

3. Contrôle des populations de mauvaises herbes

D. Jaunard¹, A. Monty², G. Mahy², F. Henriot³, F. Anseau³, C. Roisin⁴, M. De Proft³, B. Bodson¹

1	La lutte intégrée contre les mauvaises herbes	3
1.1	Lutte intégrée : définition	3
1.2	Méthodes intégrées de contrôle des adventices	3
1.3	Premiers résultats	5
1.3.1	Travail du sol	5
1.3.2	Modification de la date de semis	6
1.3.3	Désherbage mécanique	7
1.3.4	Conclusion	9
2	La saison 2012 et ses particularités.....	9
2.1	Automne-hiver 2011-2012	9
2.2	Printemps 2012	9
2.3	Automne-hiver 2012-2013	10
3	Expérimentations, résultats et perspectives.....	10
3.1	Lutte contre les graminées en froment d'hiver	10
3.2	Flexibilité des traitements antigaminées	13
3.3	Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver	15
3.4	Nouveautés	17

¹ GX-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

² GX-ABT – Unité de Biodiversité et Paysages

³ CRA-W – Dpt Science du Vivant - Unité de Protection des Plantes et Ecotoxicologie

⁴ CRA-W – Dpt Agriculture et Milieux Naturels – Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux

4	Recommandations pratiques	18
4.1	Les grands principes	18
4.1.1	En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver	18
4.1.2	En froment, éviter les interventions avant l'hiver	18
4.1.3	Connaître la flore adventice de chaque parcelle	19
4.1.4	Exploiter l'apport des techniques culturales	20
4.2	Traitements automnaux	21
4.2.1	En escourgeon et en orge d'hiver	21
4.2.2	En froment d'hiver	22
4.3	Traitements printaniers	24
4.3.1	Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver	25
4.3.2	Lutte contre les graminées en froment	25
4.3.3	Lutte contre les dicotylées	28
4.4	Réussir son désherbage, c'est aussi	29
4.5	Quid de la résistance?	30
4.5.1	En quoi consiste la résistance?	30
4.5.2	Prévenir l'apparition de résistances	31
4.5.3	Gérer la résistance	31

1 La lutte intégrée contre les mauvaises herbes

D. Jaunard⁵, A. Monty⁶, G. Mahy⁵

1.1 Lutte intégrée : définition

La lutte intégrée contre les mauvaises herbes, également appelée gestion intégrée des mauvaises herbes (Integrated Weed Management - IWM), fait partie du concept plus large de gestion intégrée des ennemis des cultures (Integrated Pest Management-IPM).

La directive 91/414/CEE définit la lutte intégrée comme « une application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturelles ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits chimiques phytopharmaceutiques est limité au strict nécessaire pour maintenir la présence des organismes nuisibles en dessous du seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptables ».

La lutte intégrée n'est pas synonyme de protection des cultures sans utilisation de produits phytopharmaceutiques. Il s'agit d'une prise en considération attentive de toutes les méthodes de protection des plantes disponibles et, par conséquent, de l'intégration des mesures appropriées qui découragent le développement des populations d'organismes nuisibles et maintiennent le recours aux produits phytopharmaceutiques et d'autres à des niveaux justifiés des points de vue économique et environnemental, et réduisent ou limitent au maximum les risques pour la santé humaine et l'environnement (directive 2009/128/CEE).

Depuis peu, sur base du règlement 1107/2009, remplaçant la directive 91/414/CEE et concernant la mise sur le marché des produits phytosanitaires, et de la directive développement durable (2009/128/CEE), la mise en œuvre des principes de lutte intégrée contre les ennemis des cultures est obligatoire. Ces principes doivent être appliqués en accordant la priorité, autant que possible, aux méthodes non chimiques de protection des plantes, de lutte contre les ennemis des cultures et de gestion des cultures. Il est donc pertinent d'étudier ces méthodes, leur impact sur les cultures et les populations d'adventices et de pouvoir mettre en évidence leurs avantages et leurs limites.

1.2 Méthodes intégrées de contrôle des adventices

La gestion intégrée des adventices repose sur deux éléments importants :

- Le recours à un panel de méthodes de contrôle des mauvaises herbes (physiques, biologiques, chimiques, préventives, directes, indirectes...) en complément, voire à la place, d'applications d'herbicides.

⁵ GX-ABT- Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

⁶ GX-ABT- Unité de Biodiversité et Paysages

- La connaissance de la biologie et de la dynamique des populations d'adventices, aspect trop longtemps négligé jusqu'ici.

L'objectif final est d'obtenir des productions et des profits optimaux, en utilisant une combinaison idéale de méthodes reposant aussi bien sur des actions préventives que sur des connaissances scientifiques, des pratiques culturales ou des applications chimiques. Le contrôle des adventices ne passe pas uniquement par l'élimination des plantes non désirables existantes mais également par la prévention de leur apparition, le contrôle de leur reproduction et de la dissémination des graines.

Des mesures de contrôle indirect peuvent être prises. Il s'agit de pratiques agronomiques augmentant la compétitivité de la culture par rapport aux adventices et/ou modifiant le développement de ces dernières. En effet, certaines pratiques culturales peuvent influencer le potentiel de multiplication et/ou de survie des mauvaises herbes en perturbant des éléments de leur cycle de vie (germination, développement, floraison, reproduction). Parmi celles-ci, nous pouvons citer celles liées à la conduite culturale et à l'implantation des cultures telles que le choix de la rotation, le choix de cultivars plus compétitifs ou tolérants, l'utilisation de semences de qualité, la modification de la date et de la densité de semis ainsi que l'espacement des lignes, ou encore la gestion des apports nutritifs. Des méthodes telles que la couverture du sol à l'interculture ou les associations culturales peuvent également limiter le développement des plantes indésirables.

Un ensemble de mesures plus directes peuvent être combinées à celles citées ci-dessus. Il s'agit d'actions suppressives des adventices ou de leurs graines. Différents travaux du sol tels que le labour ou le déchaumage permettent l'élimination et l'enfouissement des graines de certaines populations d'adventices. D'autres pratiques, comme le faux-semis, favorisent la germination des mauvaises herbes pour une destruction ultérieure de celle-ci. Des pratiques de désherbage dites physiques peuvent également être mises en œuvre. Il s'agit de désherbage à l'aide d'outils mécaniques tels que la herse étrille, la houe rotative ou la bineuse ou encore le désherbage manuel. Des méthodes de bio contrôle peuvent aussi être développées en utilisant les ennemis naturels (insectes, agents pathogènes...) des adventices et des graines produites par celles-ci. Enfin, une application ciblée de produits phytosanitaires peut être réalisée en identifiant précisément les adventices présentes et les produits indiqués pour les éliminer. Cette application peut même être localisée et ponctuelle.

C'est dans le souci de développer l'ensemble de ces méthodes qu'a été entrepris le projet «DG03- Dynamique des populations de trois adventices des céréales en vue de la mise au point de méthodes intégrées de leur contrôle». L'étude est menée depuis l'automne 2009 en collaboration entre les unités de Phytotechnie des Régions Tempérées et de Biodiversité et Paysage de Gembloux Agro-Bio Tech, et l'Unité de Protection des Plantes et Ecotoxicologie du Centre wallon de Recherches agronomiques. Elle se concentre sur la dynamique des populations de trois adventices importantes en céréales : le vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides* Huds.), le gaillet gratteron (*Galium aparine* L.) et la matricaire camomille (*Matricaria chamomilla* L.). L'impact de trois leviers agronomiques sur les adventices et sur la culture de froment est étudié. Il s'agit du décalage de la date de semis (4 dates de semis, de mi-octobre à fin novembre), du travail du sol (labour, non-labour, intensité du déchaumage) et du désherbage mécanique à l'aide d'une herse étrille (nombre de passages : 0 à 3).

