

3. *Lutte contre les mauvaises herbes*

F. Henri¹, D. Jaunard², A. Gillemann³, A. Monty³, G. Mahy⁴ et B. Bodson³

1	Principaux enseignements du projet de recherche « Dynamique des populations d'adventices des céréales ».....	3
1.1	Introduction.....	3
1.2	Résultats.....	3
1.3	Conclusions.....	9
2	La saison 2013 et ses particularités.....	10
2.1	Automne-hiver 2012-2013.....	10
2.2	Printemps 2013.....	10
2.3	Automne-hiver 2013-2014.....	11
3	Expérimentations, résultats et perspectives.....	11
3.1	Lutte contre les graminées en froment d'hiver.....	11
3.2	Nuisibilité du vulpin en froment d'hiver.....	13
3.3	Le point sur l'efficacité des mélanges d'antigraminées.....	14
3.4	Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver.....	16
3.5	Nouveautés.....	17

¹ CRA-W – Dpt Sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

² GX-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

³ GX-ABT – Unité de Biodiversité et Paysages

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	19
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 Principaux enseignements du projet de recherche « Dynamique des populations d'adventices des céréales »

F. Henriet⁴, D. Jaunard⁵, A. Gilleman³, A. Monty⁶, G. Mahy⁴ et B. Bodson³

1.1 Introduction

Actuellement, la lutte chimique ne peut plus être l'unique moyen de gestion des adventices. La Société attend des systèmes dits de « production intégrée », moins dépendants des herbicides tout en assurant une productivité suffisante pour répondre aux enjeux alimentaires. Dans ce cadre, les pratiques culturales délaissées depuis des décennies redeviennent des alternatives crédibles à cette lutte. Il est donc pertinent de s'y intéresser, de connaître la dynamique des populations d'adventices afin d'appréhender les risques et conséquences de leur présence mais aussi d'évaluer l'influence des pratiques culturales sur ces populations.

Pendant quatre ans, un projet piloté par Gx-ABT et le CRA-W visait à évaluer des stratégies de désherbage en froment d'hiver moins dépendantes des herbicides. Afin cette fin, la dynamique des populations d'adventices, leur succès reproducteur et la productivité de la culture ont été étudiés sous l'influence de trois leviers agronomiques : le travail du sol, le report de la date de semis et l'utilisation d'un outil de désherbage mécanique. Les résultats repris ci-après concernent des parcelles n'ayant reçu aucun désherbage chimique.

1.2 Résultats

Axe I : Impact du travail du sol et du déchaumage

3 ans d'essais sur la matricaire camomille

Un premier essai destiné à étudier la dynamique des populations d'adventices en fonction des modalités de travail du sol a été mené durant 3 saisons culturales, la matricaire camomille y était très présente. Le nombre de levées de matricaires durant les premières années d'essai a augmenté avec l'intensification du travail du sol ; après deux ans, cette tendance s'est inversée et les parcelles cultivées en non-labour comptaient davantage d'adventices.

Dans les modalités avec labour, les semences sont enfouies à des profondeurs trop importantes pour germer durant le cycle cultural, mais cet effet est contrebalancé par la remontée dans le lit de germination des graines dont le pouvoir germinatif se maintient

⁴ CRA-W – Dpt Sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

⁵ GX-ABT – Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées

⁶ GX-ABT – Unité de Biodiversité et Paysages

plusieurs années dans le sol. Dans les modalités sans labour, il n'y a pas d'enfouissement en profondeur ni de remontées de graines, l'augmentation du stock semencier se concentre dans les couches superficielles mais ne se traduit pas dans un premier temps par un accroissement des populations à cause de la dormance des graines de matricaires qui ne germent facilement qu'après deux ans de conservation dans les sols (Infloweb).

Un retard à la levée a également été observé dans les parcelles labourées au sein desquelles quasi aucune levée de matricaire n'a été constatée avant l'hiver.

Le labour semble avoir un impact limitant sur le développement des individus de matricaire. Ce dernier était en effet plus important dans les parcelles non labourées du fait de la germination et des levées plus précoces des plantes.

Les modalités sans labour sont plus favorables à la production de capitules.

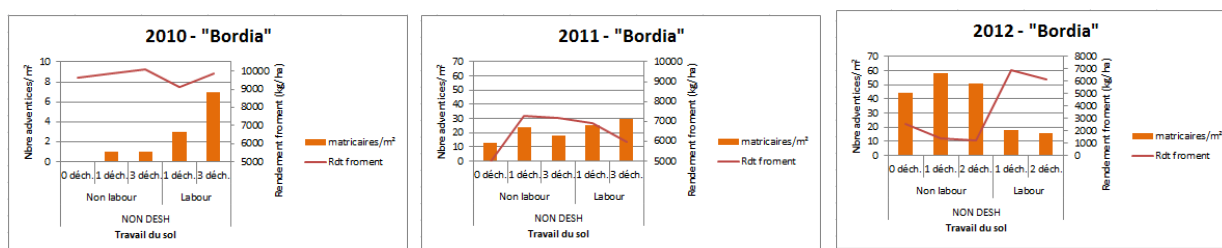


Figure 3.1 – Nombre d'adventices par m² et rendement du froment (en kg/ha) en fonction des modalités de travail du sol au cours des saisons 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 sur le site « Bordia » à Gembloux.

La réalisation de deux déchaumages dans les modalités sans labour a montré un effet retardateur sur les levées de matricaires avant l'hiver. Le nombre de levées était en effet plus faible que pour un seul déchaumage, ce qui pourrait s'expliquer par l'effet « faux-semis » induit par les deux passages de l'outil.

Pour un seul déchaumage, le nombre de capitules était quatre fois supérieur en non-labour qu'en labour tandis que pour deux déchaumages, il était trois fois supérieur en non-labour. Le retard des levées de matricaires dû au labour limite donc le développement de celles-ci et de ce fait leur production de capitules. Il est important de pouvoir minimiser ce nombre de capitules produits afin d'éviter un envahissement d'ampleur exponentielle de cette adventice.

2 ans d'essais sur vulpin

En automne 2011, un second essai a été mis en place dans une parcelle où le vulpin était la mauvaise herbe dominante. Les levées de vulpins les plus importantes ont également eu lieu au sein des modalités sans labour. Le labour enfouissant les semences à plus de 10 cm de profondeur limiterait leur germination (Infloweb). Le labour permet également de contrôler efficacement le stock semencier du sol ; en effet lorsque les semences sont enfouies dans le sol, leur capacité de germination présente un taux annuel de décroissance très élevé (80%). Les levées de vulpins dans les modalités sans labour sont plus importantes avant l'hiver mais on observe une mortalité d'individus durant l'hiver qui réduit l'écart entre les nombres de levées à la sortie de l'hiver observées dans les parcelles labourées ou pas.

En outre, la modalité sans aucun travail du sol présentait un moins grand nombre de levées que les modalités déchaumées, probablement du fait des conditions de sol moins favorables à la germination des semences de vulpin.

Comme pour les matricaires, les levées de vulpins semblaient retardées par la réalisation de deux déchaumages et le nombre de levées en novembre et en mars était moins élevé que dans le cas d'un seul déchaumage.

