

# 3. Lutte contre les mauvaises herbes

F. Henriet

<b>1</b>	<b>LA SAISON 2011 ET SES PARTICULARITES .....</b>	<b>2</b>
1.1	AUTOMNE 2010 .....	2
1.2	PRINTEMPS 2011.....	2
1.3	AUTOMNE-HIVER 2011-2012.....	2
<b>2</b>	<b>EXPERIMENTATIONS, RESULTATS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>3</b>
2.1	LUTTE CONTRE LES GRAMINEES EN FROMENT D'HIVER .....	3
2.2	FLEXIBILITE DES TRAITEMENTS ANTIGRAMINEES .....	6
2.3	LUTTE CONTRE LES DICOTYLEES EN FROMENT D'HIVER .....	9
2.4	NOUVEAUTES .....	11
2.5	REDUCTION DU VOLUME/HECTARE : JUSQU'OU ?.....	12
2.5.1	<i>Introduction</i> .....	12
2.5.2	<i>Description des essais 2011</i> .....	12
2.5.3	<i>Résultats et analyses</i> .....	14
2.5.4	<i>Conclusions</i> .....	17
<b>3</b>	<b>RECOMMANDATIONS PRATIQUES.....</b>	<b>19</b>
3.1	LES GRANDS PRINCIPES.....	19
3.1.1	<i>En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver</i> .....	19
3.1.2	<i>En froment, éviter les interventions avant l'hiver</i> .....	19
3.1.3	<i>Connaître la flore adventice de chaque parcelle</i> .....	20
3.1.4	<i>Exploiter l'apport des techniques culturales</i> .....	20
3.2	TRAITEMENTS AUTOMNAUX .....	21
3.2.1	<i>En escourgeon et en orge d'hiver</i> .....	21
3.2.2	<i>En froment d'hiver</i> .....	23
3.3	TRAITEMENTS PRINTANIER.....	25
3.3.1	<i>Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver</i> .....	25
3.3.2	<i>Lutte contre les graminées en froment</i> .....	25
3.3.3	<i>Lutte contre les dicotylées</i> .....	28
3.4	REUSSIR SON DESHERBAGE, C'EST AUSSI.....	29
3.5	QUID DE LA RESISTANCE? .....	30
3.5.1	<i>En quoi consiste la résistance?</i> .....	30
3.5.2	<i>Prévenir l'apparition de résistances</i> .....	31
3.5.3	<i>Gérer la résistance</i> .....	32

# 1 La saison 2011 et ses particularités

F. Henriet<sup>1</sup>

## ***1.1 Automne 2010***

Jusqu'aux premiers jours de novembre, les céréales ont été semées dans d'excellentes conditions. En revanche, les parcelles semées peu avant les fortes pluies du 9 au 14 novembre ont fréquemment subi des glaçages importants. Avant cet épisode pluvieux, les désherbages d'escourgeon et des premiers froments ont été effectués dans des conditions favorables. Après ces pluies, les pulvérisateurs n'ont pas eu immédiatement accès aux terres. Enfin, à partir de la dernière semaine de novembre, il faisait trop froid pour pulvériser.

## ***1.2 Printemps 2011***

Le printemps précoce a permis les premières opérations de désherbage dès le début du mois de mars mais la grande majorité des pulvérisations a eu lieu durant la seconde quinzaine de mars. Les conditions n'ont cependant pas toujours été idéales notamment à cause du vent, souvent d'origine nordique, et des humidités relatives régulièrement faibles en journée. Dans l'ensemble, les désherbages ont été satisfaisants.

## ***1.3 Automne-hiver 2011-2012***

L'automne doux, sec (spécialement en novembre) et ensoleillé n'a pas contrarié les opérations de désherbage des escourgeons et des froments semés précocement. Cette douceur, qui s'est prolongée jusqu'à la mi-janvier, fut favorable à la croissance des cultures et des adventices. En sortie d'hiver, il faudra aller vérifier le niveau de développement des adventices dans les parcelles, sans doute plus avancé qu'habituellement, et, le cas échéant, adapter le traitement.