1.3 Premiers résultats

1.3.1 Travail du sol

Les essais s'intéressant à l'impact du travail du sol sur les populations d'adventices et sur la culture sont menés au même endroit depuis l'automne 2009 pour l'essai A et depuis l'automne 2011 pour l'essai B. Ces expérimentations sont organisées selon un dispositif croisant deux facteurs, à savoir la présence ou l'absence de désherbage chimique et 5 modalités de travail du sol (aucun déchaumage-non labour, 1 déchaumage-non labour, 2 déchaumages-non labour, 1 déchaumage-labour, 2 déchaumages-labour), au sein de 4 répétitions.

Les résultats obtenus lors de la saison culturale 2011-2012 au sein de ces essais mettent en évidence un effet significatif du labour sur les densités de mauvaises herbes.

Dans les parcelles non désherbées chimiquement de l'essai A, en monoculture de froment depuis trois ans, nous avons observé des densités de matricaires deux à trois fois moins élevées en labour (Figure 3.1, *Gauche*). Dans l'essai B, en première année d'expérimentation, nous avons également constaté que les densités de vulpins dans les parcelles labourées étaient moindres que dans les parcelles non labourées (Figure 3.1, *Droite*).

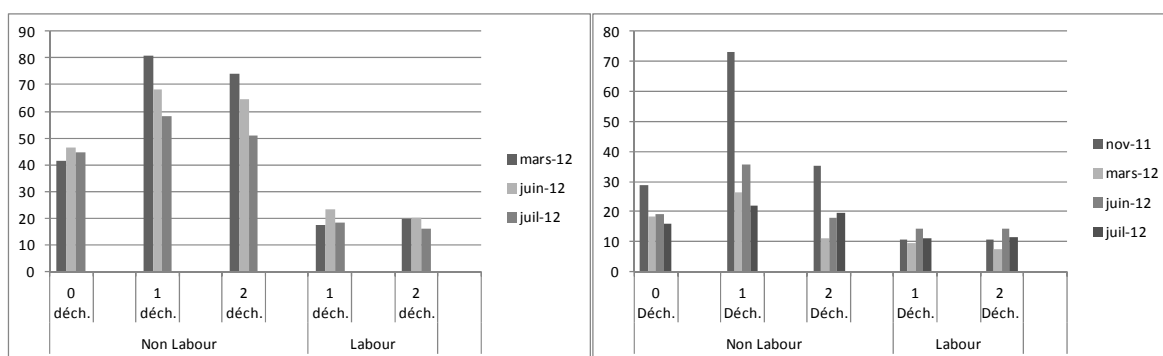


Figure 3.1 – *Gauche* - Densité moyenne de matricaires camomille (plantes/m²) pour chaque modalité lors des relevés de mars, juin et juillet 2012 - Parcelles non désherbées chimiquement - Essai travail du sol A, 3 années d'expérimentations - *Droite*- Densité moyenne de vulpins des champs (plantes/m²) pour chaque modalité lors des relevés de novembre 2011, mars, juin et juillet 2012 - Parcelles non désherbées chimiquement – Essai Travail du sol B, 1 année d'expérimentations.

Par son impact sur les densités de mauvaises herbes, le labour a un effet sur le développement et le rendement de la culture de froment. En effet, en réduisant les densités de matricaires et de vulpins, le labour a limité la concurrence de ces mauvaises herbes vis-à-vis de la culture et a permis un meilleur développement du froment. Les rendements observés, en l'absence de désherbage chimique, dans les deux essais (A et B) étaient supérieurs dans les parcelles labourées (Figure 3.2).

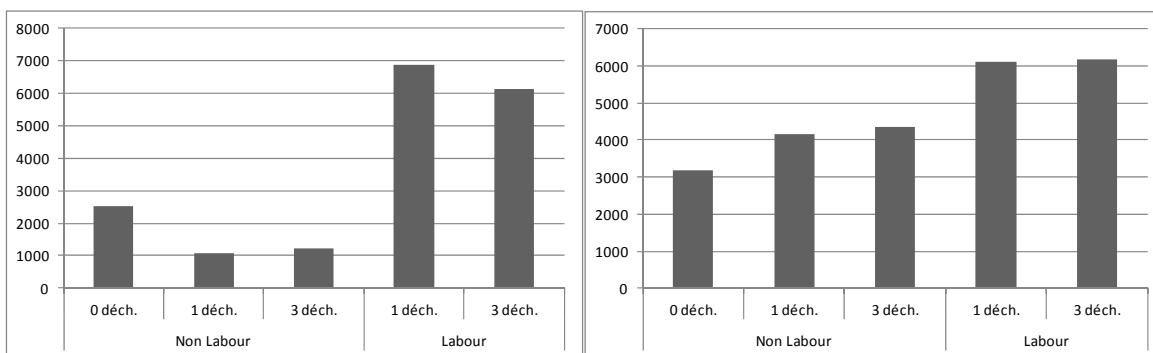


Figure 3.2 – Rendement moyen de la culture de Froment (kg/ha) pour chaque modalité (Parcelles non désherbées chimiquement - Gauche - Essai travail du sol A (récolte 10/08/2012) - Droite- Essai travail du sol B (récolte 13/08/ 2012).

Au vu de ces résultats, le labour constitue un outil intéressant de gestion des adventices. De plus, il s'agit d'une pratique courante, demandant rarement des investissements supplémentaires et facile à appliquer.

1.3.2 Modification de la date de semis

L'essai concernant l'étude de l'impact de la date de semis du froment sur les adventices et la culture suit un dispositif similaire à l'essai « travail du sol » en croisant un facteur présence ou absence de désherbage chimique et un facteur « date de semis » (4 dates de semis à intervalle de 15 jours de mi-octobre à fin novembre).

Les données collectées au sein des essais « date de semis » des années culturales 2009-2010 et 2011-2012, nous ont permis de démontrer l'impact de la date de semis sur le développement et la densité des plantes de vulpin des champs. En effet, pour chaque saison culturale, dans les parcelles non désherbées chimiquement, nous avons observé une décroissance du nombre moyen de plantes de vulpins présentes au mètre carré ainsi qu'une diminution de la production moyenne d'épis par ces plantes avec le report de la date de semis (Tableaux 3.1 et 3.2). La densité de vulpins peut déjà être réduite de moitié avec un report de 15 jours de la date de semis (Date 1-Date 2).

Tableau 3.1 – Densité moyenne de vulpins (plantes/m²) et nombre moyen d'épis par plante de vulpin pour chaque date de semis (intervalle de 15 jours) pour les essais réalisés au cours des saisons culturales 2009-2010 et 2011-2012.

Dates de semis	Plantes/m ²		Epis/plante	
	2009-2010	2011-2012	2009-2010	2011-2012
Date 1	9,8	11,0	10,1	19,2
Date 2	5,3	4,5	8,4	17,7
Date 3	4,8	1,8	6,8	16,7
Date 4	0,7	1,5	4,5	14,2

Pour la saison culturale 2009-2010, la production grainière par m² a pu être calculée sur base des différents paramètres mesurés. Comme pour les autres paramètres, nous constatons une décroissance de cette production avec le report de la date de semis. Cette production était

réduite de 60 % pour le semis de la fin octobre et était cent fois moindre pour le semis réalisé fin novembre (Tableau 3.2).

Tableau 3.2 – Caractéristique de la population de vulpin en fonction de la date de semis- saison culturale 2009-2010.