Le tallage des plantes de vulpin est lié à la précocité de levée des individus ainsi qu'à la concurrence des individus entre eux, les plus précoces ayant le tallage le plus important et donnant ainsi les individus les plus développés. En effet dans les essais, les vulpins présentaient un plus grand nombre de talles au sein des modalités sans aucun travail du sol et avec un seul déchaumage dans lesquelles l'absence ou le peu de travail d'un outil avait permis des levées précoces. Dans les trois autres modalités, les levées avaient été retardées par le travail du sol et un moins grand nombre de talles par m² avait été produit. Le nombre d'épis de vulpin par mètre carré est lié au nombre de talles.

Le nombre de grains par épi, traduisant le potentiel reproducteur des individus, affichait des valeurs similaires au sein des différentes modalités de travail du sol étudiées. Dès lors, il en résulte que la production de graines est plus importante dans les parcelles non labourées.

Compte tenu de la différence de production de graines et de l'importance pour le vulpin de la perte considérable de capacité de germination des graines lorsqu'elles sont enfouies par le labour, il n'est pas étonnant que les dynamiques de multiplication des populations d'une saison culturale à l'autre s'écartent très nettement avec une croissance spectaculaire des infestations de vulpins dans les parcelles pas ou peu travaillées et une légère décroissance dans les parcelles labourées.

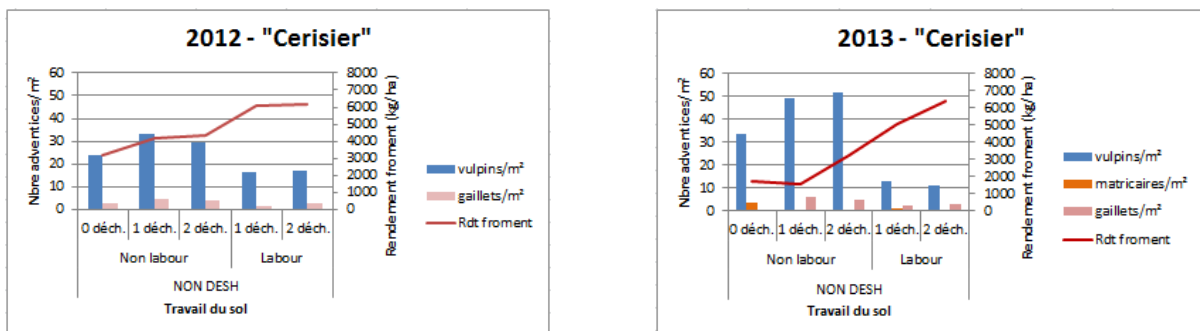


Figure 3.2 – Nombre d'adventices par m² et rendement du froment (en kg/ha) en fonction des modalités de travail du sol au cours des saisons 2011-2012 et 2012-2013 sur le site « Cerisier » à Les Isnes.

Impact du travail du sol sur le rendement en froment

Les rendements moyens, après trois années dans le premier essai dans lequel la matricaire camomille dominait, se sont effondrés pour les modalités sans labour et non désherbées chimiquement (Figure 3.1). Les rendements des parcelles labourées se sont maintenus à des niveaux acceptables mais légèrement inférieurs aux parcelles désherbées. Une baisse globale du rendement s'explique probablement par la monoculture pratiquée durant les trois années consécutives de l'essai.

Les mêmes tendances ont été observées au sein du second essai (avec du vulpin) (Figure 3.2) avec les plus faibles rendements pour les modalités sans labour.

Axe II Impact du report sur la date de semis

Impact du report de la date de semis sur les différentes adventices

- Matricaire camomille

Le report de la date de semis n'a pas influencé de manière significative la levée des matricaires. Notons que la pression initiale en adventices n'était pas élevée au sein des parcelles expérimentales : en effet, les populations ne dépassaient pas les 10 plants par m².

En revanche, un effet significatif de la tardivité du semis est observé sur le potentiel reproductif de cette adventice puisqu'en 2012, les trois dernières dates de semis (fin octobre, mi-novembre et fin novembre) ont permis de limiter de 3,5 à 4,8 fois la production de capitules par plant par rapport à un semis réalisé à la mi-octobre.

- Gaillet gratteron

Dans les essais où le gaillet était présent, la date de semis n'influence pas la densité de cette adventice. Le comportement est assez similaire entre les deux espèces de dicotylédones.

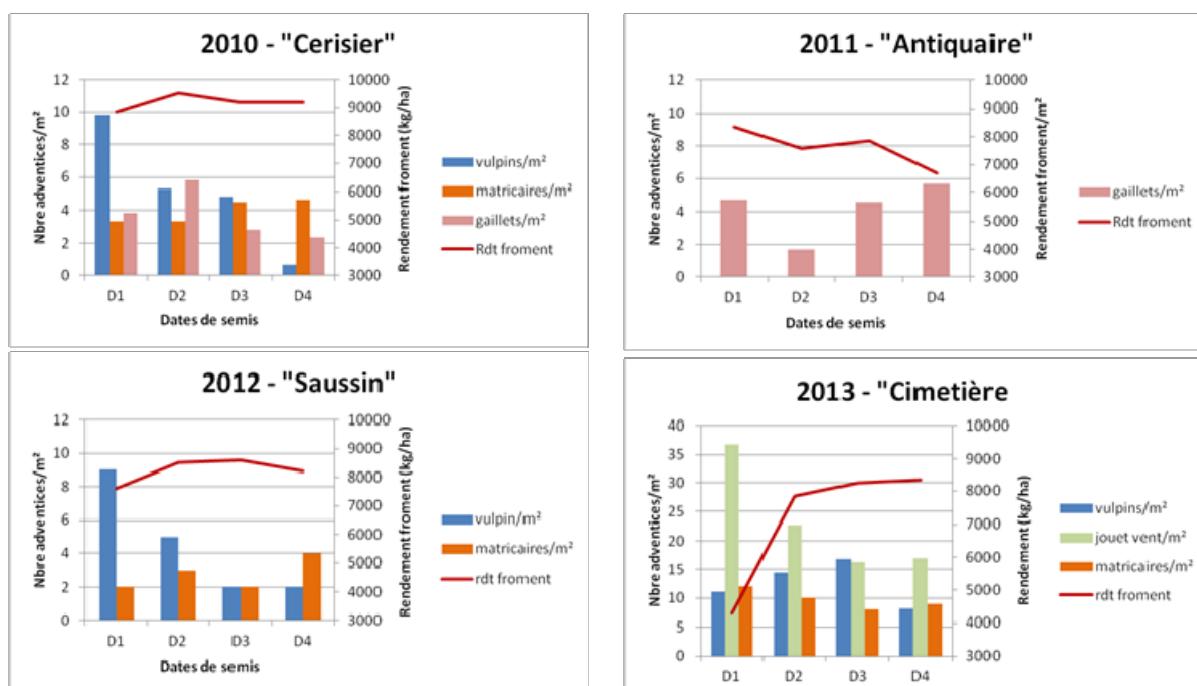


Figure 3.3 – Nombre d'adventices par m² et rendement du froment (en kg/ha) en fonction de la tardivité de la date de semis au cours des saisons 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 et 2012-2013 à Gembloux.