---

<sup>1</sup> CRA-W. – Dpt Science du Vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

## 2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriët, F. Anseau<sup>2</sup>

### 2.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Deux essais installés en automne 2010 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin. Le premier essai a été semé le 12 octobre 2010 à Awagne (Dinant), et le second, le 20 octobre 2010 à Acoz (Gerpinnes).

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 juin 2011.

Tableau 3.1 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Dates d'application			Flore présente dans les témoins lors de la 3 <sup>e</sup> application (pl/m <sup>2</sup> )
	BBCH 11-12	BBCH 21	BBCH 25	
Awagne	22/11/2010	15/03/2011	24/03/2011	22 vulpins (BBCH 21-29)
Acoz	23/11/2010	15/03/2011	24/03/2011	89 vulpins (BBCH 21-25)

Tableau 3.2 – 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
ATTRIBUT	SG	70% propoxycarbazone
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
AZ 500	SC	500 g/L isoxaben
CALIBAN DUO	WG	16.8% propoxycarbazone + 1% iodosulfuron + 8% safener
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

<sup>2</sup> CRA-W. – Dpt sciences du vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

#### Résultats - discussion

Les traitements **d'automne** n'ont pas complètement maîtrisé le vulpin (Figure 3.1). Dans l'essai d'Acoz, les niveaux d'efficacité étaient conformes aux observations habituelles ; ils se situaient au-dessus de 95 % pour le MALIBU, le HEROLD SC et le LIBERATOR, et autour de 83 % pour le mélange DEFI - AZ 500. En revanche, dans l'essai d'Awagne, l'efficacité des quatre traitements cités a été anormalement faible : respectivement 85, 83, 78 et 58 %. Cette grande différence d'efficacité entre les deux essais s'explique par le stade des vulpins lors des pulvérisations. En effet, certains vulpins atteignaient déjà le stade deux feuilles (BBCH 12) dans l'essai d'Awagne, alors qu'ils étaient nettement moins développés dans l'essai d'Acoz (maximum une feuille, BBCH 11).