Dates de semis	Graines/épi	Epis/plante	Plantes/m ²	Graines/m ²
15 Oct. 2009	117	10,1	9,8	11621
29 Oct. 2009	103	8,4	5,3	4585
13 Nov. 2009	80	6,8	4,8	2642
26 Nov. 2009	42	4,5	0,7	127

Le décalage de la date de semis agit de manière décroissante sur l'ensemble des paramètres caractérisant la population de vulpin et permet de réduire facilement son développement et son taux de reproduction. Un report du semis de 15 jours peut déjà contribuer à limiter la densité des vulpins et à réduire la pression de ceux-ci sur la culture. De plus, ce délai permet également de diminuer l'enrichissement du stock semencier de la parcelle. Si les conditions agronomiques et climatiques le permettent, dans des parcelles où les infestations de vulpins sont fréquentes et importantes, un décalage des semis de froment peut limiter les levées de cette adventice et faciliter son contrôle.

1.3.3 Désherbage mécanique

Le dispositif de l'essai désherbage mécanique est assez proche de celui des deux autres leviers agronomiques étudiés et croise le facteur présence ou absence de désherbage chimique avec 4 modalités d'utilisation de la herse étrille (0 passage, 1 passage, 2 passages, 3 passages).

Le traitement des données recueillies au sein de l'essai mené au cours de la saison culturale 2010-2011 a pu mettre en évidence un effet réducteur du passage de la herse étrille sur la densité des populations de matricaires camomille. En effet, dans les parcelles non traitées chimiquement, une diminution de la densité de matricaires a été constatée après chaque passage de la herse étrille. Dans les parcelles ne subissant pas de passage de la herse, la diminution de densité était moindre et sans doute due à la concurrence naturelle entre la culture et les adventices. Après les deux premiers passages de la herse étrille, une nouvelle émergence de plantules a cependant été observée. Celles-ci ont été éliminées dans les parcelles soumises à un troisième passage de la herse (Tableau 3.3).

3. Contrôle des populations de mauvaises herbes

Tableau 3.3 – Evolution du nombre de plantes de Matricaires par unité de surface - essai désherbage mécanique-saison culturale 2010-2011.

Modalités	AVANT Hers 1	Hers 1	APRES Hers 1	AVANT Hers 2	Hers 2	APRES Hers 2	AVANT Hers 3	Hers 3	APRES Hers 3	AVANT récolte	Bilan	
	23 mars	24 mars	29 mars	13 avril	15 avril	20 avril	20 avril	26 avril	29 avril	14 juillet	plantes/m ²	%
0 Hersage	5,00		3,50	7,83		6,17	6,17		9,17	8,33	+ 3,33	+ 67
1 Hersage	5,50		0,33	1,00		0,67	0,67		1,33	4,00	-1,50	- 27
2 Hersages	4,17		0,00	1,50		0,33	0,33		1,00	1,83	-2,33	- 56
3 Hersages	6,17		0,67	2,17		1,00	1,00		0,50	0,17	-6,00	- 97

	Pas de Hersage
	Hersage

Les relevés réalisés au sein des différentes parcelles au cours du mois de juillet 2011, ont pu mettre en évidence une densité moyenne de plantes de matricaires par mètre carré significativement décroissante avec l'intensification du passage de la herse étrille (Figure 3.3).

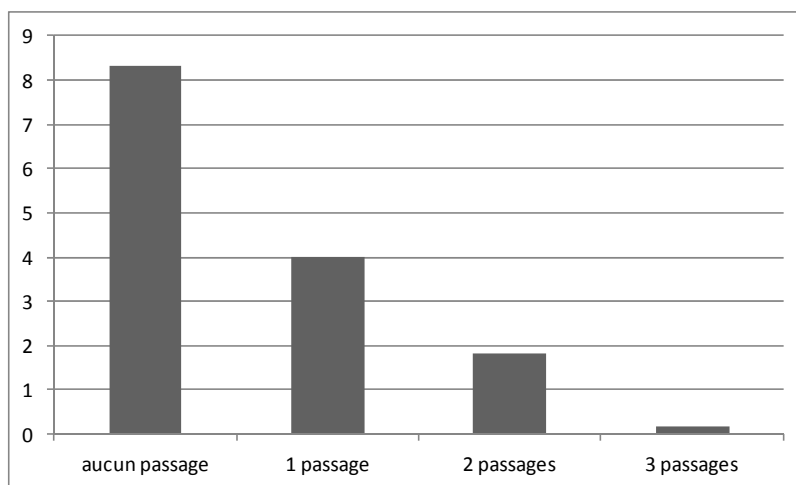


Figure 3.3 – Densité moyenne de matricaires camomille (plantes/m²) en fonction du nombre de passages de herse- juillet 2011.

Ces résultats montrent une bonne efficacité de la herse étrille, dont chaque passage entraîne une forte réduction de la population de matricaires.

Ils ont été obtenus au cours d'une saison particulièrement favorable au succès de cette technique, grâce à un ensoleillement important et aux longues périodes sèches. La saison précédente (2009-2010) de même que celle qui a suivi (2011-2012) n'ont pas été aussi propices, et les passages de herse n'ont pas toujours pu être réalisés à des stades assez précoces des adventices (levée à 2 feuilles). Même si elle n'est pas applicable en toutes circonstances, cette technique peut constituer une alternative et un complément utile au

désherbage chimique. Sa mise en œuvre ne demande pas d'investissement lourd. Par l'alternance qu'elle constitue, elle contribue à limiter le risque de développement de résistance aux herbicides.

1.3.4 Conclusion

Une grande partie des méthodes alternatives proposées sont souvent partiellement ou inconsciemment utilisées depuis des décennies. Leur utilisation ne demande pas forcément un investissement important et elles pourraient être appliquées quand les conditions de travail, agronomiques et climatiques le permettent. Une prise en considération plus attentive de toutes ces pratiques, une meilleure connaissance des populations d'adventices et une combinaison de tous les nouveaux et anciens outils mis à notre disposition permettraient d'optimiser notre gestion des mauvaises herbes.

2 La saison 2012 et ses particularités

F. Henriet⁷

2.1 Automne-hiver 2011-2012

L'automne 2011 fut le deuxième automne le plus chaud depuis 1833. Il a fallu attendre la deuxième décennie du mois de janvier 2012 pour voir arriver les premières (faibles !) gelées. Les précipitations furent anormalement déficitaires (140 L/m² pour une normale de 220 L/m²), surtout en novembre. Elles refirent leur apparition en décembre. Le nombre de jours de pluies fut également très exceptionnellement faible (37 jours pour une normale de 51 jours). Les principaux épisodes pluvieux ont eu lieu durant la première quinzaine de septembre et la première décennie d'octobre. A noter que cet automne fut aussi l'un des plus ensoleillés : 5^{ème} depuis 1887. Ces conditions ont permis le bon déroulement des semis et des pulvérisations. L'hiver fut doux jusqu'au début du mois de février, où une période de gel intense est apparue et dura deux semaines.

2.2 Printemps 2012

Le mois de mars fut caractérisé par des températures anormalement élevées et des précipitations normales, mais principalement concentrées durant la première décennie. La grande majorité des dés herbages ont eu lieu durant la seconde partie du mois de mars, dans de bonnes conditions. Le mois d'avril fut plus froid et très pluvieux, offrant moins de possibilité d'intervention.