- Vulpin

Très clairement, le retard de la date de semis va de pair avec la diminution du nombre de levées de vulpins. L'apparition de températures plus froides plus tard dans la saison ralentit la

germination des vulpins, voire l'arrête en dessous de 3°C (Infloweb). Les premières dates de semis (mi-octobre à mi-novembre) correspondent parfaitement à la période idéale de levée du vulpin tandis que les dates plus tardives étaient liées à des conditions de températures plus défavorables. Les levées dans les parcelles emblavées aux dernières dates ont dès lors principalement lieu au printemps.

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. En effet, la tardivité du semis a engendré une diminution de la production grainière du vulpin par m², ce qui pourrait constituer un avantage pour des stratégies désherbage à long terme puisque le renouvellement du stock semencier serait d'autant plus faible et d'autant plus facile à contrôler. Un report de 15 jours de la date de semis a permis une réduction du nombre de graines de vulpin produites au m² de 60%, 39% et 38 % respectivement en 2010, 2012 et 2013.

- Jouet du vent

Dans l'essai de 2013, en plus du vulpin, d'importantes levées de jouet du vent ont été observées. L'influence de la date de semis sur cette graminée est similaire à celle observée avec le vulpin. Retarder la date de semis de 15 jours permet de réduire les populations de 36 % ainsi que la vigueur et le nombre des panicules de chaque pied. Les rendements très faibles observés en 2013 pour la première date de semis (D1) sont principalement imputables à la présence importante de jouets du vent.

En conclusion, reporter la date de semis serait un moyen agronomique efficace pour esquiver la période de levée préférentielle de certaines adventices automnales en particulier les graminées à fort pouvoir concurrentiel tels que le vulpin et le jouet du vent.

Impact du report de la date de semis sur le rendement en froment

D'une part, dans les parcelles désherbées, les rendements moyens, quelle que soit la densité de semis utilisée, tendent à baisser avec le retard de la date de semis.

D'autre part, dans les parcelles non désherbées, les rendements moyens les plus satisfaisants ont été obtenus pour les dates de semis intermédiaires (fin octobre, mi-novembre), qui représentaient le meilleur compromis entre le développement des adventices et celui du froment.

Axe III Influence de passages avec une herse étrille

Impact du désherbage mécanique sur la matricaire camomille

Le désherbage mécanique avec une herse étrille peut réduire les populations de matricaire camomille. En effet, malgré la faiblesse de densité en adventices dans l'essai réalisé durant la saison culturale 2009-2010, une réduction des populations de matricaires est observée suite au premier passage de la herse étrille. Durant la saison culturale 2010-2011, la tendance avait été plus forte avec une réduction de présence d'adventices augmentant avec le nombre de passages. Il en était de même durant la saison culturale 2011-2012 où, dans les deux essais,

3. Lutte contre les mauvaises herbes

une diminution du nombre d'adventices est également observée avec l'augmentation du nombre de passage de la herse.

Globalement, il faut effectuer plusieurs passages avec la herse étrille pour s'assurer d'un impact significatif ; en effet, après un premier travail avec la herse, il est fréquent d'observer de nouvelles levées de matricaires consécutives au léger travail du sol effectué par les dents de la herse qui met de nouvelles graines dans un contexte favorable à leur germination. Les très jeunes plantules qui en résultent sont facilement détruites par le passage suivant de la herse.

Le désherbage mécanique n'a eu d'influence sur la production de capitules que dans l'essai « Cimetière » avec une diminution de celle-ci corrélée à une augmentation du nombre de passages de l'outil.

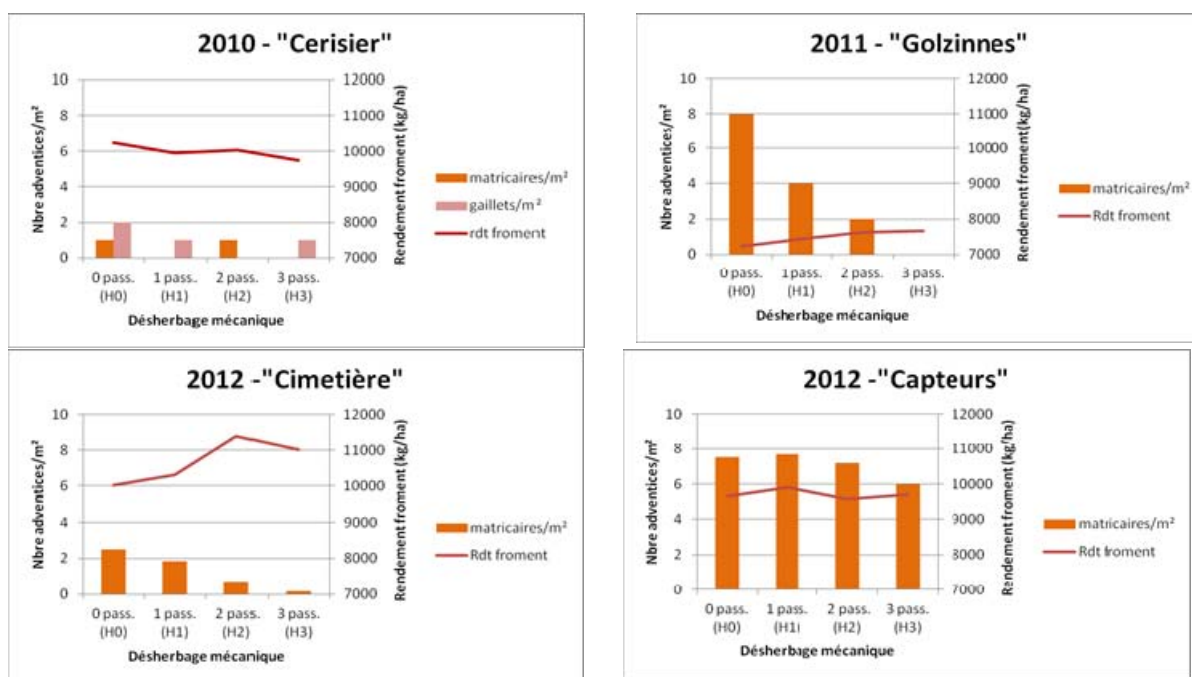
Impact du désherbage mécanique sur le vulpin des champs

Durant la saison culturale 2012-2013 où le vulpin était prédominant au sein des parcelles expérimentales, il n'a pas été démontré d'effet significatif du passage de la herse étrille sur le nombre de vulpins recensés. Cependant des pourcentages de réduction cumulés de 10 et 17 % ont été obtenus et ce, après 1 passage ou 3 passages respectivement.

Le nombre de passages a cependant impacté significativement la production d'épis par m². La modalité « 2 passages » s'est avérée la plus efficace avec un pourcentage de réduction du nombre d'épis de vulpin par m² de 45 %.

Impact du désherbage mécanique sur le rendement en froment

Les passages de la herse n'ont affecté ni le rendement, ni d'autres paramètres relatifs à la culture tels que le nombre d'épis ou la taille du froment (Figure 3.4).



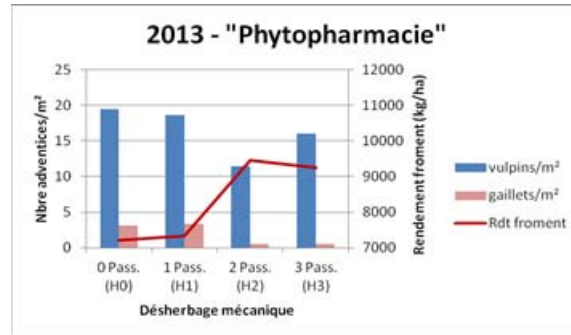


Figure 3.4 – Nombre d'adventices par m² et rendement du froment (en kg/ha) en fonction du nombre de passage avec la herse étrille au cours des saisons 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 et 2012-2013 à Gembloux.