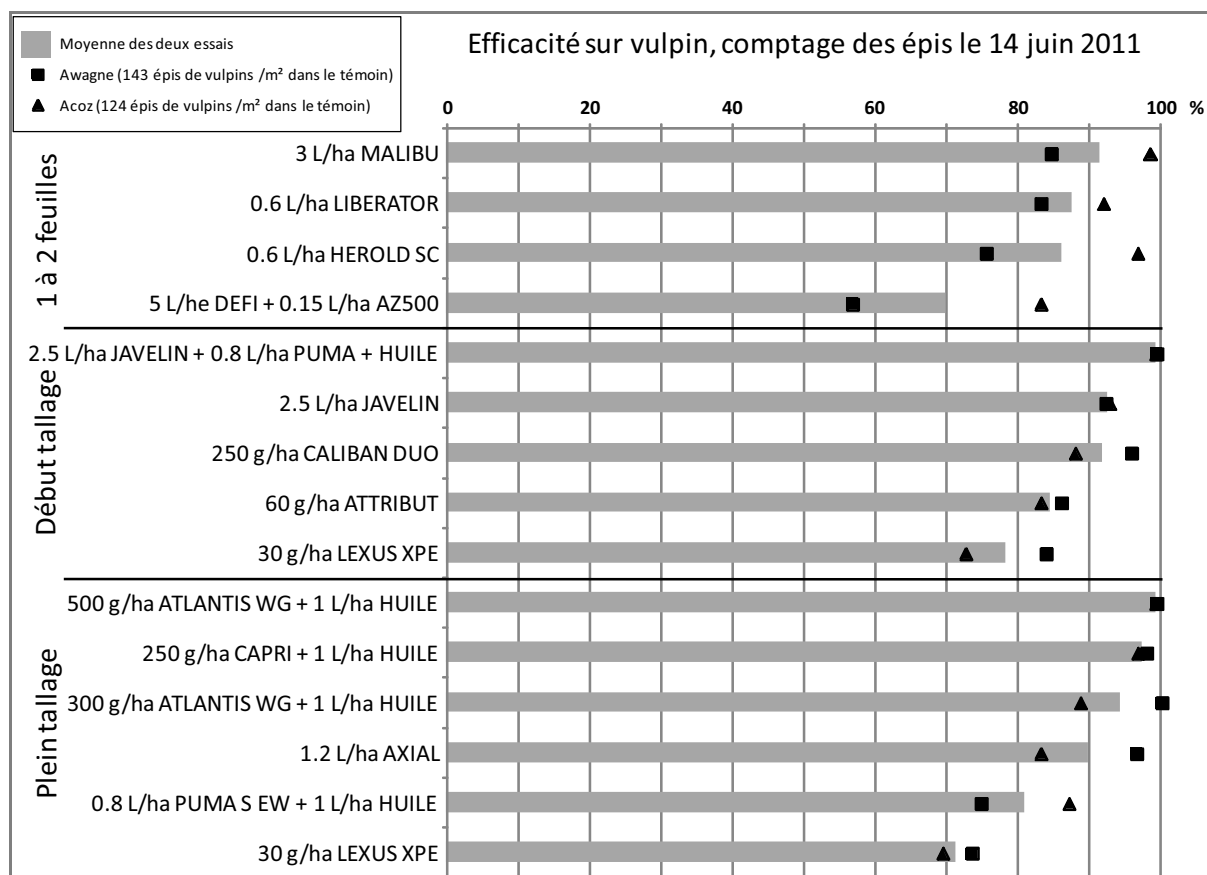


Figure 3.1 – Résultats du comptage des épis. Efficacité (%) calculée selon la formule :  $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$ .

Parmi les traitements effectués au **stade début tallage** (BBCH 21, 15 mars 2011), seul le mélange JAVELIN - PUMA S EW a procuré une efficacité presque parfaite (99%), les autres traitements ne montrant que des efficacités insuffisantes : 92 (JAVELIN et CALIBAN DUO), 85 (ATTRIBUT) et 78% d'efficacité (LEXUS XPE). Le CALIBAN DUO a donné une meilleure efficacité que l'ATTRIBUT, grâce à sa composante en *iodosulfuron*, substance active dotée d'une activité non négligeable contre les graminées. Les conditions climatiques n'ayant pas permis d'accéder aux terres avant la mi-mars, il était probablement déjà un peu tard pour appliquer des produits de sortie d'hiver à forte composante racinaire comme le JAVELIN, l'ATTRIBUT, le CALIBAN DUO ou le LEXUS XPE. En outre, ces traitements

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

n'ont probablement pas pu s'exprimer pleinement à cause de la sécheresse de la seconde quinzaine du mois de mars.

Appliqués au **stade plein tallage** (BBCH 25, 24 mars 2011), l'ATLANTIS WG et le CAPRI ont présenté des efficacités supérieures ou égales à 95%, la forte dose d'ATLANTIS WG (500 g/ha) étant presque parfaite (99%). A doses comparables, le CAPRI (250 g/ha) a, cette année, procuré quelques pourcents d'efficacité de plus que l'ATLANTIS WG (300 g/ha). Les autres traitements étaient insatisfaisants : 90% pour l'AXIAL, 81% pour le PUMA S EW et 71% pour le LEXUS XPE.