⁷ CRA-W – Dpt Science du Vivant – Unité de Protection des Plantes et Ecotoxicologie

2.3 Automne-hiver 2012-2013

L'automne 2012 est qualifié de normal par l'Institut Royal Météorologique sur le plan de la température moyenne, de la vitesse du vent et de l'ensoleillement. Les précipitations ont par contre été anormalement élevées en octobre et anormalement déficitaires en novembre. Cela n'a normalement pas contrarié les opérations de désherbage des escourgeons et des froments semés précocement. Depuis, l'hiver s'est installé avec ses précipitations hivernales et ses alternances de gel et de dégel (janvier et début février 2013). À la sortie de l'hiver, il faudra contrôler l'efficacité des traitements d'automne (principalement en escourgeon) et surveiller les levées d'adventices que la remontée des températures pourrait provoquer.

3 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët, F. Anseau⁸

3.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Trois essais installés dès l'automne-hiver 2011-2012 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin. Le premier essai a été semé le 5 octobre 2011 à Himbe (Hamoir), le second, le 18 octobre 2011 à Pellaines (Hannut) et le troisième, le 31 octobre 2011 à Wasmes (Mons).

Le protocole prévoyait des traitements à quatre stades : 1 à 2 feuilles (BBCH 11-12), début tallage (BBCH 21), plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29).

Le tableau 3.4 reprend les dates d'application et la flore présente. Le tableau 3.5 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la figure 3.4 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins effectués en juin 2012.

Tableau 3.4 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Dates d'application				Flore présente dans les témoins lors de la 3 ^e application (pl/m ²)
	BBCH 11-12	BBCH 21	BBCH 25	BBCH 29	
Himbe	26/10/2011		9/03/2012	26/03/2012	122 vulpins (BBCH 29)
Pellaines	8/11/2011		8/03/2012	26/03/2012	9 vulpins (BBCH 21-25)
Wasmes		26/01/2012	12/03/2012	27/03/2012	9 vulpins (BBCH 25)

⁸ CRA-W – Dpt Science du Vivant – Unité de Protection des Plantes et Ecotoxicologie

Tableau 3.5 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG	WG	3% mesosulfuron + 0.6% iodosulfuron + 9% safener
ATTRIBUT	SG	70% propoxycarbazone
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
AZ 500	SC	500 g/L isoxaben
CAPRI	WG	7.5% pyroxsulam + 7.5% safener
DEFI	EC	800 g/L prosulfocarbe
HEROLD SC	SC	400 g/L flufenacet + 200 g/L diflufenican
JAVELIN	SC	500 g/L isoproturon + 62.5 g/L diflufenican
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyrsulfuron + 16.7% metsulfuron
LIBERATOR	SC	400 g/L flufenacet + 100 g/L diflufenican
MALIBU	EC	300 g/L pendimethaline + 60 g/L flufenacet
PUMA S EW	EW	69 g/L fenoxaprop + 19 g/L safener
OTHELLO	OD	50 g/L diflufenican + 7,5 g/L mesosulfuron + 2,5 g/L iodosulfuron + 22,5 g/L safener

Résultats - discussion

Les traitements **d'automne** furent insatisfaisants (Figure 3.4). Les quatre traitements testés présentaient des résultats nettement inférieurs aux notations habituelles. Cependant, si le classement par ordre d'efficacité croissante des traitements était comparable dans les deux essais, les niveaux d'efficacité atteints étaient quant à eux fort différents. Le MALIBU et le LIBERATOR montraient des résultats semblables : environ 65% à Pellaines et une quarantaine de pourcents, seulement, à Himbe. Le HEROLD SC, pourtant de composition semblable au LIBERATOR, et, pire encore, le mélange DEFI – AZ 500 étaient distancés.

3. Contrôle des populations de mauvaises herbes

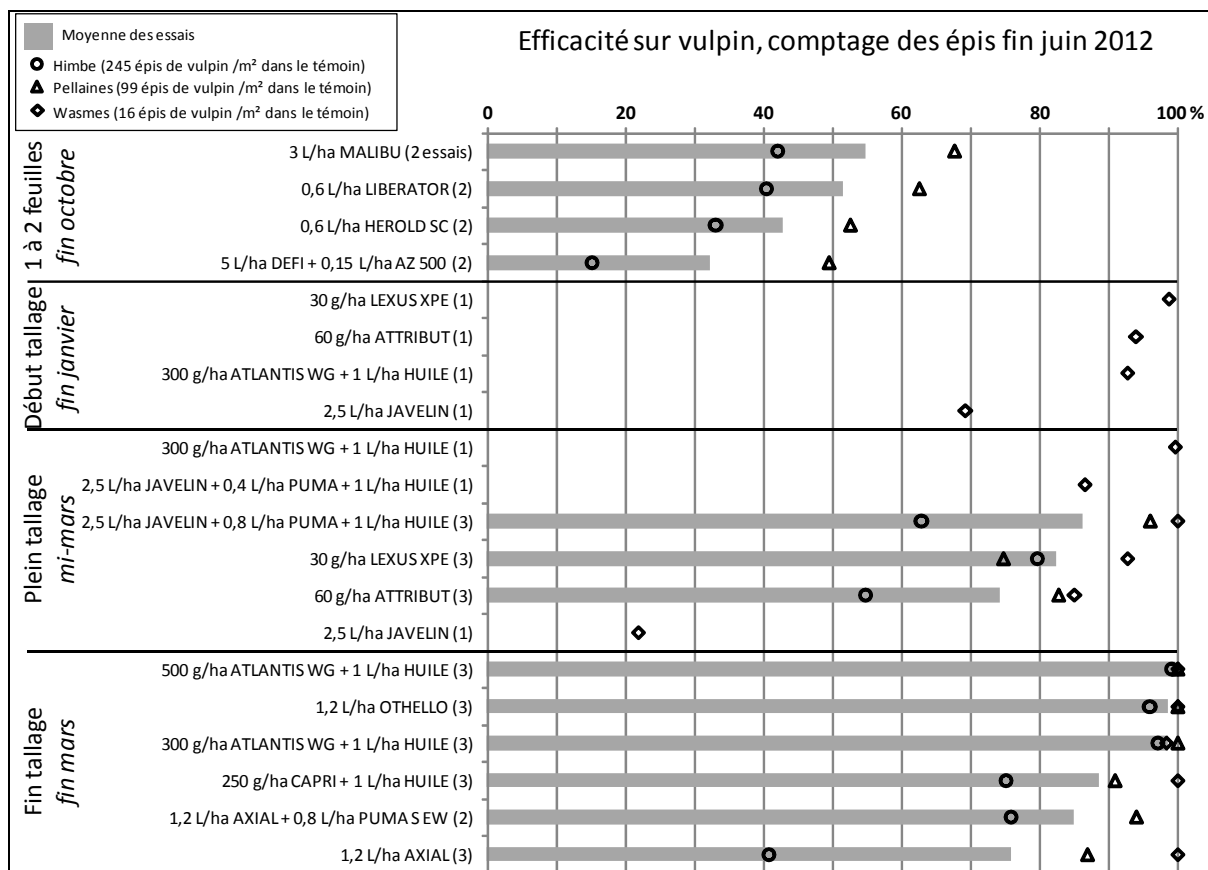


Figure 3.4 – Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

Parmi les traitements effectués fin janvier au **stade début tallage**, dans l'essai de Wasmes, seul le JAVELIN a présenté une efficacité insatisfaisante (69%). Les autres traitements (des inhibiteurs de l'ALS), procuraient tous une efficacité supérieure à 90%, les produits à composante racinaire tels que le LEXUS XPE (99%) et l'ATTRIBUT (94%) se montrant (parfois légèrement) supérieurs à l'ATLANTIS WG (93%).