1.3 Conclusions

Le labour, via l'incorporation des semences en profondeur, a limité le potentiel de levée du vulpin, mauvaise herbe caractérisée par un taux annuel de décroissance du stock semencier élevé. En revanche, ce type de travail du sol peut remonter des graines viables enfouies les années précédentes, comme celles de matricaires. Le labour n'est cependant pas conseillé en toutes circonstances pour d'autres raisons agronomiques ou économiques (cfr « 2. Implantation des cultures »). Labourer un an sur trois (par exemple) constituerait en termes de contrôle intégré des populations d'adventices une bonne pratique.

Le décalage de la date de semis permet de réduire la pression en adventices, notamment en vulpin, dont la période de germination préférentielle est ainsi esquivée. De plus, les adventices présentes dans les semis tardifs montrent un développement et un potentiel reproducteur moins grands. Malheureusement, ce n'est parfois pas sans conséquences sur l'implantation (en conditions automnales difficiles) de la culture et sa productivité.

Le désherbage mécanique pourrait constituer un outil agronomique supplémentaire pour la gestion des adventices en culture de froment. Cette technique affecte peu le rendement et s'est montrée particulièrement efficace sur des parcelles peu infestées et sur de jeunes adventices. Sa mise en œuvre reste toutefois fort tributaire des conditions climatiques.

Si les trois leviers agronomiques testés se sont montrés capables de perturber directement ou indirectement le développement de la flore adventice d'une parcelle cultivée, elles ne limitent toutefois pas suffisamment la germination et le potentiel reproducteur des adventices. Ces techniques ne sont pas donc à considérer seules mais à envisager dans leur ensemble, avec d'autres moyens agronomiques et une bonne connaissance de l'historique floristique de la parcelle.

La lutte intégrée contre les adventices pourrait se décliner en deux types d'intervention :

- Les leviers agronomiques de fonds, tels que la rotation, le labour, le décalage de la date de semis, influenceraient à long terme et de manière indirectement mesurable la dynamique des populations d'adventices. Leur mise en œuvre serait principalement basée sur l'historique parcellaire ou en réaction à un évènement. Il serait ainsi judicieux de labourer après un échec de désherbage.

- Les interventions annuelles concernant principalement le désherbage chimique ou le désherbage mécanique, influencent directement la dynamique des populations d'adventices et leurs effets sont facilement observables. Ce type d'intervention doit être basé sur l'observation.

Au vu de l'ensemble des résultats obtenus durant ce projet, l'itinéraire cultural idéal devrait se baser sur une combinaison des différentes méthodes de lutte testées. Ainsi, un travail du sol adapté, une date de semis quelque peu retardée (lorsque les conditions météorologiques le permettent) combinée à une densité de semis plus élevée et enfin un désherbage raisonné suivant le niveau de salissement de la parcelle et basé sur la connaissance précise de la biologie des adventices en présence, sont autant de moyens qui devraient permettre une gestion optimale des adventices sur le long terme tout en s'inscrivant dans une démarche de lutte la plus intégrée possible.

Infloweb : <http://www.infloweb.fr/> Site web très intéressant pour mieux connaître les adventices.

Infloweb s'intéresse aux principales mauvaises herbes rencontrées dans les grandes cultures françaises. Le site fournit des connaissances de base indispensables pour aider au raisonnement des stratégies de désherbage compatibles avec les objectifs de la profession agricole.

2 La saison 2013 et ses particularités

F. Henriot

2.1 Automne-hiver 2012-2013

Dans son ensemble, l'automne 2012 s'est caractérisé par des valeurs normales de la température moyenne et de la quantité de précipitations. Le passage d'un temps estival à un temps quasi hivernal eut lieu lors de la troisième décennie d'octobre et fut assez brutal (perte de 15 °C en 6 jours). La dernière décennie de décembre 2012 fut la plus chaude observée depuis 1901. Concernant les précipitations, les mois de septembre et novembre furent plutôt secs tandis que les mois d'octobre et de décembre furent anormalement ou exceptionnellement humides. Les principaux épisodes pluvieux se concentrèrent fin septembre, début octobre, début et fin décembre. A noter que cet automne fut le plus orageux depuis 1981 : 30 jours d'orage (dont 15 en octobre). Ensuite, l'hiver s'est installé avec ses précipitations hivernales et ses alternances de gel et de dégel (janvier et début février 2013).

2.2 Printemps 2013

Le mois de mars fut caractérisé par des températures très exceptionnellement faibles et des précipitations normales, mais régulières après la première semaine. Les premiers désherbages ont pu avoir lieu la première semaine de mars mais la grande majorité des désherbages ont dû être reportés au mois d'avril. Les périodes d'intervention furent également réduites en avril car la première décennie fut froide et la seconde, pluvieuse.

2.3 Automne-hiver 2013-2014

L'automne 2013 est qualifié de normal par l'Institut Royal Météorologique sur le plan de la température moyenne, des précipitations, de la vitesse du vent et de l'ensoleillement. Les températures ont toutefois été anormalement élevées en octobre et en décembre. Les précipitations anormalement élevées du mois de novembre ont pu contrarier les semis de froment et le désherbage des escourgeons et des froments semés précocement.

3 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët

3.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Un essai installé dès l'automne-hiver 2012-2013 avait pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin. Cet essai a été semé le 22 octobre 2012 à Perwez (entre Gembloux et Jodoigne).

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

Le tableau 3.1 reprend les dates d'application et la flore présente. Le tableau 3.2 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la figure 3.1 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins effectués en juillet 2013.

Tableau 3.1 – 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	BBCH 21	BBCH 25	
Perwez	27/11/2012	8/03/2013	15/04/2013	52 vulpins (BBCH 13-25)

Tableau 3.2 – 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% flupyr-sulfuron + 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 très satisfaisants (Figure 3.5), voire presque parfaits pour le MALIBU, le HEROLD SC et le LIBERATOR. Le mélange DEFI + AZ 500 présentait quant à lui 91% d'efficacité.

Parmi les traitements effectués début mars au **stade début tallage**, le mélange JAVELIN + PUMA S EW, incluant un produit foliaire, montrait une efficacité plus que correcte de 97%. Le LEXUS XPE (87%) et l'ATTRIBUT (80%) étaient en retrait.

Le comportement des produits foliaires, appliqués à la mi-avril au **stade plein tallage**, fut complètement insatisfaisant. Les produits à base de *mesosulfuron* (ATLANTIS WG et OTHELLO) peinaient à atteindre 75% d'efficacité. Le CAPRI (65%), un inhibiteur de l'ALS comme le *mesosulfuron*, suivait tandis que l'AXIAL s'écrasait totalement (38%). L'ajout de PUMA S EW à l'AXIAL permettait tout de même d'obtenir le meilleur résultat : 77%.