#### *Conclusions*

- Malgré leur indéniable efficacité, les traitements d'automne à base de *flufenacet* (HEROLD SC, LIBERATOR et MALIBU), doivent presque systématiquement être complétés par un traitement au printemps. Cette pratique de désherbage n'est donc pas à généraliser, mais à réserver à certaines situations délicates : infestations importantes de graminées, semis très précoces, résistance aux herbicides...
- Les applications de sortie d'hiver à l'aide d'herbicides à forte composante racinaire (JAVELIN, ATTRIBUT, CALIBAN DUO, LEXUS XPE) donnent de bons résultats s'ils sont appliqués tôt, sur des adventices peu développées, et sur un sol suffisamment humide. Dans les conditions du printemps 2011 (intervention assez tardive et relative sécheresse), il était préférable de leur adjoindre un complément efficace contre les graminées, tel que le PUMA S EW.
- Quant aux graminicides foliaires spécifiques, seuls les produits à base de *mesosulfuron* (ATLANTIS WG, etc.) ou de *pyroxsulam* (CAPRI, etc.), utilisés à dose pleine, peuvent contrôler les vulpins dans la majorité des situations rencontrées. En effet, les inhibiteurs de l'ACCase (AXIAL et PUMA S EW), n'atteignent plus les performances des produits précités. De plus, leur efficacité est assez irrégulière. En froment, ils ne devraient plus constituer la base du désherbage mais plutôt être considérés comme des compléments dans des contextes difficiles.

## 2.2 Flexibilité des traitements antigraminées

Deux essais installés au printemps 2011 avaient pour objectif de comparer la flexibilité des herbicides antigraminées contre le vulpin quant à la période d'application. Le premier essai était situé à Strée (Huy) et le second à Perwez.

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

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 3.2 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins en juin 2011.

Tableau 3.3 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Dates d'application			Flore présente dans les témoins lors de la 3 <sup>e</sup> application (pl/m <sup>2</sup> )
	BBCH 21	BBCH 25	BBCH 29	
Strée	11/03/2011	25/03/2011	6/04/2011	39 vulpins (BBCH 21-25)
Perwez	11/03/2011	24/03/2011	7/04/2011	57 vulpins (BBCH 25-29)

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% pyroxsulam + 7.5% safener
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyr sulfuron + 16.7% metsulfuron

### *Résultats – discussion*

Les champs d'essai, choisis pour leur forte infestation en vulpins, ont permis une très bonne discrimination des traitements, d'autant plus que le temps sec (HR 40-45%) observé lors des deux dernières pulvérisations a encore durci l'épreuve. Dans ces conditions, aucun traitement n'a permis une très bonne maîtrise du vulpin.

Le comptage des épis de l'essai de Perwez montre clairement que la première application (BBCH 21, 11 mars 2011) a donné les meilleurs résultats, quel que soit le produit considéré. Cette application présente une efficacité globale de 87% (LEXUS XPE non compris). Les deux doses d'ATLANTIS WG procurent des efficacités comparables de l'ordre de 96%. Le CAPRI atteint 90% d'efficacité, tandis que l'AXIAL et le LEXUS XPE n'obtiennent respectivement que 67 et 58% d'efficacité.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