L'application au **stade plein tallage** de la mi-mars montra clairement l'intérêt d'inclure un produit foliaire dans le traitement. En effet, le JAVELIN (22% à Wasmes), l'ATTRIBUT (74% en moyenne) et, dans une moindre mesure, le LEXUS XPE (82% en moyenne) étaient inférieurs à l'ATLANTIS WG (100% à Wasmes) ou des mélanges JAVELIN – PUMA S EW (86% en moyenne).

Les produits foliaires, appliqués au **stade fin tallage**, se sont comportés comme attendu. Les produits à base de *mesosulfuron* (ATLANTIS WG et OTHELLO) étaient proches de la perfection. Le CAPRI (89%), un inhibiteur de l'ALS comme le *mesosulfuron*, suivait tandis que l'AXIAL était insatisfaisant (76%). L'ajout de PUMA S EW à l'AXIAL a quant à lui permis d'atteindre des efficacités proches de celle obtenue avec le CAPRI.

Conclusions

- L'efficacité des traitements appliqués au stade 1 à 2 feuilles (LIBERATOR, HEROLD SC, MALIBU et DEFI - AZ 500) fut anormalement faible. Appliqués fin octobre – début

novembre (2011), lors d'une période de sécheresse, ils n'ont pu exprimer leur potentiel. Les précipitations importantes du mois de décembre 2011 n'ont pas permis de « rattraper le coup », les adventices étant probablement trop développées lors de la remise en solution des produits. Comme conseillé depuis plusieurs années, les traitements d'automne à base de *flufenacet* (HEROLD SC, LIBERATOR et MALIBU), souvent imparfaits, devraient être réservés à certaines situations délicates (infestations importantes de graminées, semis très précoces, résistance aux herbicides, ...) et complétés par un produit foliaire au printemps.

- A Wasmes, certains traitements (comme le LEXUS XPE et l'ATTRIBUT) réalisés fin janvier ont procuré de bons résultats, meilleurs que lors de leur application à la mi-mars. Cela confirme que ces produits, à composante plus racinaire que foliaire, doivent être appliqués au plus tôt, même s'il n'est pas toujours facile de sortir le pulvérisateur à cette période de l'année. L'ATLANTIS WG est dans la situation inverse : foliaire, il est plus efficace appliqué à la mi-mars qu'en janvier. Lors de l'application de la mi-mars, tous les traitements incluant un produit foliaire étaient supérieurs à ceux n'en intégrant pas. Si un désherbage basé sur le LEXUS XPE ou l'ATTRIBUT n'a pu avoir lieu assez tôt, sur des adventices peu développées et sur un sol suffisamment humide (février), il conviendra, soit de changer de produit, soit de le compléter par un foliaire.
- Appliqués fin tallage, les produits à base de *mesosulfuron* (ATLANTIS WG et OTHELLO) peuvent contrôler les vulpins dans la majorité des situations rencontrées. Cette année, le CAPRI était moins performant (sur les sites de Himbe et Pellaines notamment), probablement par manque de flexibilité : dans son cas, c'était une application un peu trop tardive. Les inhibiteurs de l'ACCase (AXIAL et PUMA S EW), n'atteignent plus les performances des produits précités. En froment, ils ne devraient plus constituer la base de la lutte contre les graminées mais plutôt être considérés comme des compléments dans des contextes difficiles.

3.2 Flexibilité des traitements antigaminées

Un essai installé à Strée (Huy) au printemps 2012 avait pour objectif de comparer la flexibilité des herbicides antigaminées contre le vulpin quant à la période d'application. Les résultats de l'essai de Perwez, mené en 2011, sont également présentés.

Le protocole prévoyait trois stades de traitement : début tallage (BBCH 21), plein tallage (BBCH 25) et fin tallage (BBCH 29).

Le tableau 3.6 reprend les dates d'application et la flore présente. Le tableau 3.7 détaille la composition des produits utilisés, et la figure 3.5 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins en juin 2011.

Tableau 3.6 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Dates d'application			Flore présente dans les témoins lors de la 3 ^e application (pl/m ²)
	BBCH 21	BBCH 25	BBCH 29	
Perwez	11/03/2011	24/03/2011	7/04/2011	57 vulpins (BBCH 25-29)
Strée	13/03/2012	26/03/2012	20/04/2012	17 vulpins (BBCH 25-29)

3. Contrôle des populations de mauvaises herbes

Tableau 3.7 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG	WG	3% mesosulfuron + 0.6% iodosulfuron + 9% safener
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
CAPRI	WG	7.5% pyroxsulam + 7.5% safener
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyrsulfuron + 16.7% metsulfuron
PUMA S EW	EW	69 g/L fenoxaprop + 19 g/L safener

Résultats – discussion

La figure 3.5 illustre clairement que la première application a donné les meilleurs résultats, quel que soit le produit considéré. Les deux doses d'ATLANTIS procurent des efficacités comparables de l'ordre de 98%. Le CAPRI atteint 93% d'efficacité, tandis que l'AXIAL et le LEXUS XPE n'obtiennent respectivement que 69 et 58% d'efficacité. L'ajout de PUMA S EW à l'AXIAL améliore de 8% les performances présentées par l'AXIAL seul (87%).