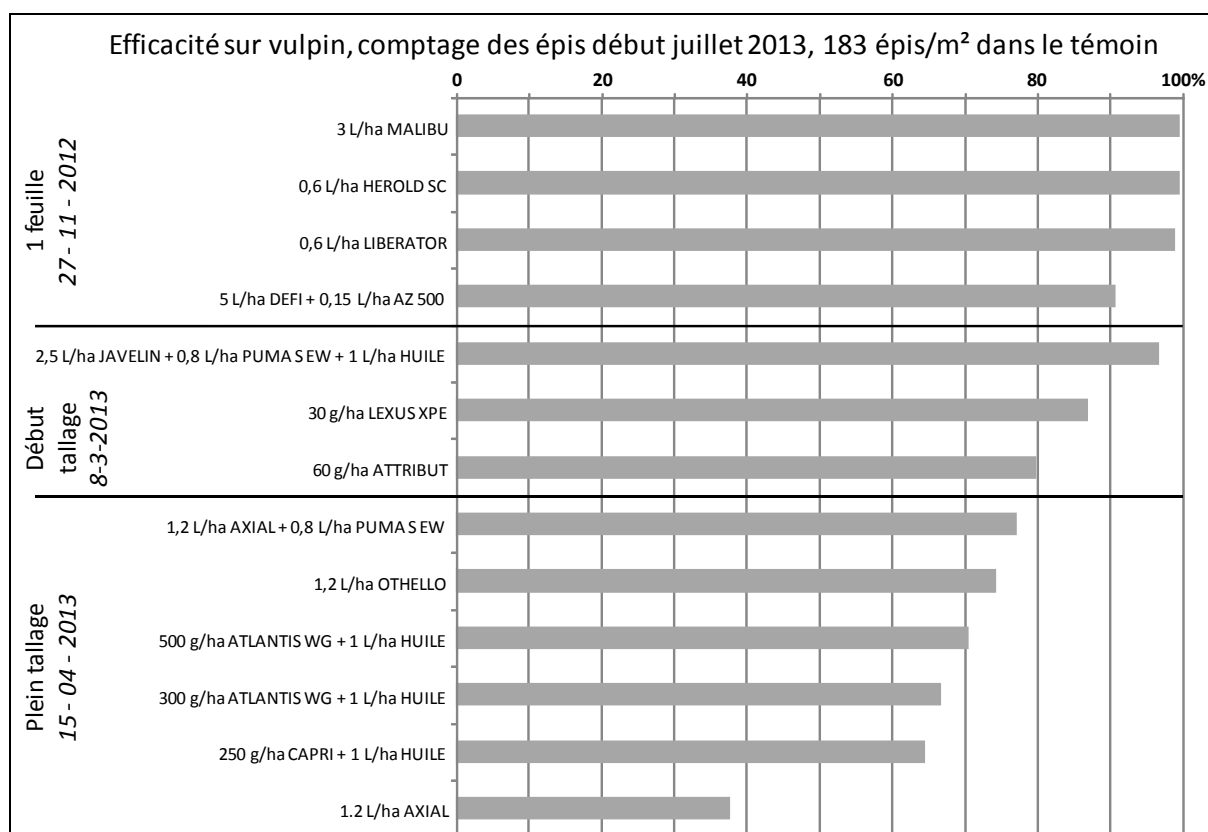


Figure 3.5 – Efficacité (%) calculée selon la formule :

$$[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100.$$

Conclusions

- L'efficacité des traitements appliqués au stade 1 feuille (MALIBU, HEROLD SC, LIBERATOR et DEFI + AZ 500) fut excellente. Les précipitations importantes qui ont suivi l'application, conjuguées au stade précoce atteint par les vulpins au moment de l'application (maximum une feuille), sont certainement à l'origine de ce bon

comportement. Comme conseillé depuis plusieurs années, les traitements d'automne à base de *flufenacet* (HEROLD SC, LIBERATOR et MALIBU), souvent imparfaits (de l'ordre de 95%), devraient être réservés à certaines situations délicates (infestations importantes de graminées, semis très précoces, résistance aux autres modes d'action, ...) et complétés par un produit foliaire au printemps.

- Depuis quelques années, les applications de sortie d'hiver, généralement basées sur l'emploi d'un produit racinaire (JAVELIN, LEXUS XPE, ATTRIBUT, ou tout autre produit comparable), se révèlent rarement satisfaisantes. Cette année encore, l'ajout d'un produit foliaire comme le PUMA S EW dès la sortie de l'hiver améliore sensiblement le résultat. Cela confirme qu'un désherbage basé sur un produit racinaire doit obligatoirement être complété par un foliaire s'il n'a pu avoir lieu assez tôt, sur des graminées peu développées et sur un sol suffisamment humide (février).
- Dans cet essai, appliqués dans de bonnes conditions (15°C et 70%HR) sur des vulpins ne dépassant pas le stade plein tallage, tous les produits foliaires furent décevants. La présence de vulpin résistant est dès lors suspectée et des analyses sont en cours afin de déterminer leur profil de résistance.

3.2 Nuisibilité du vulpin en froment d'hiver

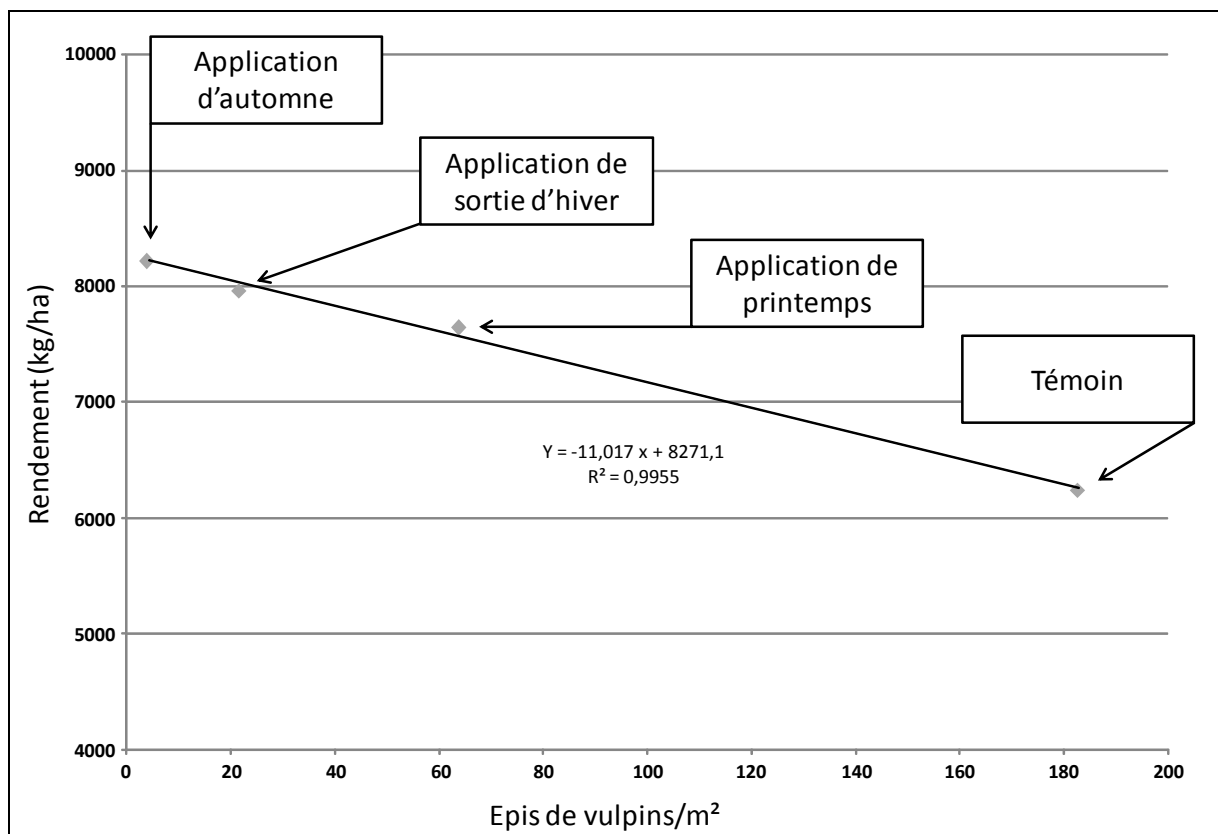


Figure 3.6 – Nuisibilité du vulpin.