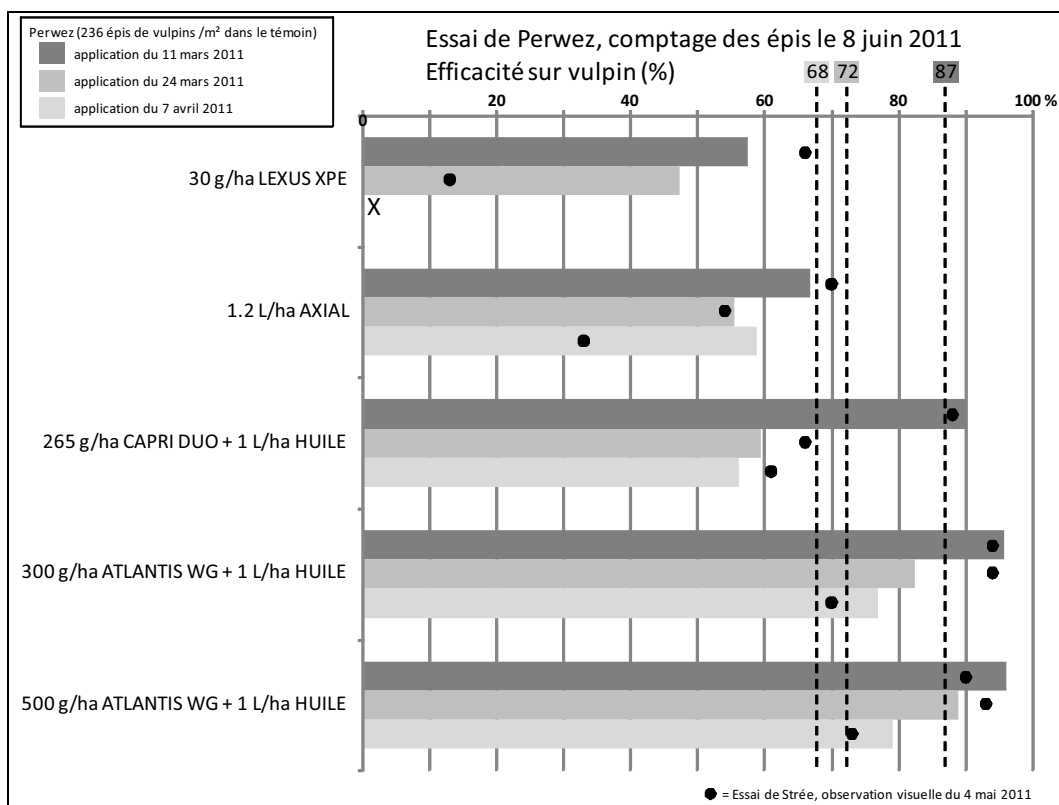


Figure 3.2 – Résultats du comptage des épis. Efficacité (%) calculée selon la formule :  $[1 - (\text{nbre épis obs. dans traitement} / \text{nbre épis obs. témoin})] \times 100$ .

Les deux applications suivantes sont nettement moins performantes : 72 et 68% d'efficacité globale. Le CAPRI et, dans une moindre mesure, l'AXIAL perdent beaucoup d'efficacité entre la première et la seconde date d'application mais très peu entre la deuxième et la troisième. En revanche, la perte d'efficacité de l'ATLANTIS WG est moins brutale, mais se poursuit au-delà de la deuxième date.

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

Dans l'essai de Strée, des orages assez violents ont occasionné d'importants bris de tiges de vulpin ; l'efficacité des traitements herbicides n'a malheureusement pas pu être quantifiée par les comptages d'épis prévus en juin. Seule l'observation visuelle réalisée le 4 mai 2011, un mois après les derniers traitements, donne une idée de l'efficacité des traitements comparés (Figure 3.2). Cette observation confirme les tendances observées dans l'essai de Perwez, malgré le fait qu'à cette date, elle n'illustre probablement qu'une action encore incomplète des traitements.

#### *Conclusions*

Les deux essais visant à mesurer le niveau de flexibilité des traitements antigaminées, ont donné des résultats très explicites. En 2011, il fallait traiter tôt : reporter la pulvérisation du 11 au 24 mars s'est traduit par une perte d'efficacité sensible pour tous les produits.

L'ATLANTIS WG et l'AXIAL ont mieux résisté au report de traitement que le CAPRI. Ce dernier se présente comme le produit le moins « flexible », soit quant au stade de développement des vulpins, soit quant aux conditions météorologiques lors du traitement. En effet, aux deux dernières dates d'application, il faisait très sec : l'humidité relative oscillait entre 40 et 45%. La sécheresse, rarement rencontrée avec une telle intensité au printemps, pourrait être plus défavorable à l'efficacité du CAPRI qu'à celle des deux autres produits.