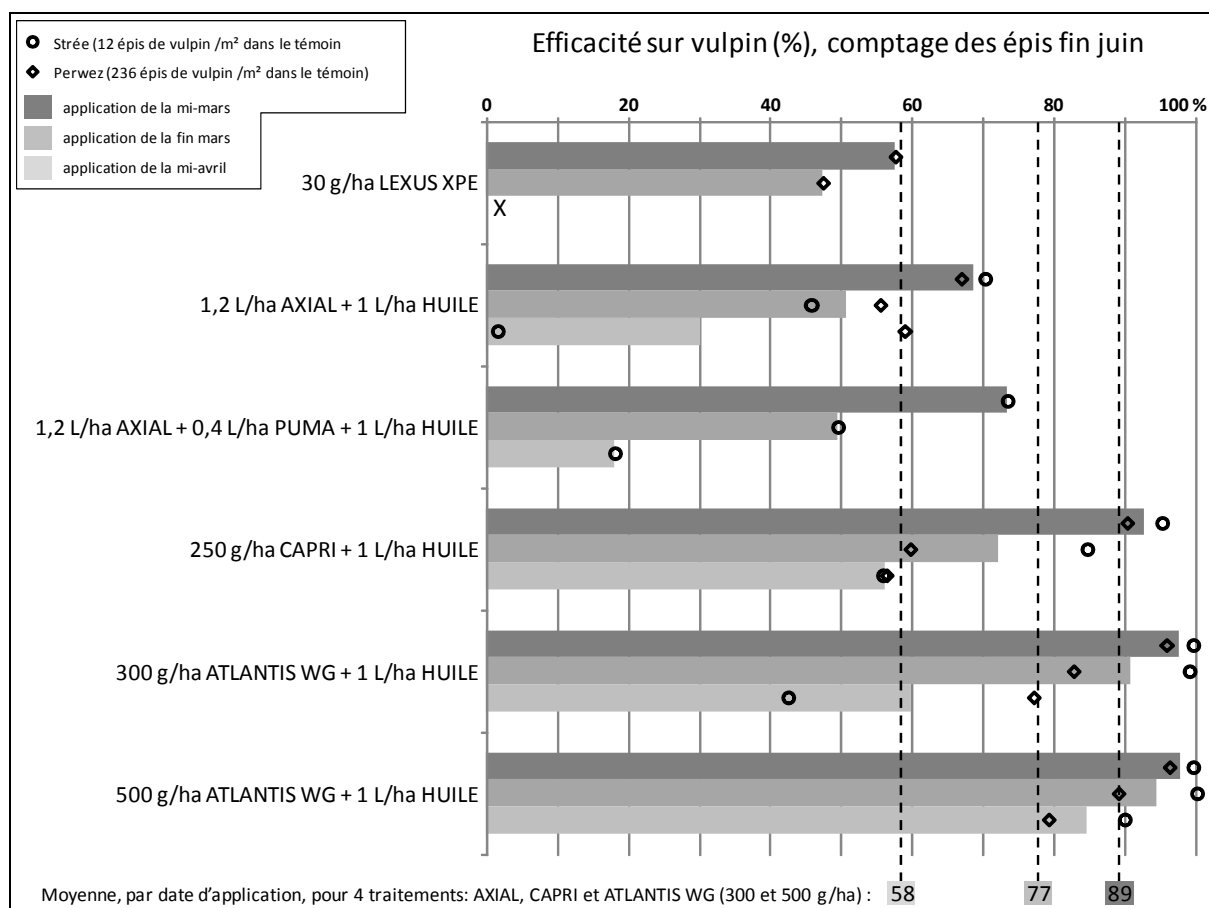


Figure 3.5 – Efficacité (%) calculée selon la formule : $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$.

Les deux applications plus tardives sont nettement moins performantes : 77 et 58% d'efficacité moyenne.

En raison de la forte composante racinaire du LEXUS XPE, du stade de développement avancé des vulpins au moment du traitement, ainsi que du manque de précipitations observé au printemps 2011, il était très difficile pour le LEXUS XPE (mis à l'épreuve dans l'essai de Perwez en 2011) d'être performant dans ce type d'essai (sa pulvérisation au stade le plus tardif n'avait d'ailleurs pas été prévue).

Conclusions

Les essais visant à mesurer le niveau de flexibilité des traitements antigraminées, ont donné des résultats très explicites. En 2012 (à Strée) comme en 2011 (à Perwez), il fallait traiter tôt : reporter la pulvérisation de deux semaines s'est traduit par une perte d'efficacité sensible pour tous les produits.

3.3 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Au printemps 2012, deux essais visant à étudier divers schémas antidicotylées ont été implantés, l'un à Temploux (Namur), l'autre à Purnode (Yvoir). Tous les traitements ont été réalisés le 6 avril 2012 au stade fin tallage (BBCH 29) du froment d'hiver. Le tableau 3.8 reprend les différentes adventices et leur stade de développement au moment de l'application ; le tableau 3.9 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la figure 3.6 présente les résultats des cotations visuelles effectuées 28 jours après les traitements.

Tableau 3.8 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	Stade culture	Espèce	Densité (pl/m ²) ; stade
Temploux	6/04/2012	BBCH 29	Véronique à feuilles de lierre Gaillet	30 ; BBCH 65 13 ; BBCH 59
Purnode	6/04/2012	BBCH 29	Pensée sauvage Lamier pourpre	83 ; BBCH 14-16 7 ; BBCH 18-59

Tableau 3.9 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ALLIE EXPRESS	WG	40% carfentrazone + 10% metsulfuron
CAPRI TWIN	WG	6,8% pyroxsulam + 2,3% florasulam + 6,8% safener
HUSSAR ULTRA	OD	100 g/L iodosulfuron + 300 g/L safener
MEXTRA	EC	290 g/L mecoprop-p + 180 g/L ioxynil
MILAN	SC	500 g/L bifenox + 9 g/L pyraflufen-ethyl
PRIMUS	SC	50 g/L florasulam
TREVISTAR	EC	100 g/L fluroxypyr + 80 g/L clopyralide + 2,5 g/L florasulam
VERIGAL D	SC	308 g/L mecoprop-p + 250 g/L bifenox

Résultats

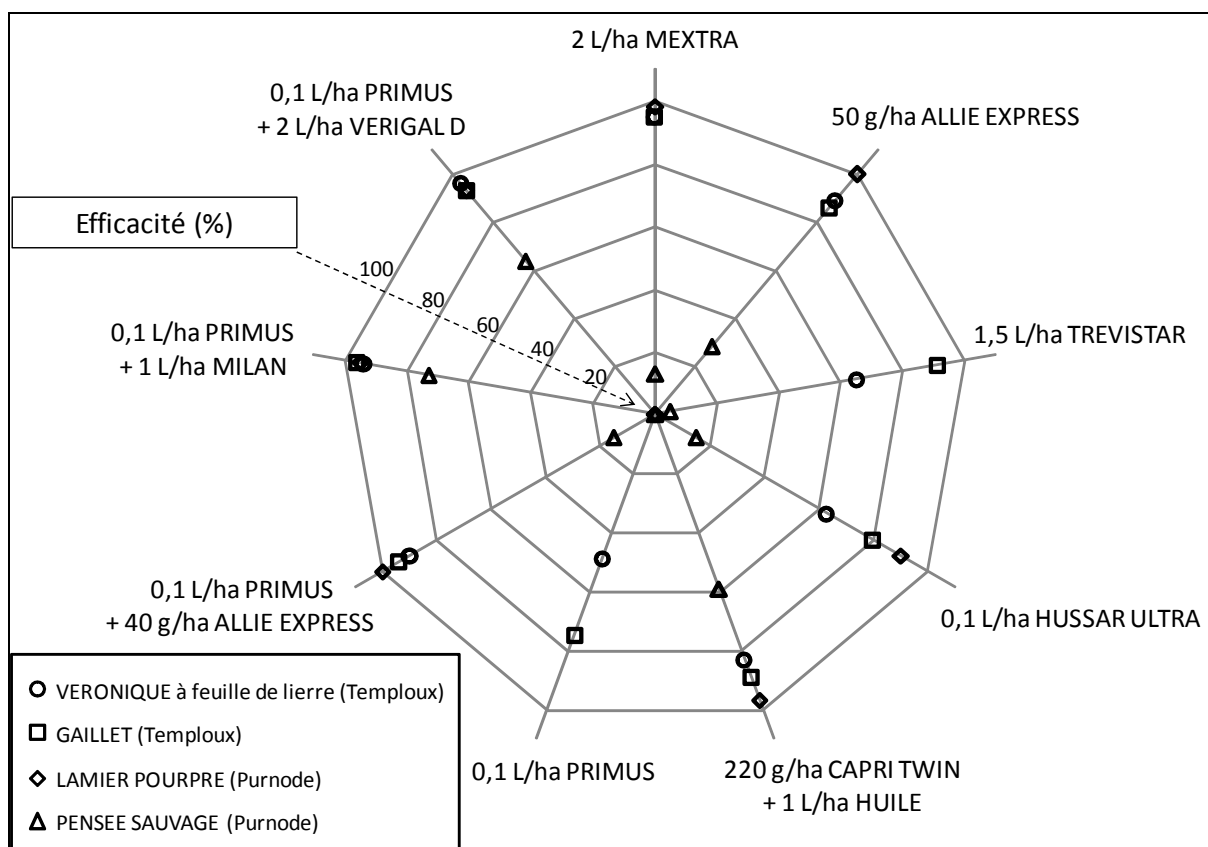


Figure 3.6 – Résultats de l'observation visuelle (efficacité en %) effectuée 4 semaines après les traitements.

