il est donc très important de rester prudent avec les mélanges et de consulter l'étiquette des produits pour plus d'informations. D'autres essais sont prévus cette année et une synthèse sera réalisée pour le prochain Livre Blanc.*

3.4 Réussir son désherbage, c'est aussi...

- **Semer sur une parcelle propre:** cette précaution évite tout repiquage précoce de mauvaises herbes.
- **Traiter lorsque les adventices 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 agréé 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 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 des 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 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 matières organiques (trop de m.o. [3-4 %] séquestre le produit) des sols;
 - des températures élevées (> 14-15 °C) sont nécessaires pour les hormones et les antidiacylées de contact;
 - les sulfonilurées et les antigraminées foliaires (FOPs) demandent un temps poussant et un certain niveau d'hygrométrie (> 60-70 %). Eviter également les températures extrêmes et les brusques changements de température (gel nocturne par exemple).Si ces conditions ne sont pas rencontrées, il est conseillé de différer le traitement.

3.5 Quid de la résistance?

La résistance des adventices aux herbicides est un phénomène qui, malheureusement, prend de l'ampleur. Dans le monde, 183 espèces d'adventices et tous les modes d'action herbicides

3. Lutte contre les mauvaises herbes

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 (A), les sulfonyleurées (B), les triazines (C1) et les urées (C2). Cela concerne majoritairement les graminées adventices. En Belgique, le vulpin est la mauvaise herbe susceptible de poser le plus de problèmes aux céréaliculteurs. Dans les paragraphes qui suivent, il ne sera question que des graminées résistantes et plus particulièrement du vulpin.

3.5.1 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. 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! Par exemple, certaines variétés de froment sont tolérantes au *chlortoluron* alors que d'autres pas.

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

- 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. Chez le vulpin, ce type de mécanisme affecte les FOPs et les DIMs (mode d'action A);
- 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), selon que la plante dégrade plus ou moins rapidement l'herbicide. Ce type de mécanisme peut concerner plusieurs modes d'action car c'est la structure de la molécule herbicide qui est en cause. Chez le vulpin, cela concerne les urées substituées (mode d'action C2) et les sulfonyleurées (mode d'action B);
- 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 ne se déplacent que lentement. Cela explique que la résistance évolue plus lentement et qu'elle reste géographiquement 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 apparaissent çà et là dans les campagnes. Avant de mettre en cause la 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 certaine le caractère résistant ou pas d'une population de graminées. Des prélèvements de semences peuvent être effectués par le Département Phytopharmacie du CRA-W (contact: François Henriot).

3.5.2 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: 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.

3.5.3 Gérer la résistance

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

- adopter sans plus tarder les conseils décrits au point 3.5.2;
- privilégier les programmes de traitement. La pulvérisation d'un produit racinaire (*isoproturon* seul ou associé au TREFLAN, HEROLD,...) 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.