## ***2.3 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver***

Au printemps 2011, un essai visant à étudier divers schémas antidicotylées a été implanté à Seny (entre Huy et Ouffet). Tous les traitements ont été réalisés le 25 mars 2011 au stade fin tallage (BBCH 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 3.3 présente les résultats des cotations visuelles effectuées 28 jours après les traitements.

Tableau 3.5 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	Stade culture	Espèce	Densité (pl/m <sup>2</sup> ) ; stade
Seny	25/03/2011	BBCH 29	Matricaire Gaillet Véronique à feuilles de lierre Vulpin	44 ; BBCH 12-18 13 ; BBCH 34 7 ; BBCH 18-59 16 ; BBCH 11-12

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
AXIAL	EC	50 g/L pinoxaden + 12.5 g/L safener
BIATHLON	WG	71.4% tritosulfuron
COSSACK	WG	3% mesosulfuron + 3% iodosulfuron + 9% safener
CAPRI DUO	WG	7.1% pyroxsulam + 1.5% florasulam + 7.1% safener
LEXUS XPE	WG	33.3% flupyrsulfuron + 16.7% metsulfuron
PRIMUS	SC	50 g/L florasulam
STARANE	EC	180 g/L fluoxypyr
TEST 01		Produit à l'essai
TEST 02		Produit à l'essai

### ***Résultats - discussion***

Le 22 avril 2011, 4 semaines après l'application, tous les traitements présentaient des efficacités similaires contre la camomille matricaire (85-94%) et le gaillet gratteron (88-93%). Plus tard, le 7 juin 2011, 74 jours après l'application, tous les traitements étaient notés parfaitement efficaces (100%) contre ces deux adventices, excepté le mélange AXIAL - TEST 01 (65% contre camomille).

Les résultats étaient légèrement plus contrastés contre la véronique à feuilles de lierre (Figure 3.3). L'ATLANTIS WG excepté (73%), les autres traitements montraient 83 à 93% d'efficacité, ce qui était semblable à la référence CAPRI DUO (86%). Associés à l'AXIAL (antigraminées spécifique), les deux produits en test, et particulièrement le « TEST 01 », ont procuré des efficacités intéressantes. Comme attendu, le STARANE n'a pas permis d'améliorer l'efficacité du COSSACK contre cette adventice.

Accessoirement, tous les traitements se sont révélés parfaitement efficaces contre le vulpin mais l'infestation du champ par ce dernier était très faible (16 épis /m<sup>2</sup> dans le témoin lors du comptage du 7 juin 2011).