Discussion - conclusions

Quatre semaines après l'application, les traitements présentaient des spectres d'activité variés. Tous les traitements présentaient de bonnes efficacités, quoiqu'imparfaites à ce moment, contre le gaillet. Une observation réalisée fin juillet montra en effet que tous les traitements, ALLIE EXPRESS excepté, étaient parfaits contre le gaillet. Comme attendu, certains produits tels que le PRIMUS et le TREVISTAR montrèrent un défaut contre le lamier pourpre. Les véroniques restèrent un point faible des produits basés sur les hormones (TREVISTAR), les sulfonylurées (HUSSAR ULTRA) ou le *florasulam* (PRIMUS, TREVISTAR) mais furent efficacement combattues avec l'*ioxynil* (MEXTRA), le *bifenox* (VERIGAL D et MILAN) et le *pyroxsulam* (CAPRI TWIN). Finalement, la mauvaise herbe la plus difficile à combattre fut la pensée sauvage. Les traitements qui devaient normalement donner satisfaction (CAPRI TWIN, VERIGAL D et MILAN) n'exprimèrent que 60 à 75% d'efficacité.

3.4 Nouveautés

BEFLEX (Stähler International)

Le BEFLEX est une suspension concentrée (SC) titrant 500 g/L de *beflubutamide*. Le *beflubutamide* présente le même mode d'action que le *diflufenican* et le *picolinafen* et est déjà disponible en association avec l'*isoproturon* dans l'HERBAFLEX. Le BEFLEX peut être employé en culture de froment d'hiver, d'orge d'hiver, d'épeautre, de seigle et de triticale. Très sélectif, il pourra être utilisé, à raison de 0.4 L/ha, dès la préémergence et jusqu'au stade redressement (BBCH 00-30). Cette substance active contrôle essentiellement des dicotylées annuelles et est très efficace contre la capselle, le fumeterre, les lamiers, le myosotis et la pensée sauvage. C'est un produit à mode de pénétration racinaire à utiliser préférentiellement en préémergence ou à un stade très jeune des adventices.

PELICAN DELTA (Cheminova Agro)

Le PELICAN DELTA (WG, 60% *diflufenican* + 6% *metsulfuron*) combine les substances actives du DIFLANIL 500 SC et de l'ALLIE. Utilisable en froment d'hiver, orge d'hiver, orge de printemps, épeautre, seigle et triticale dès le stade début tallage et jusqu'au stade fin tallage (BBCH 21-29), sa dose d'emploi de 100 g/ha procure la même quantité de *metsulfuron* que 30 g/ha d'ALLIE et autant de *diflufenican* que 0.12 L/ha de DIFLANIL 500 SC. La combinaison de ces deux substances actives en fait un produit efficace contre une large gamme de dicotylées annuelles. Du fait de sa composition, ce produit est à positionner assez tôt en sortie d'hiver. En effet, le *metsulfuron*, de par son mode de pénétration essentiellement foliaire, pourrait ne pas s'exprimer pleinement en cas d'application trop précoce (en automne par exemple). Inversement, de par son mode de pénétration principalement racinaire, le *diflufenican* risque d'être inefficace sur des mauvaises herbes trop développées.

Pour être complet...

Le tableau 3.10 liste les produits génériques et les nouvelles formulations qui ont été agréées au cours de l'année 2012.

Tableau 3.10 – Produits génériques agréés depuis l'année dernière.

Produit original	Formulation	Produits comparables
ALLIE	SG ; 20% <i>metsulfuron</i>	METRO SG
DEFI	EC ; 800 g/L <i>prosofocarbe</i>	SPOW
DIFLANIL 500 SC	SC ; 500 g/L <i>diflufenican</i>	SEMPRA
PRIMSTAR	SC ; 100 g/L <i>fluroxypyr</i> + 2.5 g/L <i>florasulam</i>	SPITFIRE (100 + 5 g/L)
REGLONE	SL ; 200 g/L <i>diquat</i>	LIFE SCIENTIFIC DIQUAT
ROUNDUP	SL ; 360 g/L <i>glyphosate</i>	BARCLAY GALLUP SUPER 360, GLYFOS DAKAR (SG; 68%), GLYFOS SUPER (450 g/L), PANIC FREE, ROSATE GREEN, ROUNUP POWERTURBO (480 g/L); SHYFO, THUNDERBIRD 450 (450 g/L), THUNDERBIRD 680 (SG; 68%),
STARANE	EC ; 180 g/L <i>fluroxypyr</i>	GAT STAKE 200 EC (200 g/L)
STOMP 400 SC	SC ; 400 g/L <i>pendimethaline</i>	ACTIVUS 400 SC

4 Recommandations pratiques

F. Henriet⁹

4.1 Les grands principes

4.1.1 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 vont 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 (effet « parapluié »). Des rattrapages printaniers sont néanmoins possibles.

4.1.2 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

⁹ CRA-W – Dpt Science du Vivant – Unité de Protection des Plantes et Ecotoxicologie

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 au retour des beaux jours.

Le désherbage du froment AVANT l'hiver n'est justifié que lorsque le développement des adventices est précoce et intense. Car dans ce cas, la céréale peut subir une concurrence néfaste dès l'automne. 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 4.5).

4.1.3 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 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, plus difficilement quantifiable, 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 culture et susceptibles de poser des problèmes par la suite.

4.1.4 Exploiter l'apport des techniques culturales

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

4.1.4.1 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 faire varier les modes d'action des herbicides utilisés.

4.1.4.2 Le régime de travail du sol

En collaboration avec C. Roisin¹⁰

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.

4.1.4.3 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 (sulfonylurées en colza).

¹⁰ CRA-W – Dpt Agriculture et Milieux Naturels – Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux

4.2 Traitements automnaux

4.2.1 En escourgeon et en orge d'hiver

En fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice rencontrée au sein de la parcelle, diverses options peuvent être recommandées pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le tableau 3.11 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 présentes. 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 matière organique 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 (violette, véroniques, lamiers). Il est très valable contre le gaillet gratteron mais inefficace sur camomille.

Les dinitroanilines (*pendimethaline*), l'*isoxaben* ou les pyridinecarboxamides (*picolinafen* ou *diflufenican*) ou le *beflubutamide* complètent idéalement les urées substituées et le *prosulfocarbe* en élargissant le spectre antidicotylées 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.

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 SC et le LIBERATOR 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 d'escourgeon dont les racines sont suffisamment profondes et hors d'atteinte. Les camomilles et les gaillets peuvent échapper à ce traitement.

En culture d'escourgeon, il existe seulement deux herbicides contenant un antigaminées spécifique : le DJINN et l'AXIAL (ou AXEO). Le DJINN, déjà bien connu, associe l'*isoproturon* au *fenoxaprop*. L'AXIAL (ou AXEO), arrivé sur le marché depuis quelques années est composé d'une toute nouvelle substance active : le *pinoxaden*. L'AXIAL étoffe un

3. Contrôle des populations de mauvaises herbes

arsenal relativement pauvre (pas de sulfonylurée antigraminées en escourgeon !) et permet de lutter contre des graminées développées, voire très développées (BBCH 25-30).

Tableau 3.11 – 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>picolinafen</i> (= CELTIC)				2.5 L/ha	
Cibles : graminées et dicotylées					
<i>chlortoluron</i> et AZ 500	3 et 0.15 L/ha				
<i>chlortoluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	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 SC)			0,6 L/ha		
<i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			3 L/ha		
<i>isoproturon</i> + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) + <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX) et AZ 500 et BACARA (surtout si risque de jouet du vent) et CELTIC	2 L/ha				2 - 3 L/ha 2 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			
Cibles : graminées					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				0.9 L/ha	0.9 L/ha
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

4.2.2 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 4.1.2 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 3.12. 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.