Afin d'évaluer la nuisibilité du vulpin et la compétition qu'il exerce sur la culture, l'essai de Perwez, dont les résultats ont été présentés ci-dessus, a été récolté.

La Figure 3.6 met en relation, pour chaque période d'application, la quantité d'épis de vulpin retrouvée après traitement avec le rendement. Dans le cadre de cet essai, le potentiel de rendement, en absence de vulpin, était de l'ordre de 8300 kg/ha et un épi de vulpin par mètre carré faisait perdre 11 kg/ha de grains. Les applications de printemps laissant en moyenne 60 épis de vulpin par mètre carré ont ainsi occasionné une perte de l'ordre de 600 kg/ha.

3.3 Le point sur l'efficacité des mélanges d'antigraminées

Depuis 2010, huit essais ont été installés en culture de froment d'hiver afin d'évaluer l'efficacité de différentes combinaisons de produits antigraminés.

Le protocole mettait en œuvre deux antigraminées principaux, l'ATLANTIS WG et le CAPRI, auxquels était ajouté un antigraminée complémentaire, le CAPRI (seulement pour l'ATLANTIS WG), le LEXUS XPE ou l'AXIAL. Afin de ne pas masquer les effets en utilisant des doses « trop efficaces », les antigraminées, principaux comme complémentaires, ont été utilisés à doses réduites (figure 3.7). Les antigraminées principaux ont également été appliqués seuls. Tous les traitements ont été pulvérisés avec 1 L/ha d'ACTIROB B.

Le tableau 3.3 reprend les dates d'application et la flore présente. Le tableau 3.4 détaille la composition des produits utilisés, et la figure 3.7 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins en juin.

Tableau 3.3 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Date d'application	Stade du froment	Flore présente dans les témoins	
			lors de l'application (pl/m ²)	lors du comptage (épis/m ²)
Pellaines	13/04/2010	BBCH 29	56 vulpins (BBCH 29-45)	20
Slijpe	15/04/2010	BBCH 29	11 vulpins (BBCH 21-32)	213
Wasmès	08/04/2011	BBCH 29-30	9 vulpins (BBCH 21-25)	8
Couthuin	22/03/2011	BBCH 25	48 vulpins (BBCH 21-25)	27
Jodoigne	22/03/2012	BBCH 25	44 ray-grass (BBCH 13-25)	158
Les Isnes	28/03/2012	BBCH 25-29	9 vulpins (BBCH 25-29)	42
Lavoir	25/04/2013	BBCH 25	5 vulpins (BBCH 21-25)	107
Roselies	16/04/2013	BBCH 25	7 vulpins (BBCH 21)	15

Tableau 3.4 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B	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% pyroxulam + 7.5% safener
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyrsulfuron + 16.7% metsulfuron

Résultats – discussion

En moyenne sur l'ensemble des huit essais (figure 3.7), l'ATLANTIS WG (200 ou 300 g/ha) pulvérisé seul présentait une efficacité supérieure à celle du CAPRI (89,8% contre 84,0%). Au contraire du LEXUS XPE, l'ajout d'AXIAL aux deux antigraminées principaux a permis d'améliorer sensiblement l'efficacité : +6,4% avec CAPRI et +3,9% avec ATLANTIS WG (200 ou 300 g/ha). Le mélange ATLANTIS WG + CAPRI proposait le meilleur résultat

(94,5% d'efficacité), toutefois équivalent à 500 g/ha d'ATLANTIS WG (94,0%) et au mélange ATLANTIS WG + AXIAL (93,7%).

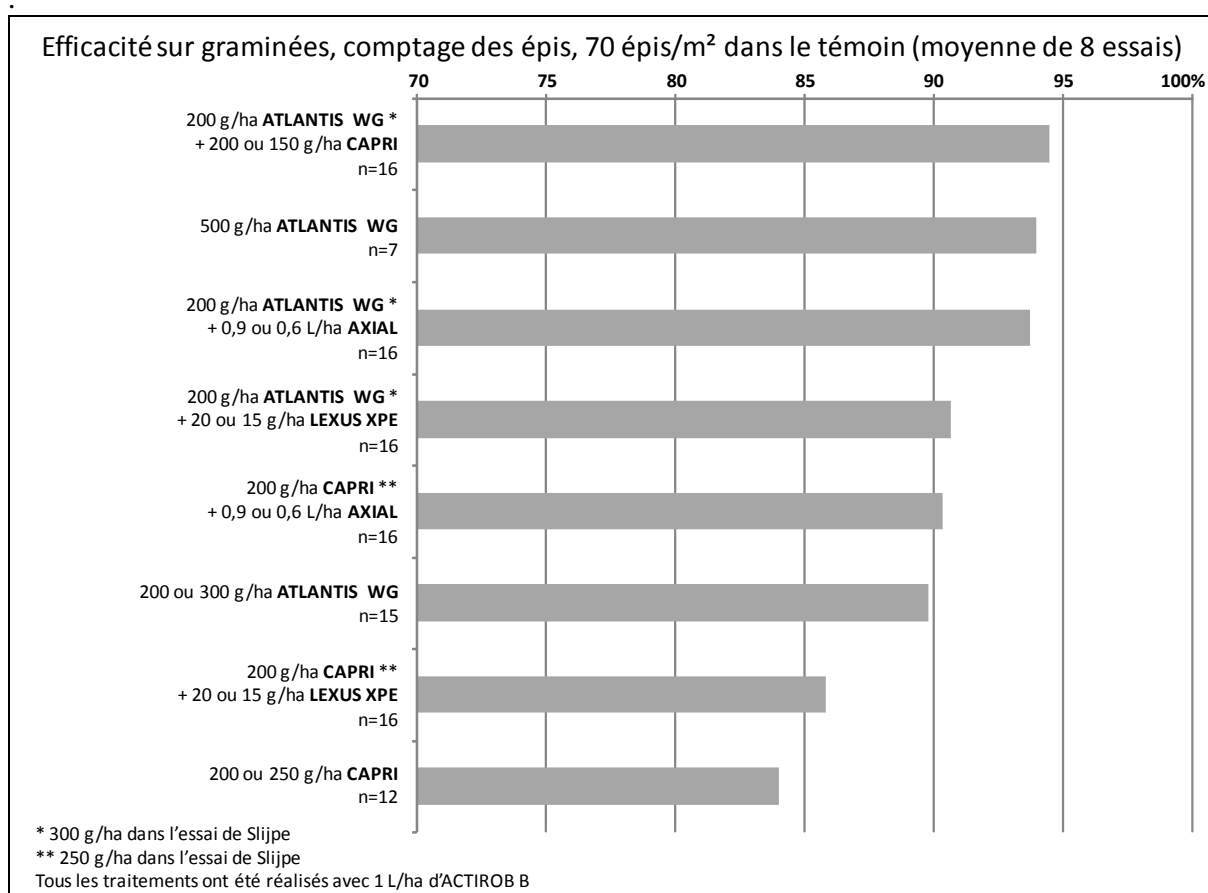


Figure 3.7 – Efficacité (%) calculée selon la formule :
 $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100.$