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

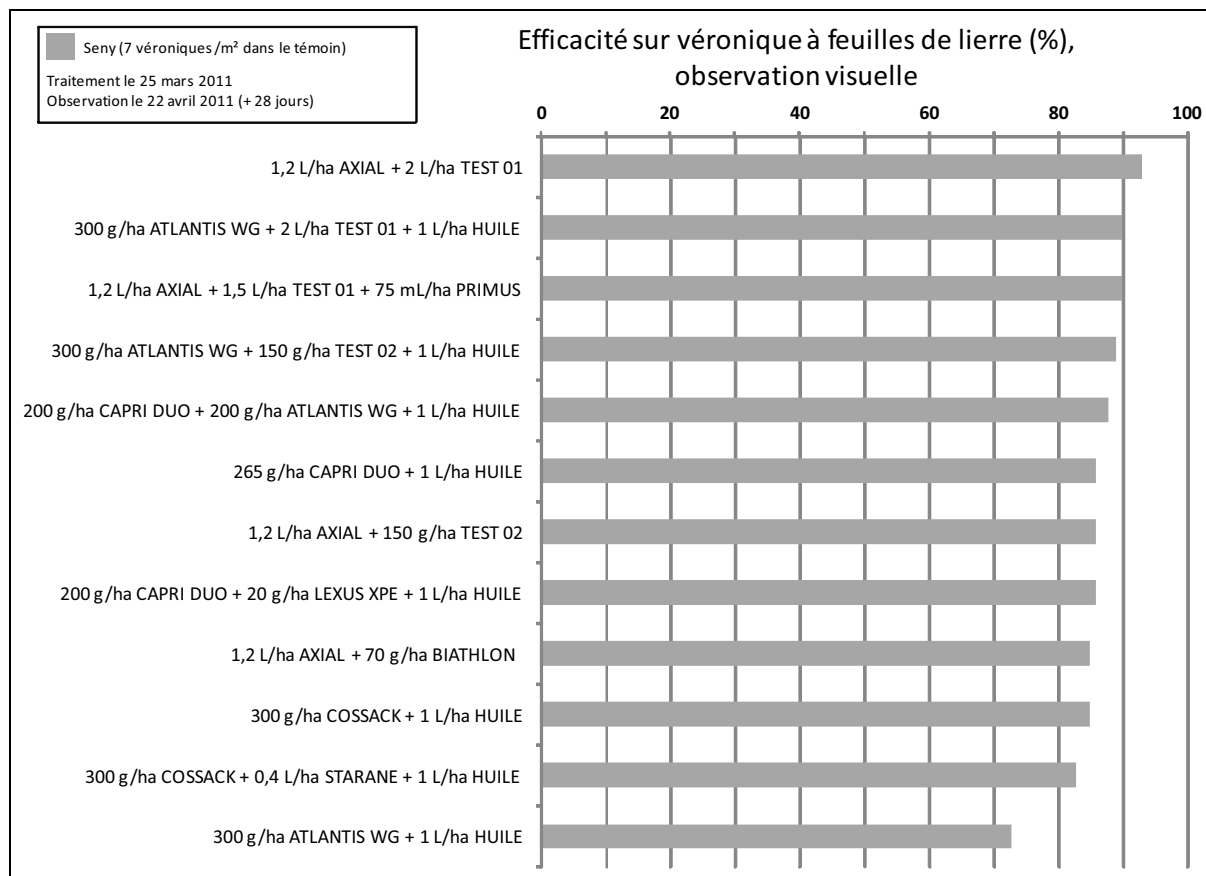


Figure 3.3 – Résultats sur véronique à feuilles de lierre (observation du 22 avril 2011).

#### Conclusions

- Dans l'ensemble, les traitements ont bien fonctionné et les parcelles étaient propres en fin de saison. Certains d'entre eux ont cependant montré l'une ou l'autre faiblesse :
  - l'ATLANTIS WG, comme toujours, reste en retrait contre véronique à feuilles de lierre. Le COSSACK, renforcé en *iodosulfuron*, permet d'améliorer le résultat sur la même adventice, mais ce type de mauvaise herbe, au même titre que les violettes et les lamiers, reste le point faible des Sulfonylurées et des hormones (comme le STARANE dans cet essai) ;
  - le TEST 01 fut déficient contre camomille. Il conviendra de confirmer cette observation dans d'autres essais.
- Grâce aux adventices présentes dans l'essai, les deux produits en test ont dévoilé une partie de leur spectre. Celui-ci reste à préciser mais ces produits ont certainement leur place dans certains schémas de désherbage, notamment ceux basés sur des antigaminées spécifiques.
- Dans la situation de faible infestation en vulpins, la composante antigaminées des traitements a pleinement joué son rôle.

#### 2.4 Nouveautés

Il n'y a pas eu de nouveautés agréées depuis l'année dernière. Seules des formulations comparables à d'autres déjà présentes sur le marché ont été homologuées. Le tableau 3.7 liste les produits génériques et les nouvelles formulations qui ont été agréées au cours de cette dernière année.

Tableau 3.7 – Produits génériques agréés depuis l'année dernière.