Tableau 3.12 – 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>prosofocarbe</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>chlorotluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 2 L/ha				
<i>isoproturon</i> et AZ 500 + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) et BACARA + <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX) et CELTIC	2.5 et 0.15 L/ha 2.5 L/ha 2 et 1 L/ha 2 L/ha			2 et 2.5 L/ha	
<i>prosofocarbe</i> et AZ 500		4 - 5 et 0.15 L/ha			
<i>flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD SC) <i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			0,6 L/ha 3 L/ha		
Cibles : jouets du vent et dicotylées					
<i>flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		1 L/ha	Vérifier		
Cibles : graminées					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				0.9 L/ha	0.9 L/ha
(°) chlortoluron : attention à la sensibilité variétale					
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

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.

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 *prosofocarbe* 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* et le *beflubutamide* présentent un spectre semblable à celui de l'*isoxaben*, à l'exclusion de la camomille sur laquelle ils sont peu efficaces. Le BACARA, associant le *diflufenican* à la *flurtamone*, élargit le spectre sur les renouées et surtout sur le jouet du vent. 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 *prosulfoarbe*.

Pour demeurer efficace, 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 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.

L'AXIAL (ou AXEO), arrivé sur le marché depuis quelques années, est composé d'une nouvelle substance active : le *pinoxaden*. En froment, son usage ne devrait pas être recommandé en automne mais reporté au printemps.

Parce que les conditions climatiques y sont 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.

4.3 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 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 important d'effectuer un traitement combinant efficacité sur la flore présente et persistance d'action.

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 !

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

Lorsqu'un rattrapage contre les graminées est 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 antigaminées foliaire, dans le DJINN (2.5 L/ha) ou au *diflufenican*, antidicotylées 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.

Plus efficace que l'*isoproturon*, le *pinoxaden* de l'AXIAL (ou AXEO) constitue une alternative très intéressante. En effet, cette substance active récente, antigaminées spécifique, est efficace contre le vulpin, le jouet de vent, le ray-grass,... : seul le pâturin est un peu moins bien contrôlé.

4.3.2 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 antigaminées 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 8 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées: l'*isoproturon*, le *flupyr sulfuron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *clodinafop*, le *fenoxaprop*, le *pinoxaden* et le *pyroxsulam*. Le tableau 3.13 en décrit les principales caractéristiques. Ces molécules présentent un spectre antigaminées qui leur est propre (consulter les pages jaunes de ce Livre Blanc). L'*isoproturon* et *flupyr sulfuron* présentent une efficacité intrinsèque vis-à-vis de certaines dicotylées et peuvent en outre être associées à une substance active antidicotylées en vue d'élargir le spectre, alors que le *mesosulfuron* est toujours associé à l'*iodosulfuron* voire même au *diflufenican* dans les produits commerciaux disponibles.

Si la flore adventice le nécessite, il faut veiller à compléter ces traitements avec un antidicotylées approprié (Point 4.3.3).

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 *flupyr sulfuron* est à craindre sur des vulpins plus développés.

3. Contrôle des populations de mauvaises herbes

Tableau 3.13 – 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 25-30 21-30	00-13	Plusieurs produits JAVELIN (2) BIFENIX N (3) HERBAFLEX (4)	2,5 L/ha 2,5 L/ha 3,5-4,5 L/ha 2 L/ha
<i>propoxycarbazone</i>	B	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT CALIBAN DUO (5) CALIBAN TOP (6)	60 g/ha 250 g/ha 300 g/ha
<i>flupyrsulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-29	00-21	LEXUS SOLO LEXUS XPE (7) LEXUS MILLENIUM (8)	20 g/ha 30 g/ha 100 g/ha
<i>mesosulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-31 21-31 21-31 21-31 21-29	00-31	ATLANTIS WG (5) COSSACK (5) PACIFICA (5) ALISTER (9) OTHELLO (9)	300 g/ha (14) 300 g/ha 500 g/ha 1 L/ha 2 L/ha
<i>clodinafop</i>	A	foliaire	13-30	11-31	TRAXOS ou TIMOK (10)	0,6-1,2 L/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	13-31	11-31	PUMA S EW (11)	0,6-0,8 L/ha
<i>pinoxaden</i>	A	foliaire	13-31 13-30	11-31	AXIAL ou AXEO (11) TRAXOS ou TIMOK (12)	0,9-1,2 L/ha 0,6-1,2 L/ha
<i>pyroxsulam</i>	B	foliaire	21-31 21-31	11-29	CAPRI (11) CAPRI TWIN (13) CAPRI DUO (13)	250 g/ha 220 g/ha 265 g/ha

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

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

(2) en association avec le *diflufenican*

(9) en association avec l'*iodosulfuron*, le *DFF* et un safener

(3) en association avec le *bifenox*

(10) en association avec le *pinoxaden* et un safener

(4) en association avec le *beflubutamide*

(11) en association avec un safener

(5) en association avec l'*iodosulfuron* et un safener

(12) en association avec le *clodinafop* et un safener

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

(7) en association avec *metsulfuron*

(13) en association avec le *florasulam* et un safener

(8) en association avec *thifensulfuron*

(14) 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 ultérieurement, en fonction des espèces d'adventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour l'*isoproturon* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminées spécifique (*clodinafop*, *fenoxaprop* ou *pinoxaden*) ou à un herbicide principalement anticotylées 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 : hormones, sulfonylurées ou bien PPOIs.

La *propoxycarbazone*, disponible dans l'ATTRIBUT et le CALIBAN DUO, 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 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.

Le spectre du *flupyrsulfuron* est comparable à celui de *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), ou en association avec le *metsulfuron* (LEXUS XPE) ou le *thifensulfuron* (LEXUS MILLENIUM). L'association avec le *metsulfuron* permet d'élargir le spectre sur les 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 difficiles. Peu efficace sur les dicotylées, il est toujours associé à *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 concentrés en *iodosulfuron*, le COSSACK et le PACIFICA présentent 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. Un quatrième produit complète la gamme: l'ALISTER associe les substances actives de l'ATLANTIS WG et le *diflufenican*, ce qui élargit encore le spectre antidicotylées. 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 (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*, 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.

4.3.3 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 toujours de se référer à l'étiquette des produits et 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 antigaminées 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 3.14) et de leur stade de développement. En cas de mélange avec un antigaminées, 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 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.

Tableau 3.14 – 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
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, beflubutamide, picolinafen</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, beflubutamide, picolinafen bromoxynil, ioxynil bentazon bifenox, carfentrazone, pyraflufen</i>
Lamiers	PDS ⁽³⁾ Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs ⁽²⁾ Sulfonylurées	F1 C3 C3 E B	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen 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

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

- **Semer sur une parcelle propre** : cette précaution évite tout repiquage précoce de mauvaises herbes.
- **Traiter lorsque les adventices 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 : trop de m.o. [3-4 %] séquestre le produit ;
 - des températures élevées (> 14-15 °C) sont nécessaires pour les hormones et les antidiacylyées de contact ;
 - les sulfonilurées 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.

4.5 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 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 sulfonylurées (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 céréaliers. Dans les paragraphes qui suivent, il ne sera question que des graminées résistantes et plus particulièrement du vulpin.

4.5.1 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 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 :

- 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, les DIMs et le DEN (mode d'action A) et même les sulfonylurées (mode d'action B) ;
- 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. Chez le vulpin, cela concerne les urées substituées (mode d'action C2), les FOPs, les DIMs et le DEN (mode d'action A) et les sulfonylurées (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 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. Des prélèvements de semences peuvent être effectués par l'Unité Protection des plantes et Ecotoxicologie du CRA-W (contact: François Henriet).

4.5.2 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.

4.5.3 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 4.5.2 ;
- privilégier les programmes de traitement. La pulvérisation d'un produit racinaire (isoproturon seul ou associé au HEROLD, MALIBU...) 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.