Discussion - conclusions

Ces essais, réalisés avec des doses réduites d'antigraminées, illustrent la robustesse des mélanges testés. De tels mélanges ne sont pas recommandés pour autant. En effet, les experts s'accordent sur quelques principes à suivre pour prévenir l'apparition d'adventices résistantes :

- l'application en séquence (l'un, puis l'autre) est préférable au mélange de deux produits de modes d'action différents ;
- l'application en mélange de deux produits de même mode d'action est acceptable si les doses mises en œuvre restent élevées ;
- de manière générale, toujours employer la dose agréée.

Ces consignes relatives à l'utilisation de l'arsenal chimique ne doivent cependant pas occulter la possibilité d'interventions agronomiques. En effet, si viser le 100% d'efficacité pour lutter contre les graminées adventices et prévenir l'apparition de résistance constitue l'objectif, la finesse est d'y parvenir avec le moins d'herbicide possible. Le concept de lutte intégrée est d'ailleurs parfaitement en phase avec la stratégie anti-résistance : lutte agronomique (rotation,

travail du sol, faux semis, conduite culturale,...), choix raisonné des herbicides en fonction de la flore et du stade, introduction, même partielle, du désherbage mécanique,...

3.4 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Au printemps 2013, deux essais visant à étudier divers schémas antidiotylées ont été implantés, l'un à Temploux (Namur), l'autre à Himbe (Ouffet). Tous les traitements ont été réalisés la dernière semaine d'avril 2013 au stade plein à fin tallage (BBCH 25-29) du froment d'hiver.

Le tableau 3.5 reprend les différentes adventices et leur stade de développement au moment de l'application ; le tableau 3.6 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la figure 3.8 présente les résultats des cotations visuelles effectuées 10 semaines après l'application.

Tableau 3.5 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	Stade culture	Espèce	Densité (pl/m ²) ; stade
Temploux	24/04/2013	BBCH 25	Véronique à feuilles de lierre Gaillet	19 ; BBCH 69 2.5 ; BBCH 33-59
Himbe	23/04/2013	BBCH 29	Myosotis Mouron des oiseaux Pensée sauvage Gaillet	13 ; BBCH 14-19 10 ; BBCH 59-65 8 ; BBCH 12-18 5 ; BBCH 33-59

Tableau 3.6 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B	EC	812 g/L huile colza estérifiée
ATLANTIS WG	WG	3% mesosulfuron + 0.6% iodosulfuron + 9% safener
BIATHLON	WG	71,4% tritosulfuron
BIATHLON DUO	WG	71,4% tritosulfuron + 5,4% florasulam
CAPRI	OD	7,5% pyroxsulam + 7,5% safener
FOXPRO D	EC	300 g/L bifenox + 260 g/L mecoprop-p + 92 g/L ioxynil
MEXTRA	EC	290 g/L mecoprop-p + 180 g/L ioxynil
PRIMUS	SC	50 g/L florasulam
SPITFIRE	EC	100 g/L fluroxypyr + 5 g/L florasulam

Résultats - discussion

Dix semaines après l'application, les traitements présentaient des spectres d'activité variés.

Tous les traitements présentaient de bonnes efficacités contre le mouron des oiseaux.

Le MEXTRA, le FOXPRO D et l'ATLANTIS WG étaient insuffisants contre le gaillet.

Contre le mysosotis, seuls les traitements incluant du *florasulam* (SPITFIRE, PRIMUS et BIATHLON DUO) présentaient des efficacités intéressantes.

Comme attendu, la véronique à feuille de lierre n'était maîtrisée que par des traitements comprenant de l'*ioxynil* (MEXTRA et FOXPRO D), du *bifenox* (FOXPRO D) ou du *pyroxsulam* (CAPRI).

Enfin la pensée sauvage restait difficile à combattre. Certains traitements qui devaient normalement donner satisfaction (CAPRI, FOXPRO D et MEXTRA) furent plutôt décevants (46, 68 et 80%, respectivement) tandis que d'autres (PRIMUS et SPITFIRE) furent étonnamment efficaces (66 et 73%, respectivement).

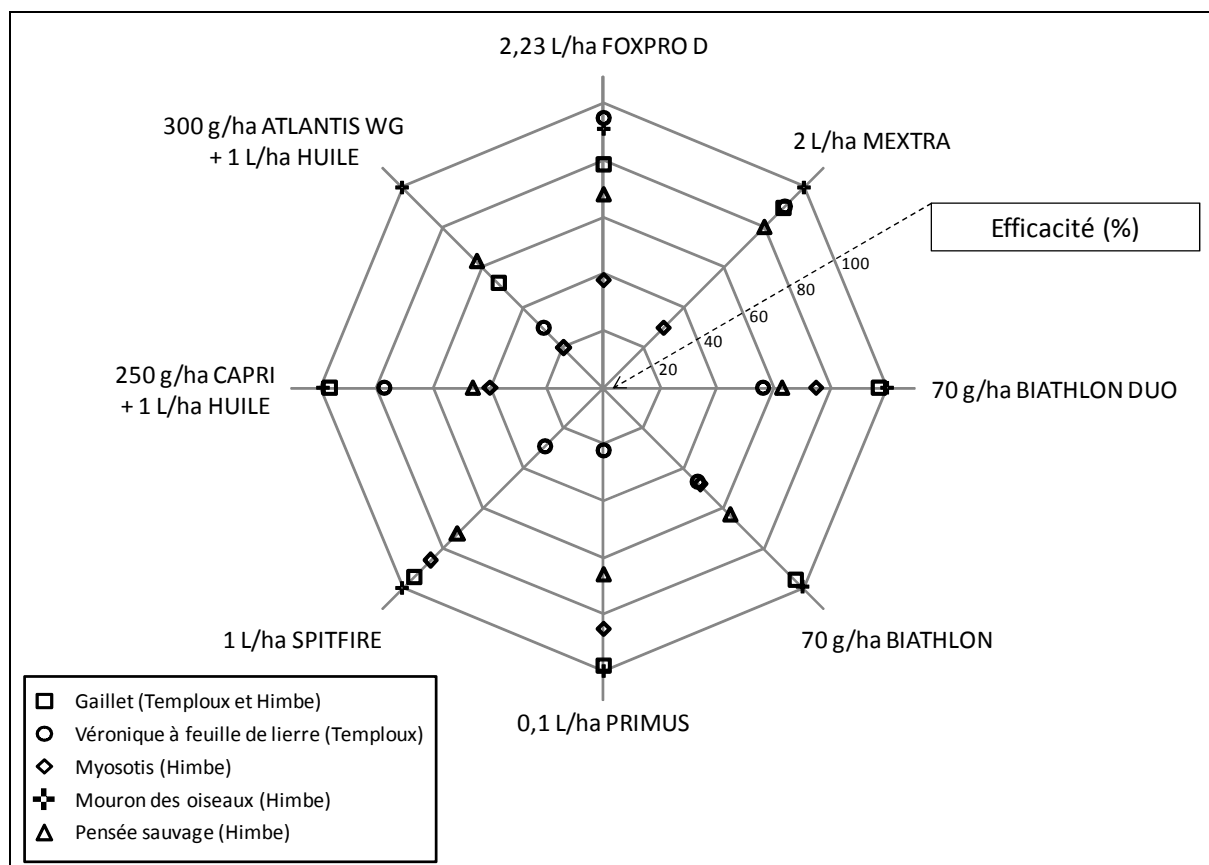


Figure 3.8 – Résultats de l'observation visuelle (efficacité en %) effectuée 10 semaines après les traitements.

3.5 Nouveautés

BIATHLON DUO (BASF)

Le BIATHLON DUO (WG : 71,4% *tritosulfuron* + 5,4% *florasulam*) combine les substances actives du BIATHLON et du PRIMUS. Utilisable dans toutes les céréales sauf le seigle de printemps, dès le stade trois feuilles (dans les céréales de printemps), ou dès le stade début tallage (dans les céréales d'hiver) et jusqu'au stade deux nœuds, sa dose maximale d'emploi de 70 g/ha procure la même quantité de *tritosulfuron* que 70 g/ha de BIATHLON et autant de *florasulam* que 75 mL/ha de PRIMUS. La combinaison de ces deux substances actives en fait un produit efficace contre une large gamme de dicotylées annuelles dont le gaillet, le mouron, les lamiers, la camomille, le coquelicot, ... tout en restant imparfait contre la pensée, le fumeterre et les véroniques.

KALENKOA (Bayer CropScience)

Après l'ATLANTIS WG, le COSSACK, l'ALISTER, le PACIFICA et l'OTHELLO voici un sixième produit contenant le *mesosulfuron* (OD : 9 g/L *mesosulfuron* + 7,5 g/L *iodosulfuron* + 120 g/L *diflufenican* + 27 g/L *mefenpyr*). Le tableau 3.7 fait le point sur la composition de ces produits. Comme tous ces produits, le KALENKOA est avant tout un antigraminée à large spectre mais il est aussi actif contre la majorité des dicotylées classiques. Il peut être utilisé à une dose maximale de 1 L/ha en froment d'hiver et en épeautre dès le stade début tallage et jusqu'au stade fin tallage. Si le KALENKOA est adapté à toute une série de situations, il devra néanmoins être complété en fonction de la flore dicotylées présente.

Tableau 3.7 – Composition des produits contenant du mesosulfuron.

Produit	Dose maximale agréée	Substance active (g/ha)		
		<i>mesosulfuron</i>	<i>iodosulfuron</i>	<i>diflufenican</i>
ATLANTIS WG	300 à 500 g/ha	9 à 15 g/ha	1.8 à 3 g/ha	-
COSSACK	300 g/ha	9 g/ha	9 g/ha	-
ALISTER	1 L/ha	9 g/ha	3 g/ha	150 g/ha
PACIFICA	500 g/ha	15 g/ha	5 g/ha	-
OTHELLO	2 L/ha	15 g/ha	5 g/ha	100 g/ha
KALENKOA	1 L/ha	9 g/ha	7.5 g/ha	120 g/ha

SPITFIRE et STARANE FORTE (Dow AgroSciences)

Dow AgroSciences propose deux nouvelles déclinaisons de produits existants.

Le SPITFIRE (SC : 100 g/L *fluroxypyr* + 5 g/L *florasulam*) est un produit comparable au PRIMSTAR (SC : 100 g/L *fluroxypyr* + 2,5 g/L *florasulam*) et au KART/ATACO (SC : 100 g/L *fluroxypyr* + 1 g/L *florasulam*). Le SPITFIRE est utilisable uniquement au printemps, à une dose maximale de 0,75 L/ha, du stade début tallage au stade premier nœud de toutes les céréales.

Le STARANE FORTE (EC : 333 g/L *fluroxypyr*) est, comme le STARANE (EC : 180 g/L *fluroxypyr*), utilisable uniquement au printemps, du stade début tallage au stade deuxième nœud de toutes les céréales. La dose maximale est cependant limitée à 0,54 L/ha.

4 Recommandations pratiques

F. Henriet

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 "parapluie"). 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 les traitements automnaux, financièrement 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.

Une autre situation justifiant un premier traitement en automne est la présence d'adventices résistantes. Dans ce cas, un traitement d'automne permet une meilleure efficacité du traitement de printemps en présensibilisant les adventices résistantes et en limitant leur développement (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. Roisin, CRA-W, Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux (U9)

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 (sulfonilurées en colza).

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 3.8 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. Lutte contre les 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 3.8 – 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>prosofocarbe</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>prosofocarbe</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>beclufbutamide</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 3.9. 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 3.9 – 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>chlorotoluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	2 et 2 L/ha				
<i>isoproturon</i> et AZ 500 + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) et BACARA + <i>beclubutamide</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)			0,6 L/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	Vérifier		
Cibles : graminées					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				0.9 L/ha	0.9 L/ha
(°) chlortoluro : 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 *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* 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 *prosulfocarbe*.

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 postémersion 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 antigraminées 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, antigraminées 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 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 8 substances actives efficaces utilisables au printemps contre les graminées : l'*isoproturon*, le *flupyrsulfuron*, la *propoxycarbazone*, le *mesosulfuron*, le *clodinafop*, le *fenoxaprop*, le *pinoxaden* et le *pyroxulam*. Le tableau 3.10 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 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 (voir 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 *flupyrsulfuron* est à craindre sur des vulpins plus développés.

3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.10 – 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	plus foliaire que racinaire	21-31 21-31 21-31 21-31 21-29 21-29	00-31	ATLANTIS WG ⁽⁵⁾ COSSACK ⁽⁵⁾ PACIFICA ⁽⁵⁾ ALISTER ⁽⁹⁾ OTHELLO ⁽⁹⁾ KALENKOVA ⁽⁹⁾	300 g/ha ⁽¹⁴⁾ 300 g/ha 500 g/ha 1 L/ha 2 L/ha 1 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 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 : hormones, sulfonyles 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 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), 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 l'*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 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 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. D'autres produits complètent la gamme: l'ALISTER, l'OTHELLO et le KALENKO associant, selon des ratios différents, 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 l'*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 antiodicotylées adapté en présence de camomille ou de gaillet.

4.3.3 Lutte contre les dicotylées

En général, les produits antiodicotylées 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 antiodicotylées 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 antiodicotylées doit avant tout tenir compte des adventices présentes (tableau 3.11) 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.

Tableau 3.11 – 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

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.

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 antidiocotylées de contact ;
 - les sulfonilurées et les antigaminées 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, 221 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 sulfonilurées (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 léthal 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 sulfonilurées (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 sulfonilurées (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.