<b>Produit original</b>	<b>Formulation</b>	<b>Produits comparables</b>
ALLIE	SG ; 20% <i>metsulfuron</i>	SAVVY (WG)
HARMONY M	SG ; 40% <i>thifensulfuron</i> + 4% <i>metsulfuron</i>	RACING EXTRA (WG ; 68% + 7%)
MATRIGON	SL ; 100 g/L <i>clopyralide</i>	MATRIGON SG (SG ; 72%)
REGLONE	SL ; 200 g/L <i>diquat</i>	BROGUE, IT DIQUAT, QUICKFIRE
ROUNDUP	SL ; 360 g/L <i>glyphosate</i>	GLYFO TDI, GLYPHOFIT 360 SL, ROSATE GREEN, SILVIO, ROUNDUP FORCE, SYMBOL
STARANE	EC ; 180 g/L <i>fluroxypyr</i>	GAT STAKE 200 EC (200 g/L) HATCHET XTRA (200 g/L)
STOMP 400 SC	SC ; 400 g/L <i>pendimethaline</i>	CINDER CS (CS) METALINE

## **2.5 Réduction du volume/hectare : jusqu'où ?**

F. Henriet<sup>3</sup>, B. Huyghebaert<sup>4</sup>, E. Pitchugina<sup>5</sup>, G. Dubois<sup>4</sup>, H. Michels<sup>6</sup>, V. Planchon<sup>5</sup>

### **2.5.1 Introduction**

L'année dernière, nous avons fait part de nos premiers résultats de l'impact de la diminution du volume/hectare (de 200 à 100 L/ha) sur la qualité des dépôts de pulvérisation et, in fine, sur l'efficacité biologique du traitement [1]. Nous avons alors montré que cette réduction diminue de façon proportionnelle le taux de recouvrement (%) de la cible par la pulvérisation. Nous avons également constaté que la taille et le nombre des impacts sont plus liés au calibre et au type de buse utilisés qu'au volume/hectare.

Ces premiers essais nous avaient finalement permis de déjà fixer une limite à la réduction du volume/hectare en montrant que la qualité du dépôt produit par une buse à injection d'air à 100 L/ha devient critique vis-à-vis des standards (densité d'impacts insuffisante et taux de recouvrement faible). Cependant, nous n'avons pas obtenu de confirmation biologique étant donné que les mesures d'efficacité biologique n'étaient malheureusement pas exploitables.

Nous avons reconduit les essais durant l'année culturale 2011 dans des conditions mieux maîtrisées afin de :

- confirmer les premiers résultats par des mesures d'efficacité biologique,
- approfondir la technique de pulvérisation en diminuant le volume/hectare jusqu'à 50 l/ha.

Ce sujet d'étude a toute son importance, car la réduction du volume/hectare permet d'augmenter de façon importante le rendement de chantier et donc de diminuer les coûts de production. Il faut cependant veiller à ne pas perdre en efficacité de traitement ce qu'on a gagné en économie de carburant et surtout de temps.

### **2.5.2 Description des essais 2011**

Les essais consistent en une répétition de l'année 2010 effectués en conditions mieux maîtrisées. Les principales variables étudiées sont :

- volume/hectare : les pulvérisations ont été réalisées pour trois volumes/hectare décroissants : 200 – 100 – 50 L/ha,
- type de buses : deux types de buses ont été utilisés : la buse à fente conventionnelle (XR - Teejet) fortement prisée pour son efficacité et la buse à fente à injection d'air (AI – Teejet) choisie généralement pour son effet anti-dérive,
- mode d'action du produit : deux herbicides à mode d'action différent ont été pulvérisés : AXIAL (EC : 50 g/L *pinoxaden* + 12,5 g/L safener) antigraminées

---

<sup>3</sup> CRA-W. – Dpt Science du Vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

<sup>4</sup> CRA-W. – Dpt Productions des filières – Unité machines et Infrastructures agricoles

<sup>5</sup> CRA-W. – Dpt Agriculture et Milieu Naturel – Unité Systèmes agraires, Territoire et Technologies de l'Information

<sup>6</sup> CRA-W. – Dpt Agriculture et Milieu Naturel – Unité Fertilité des Sols et Protection des Eaux

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

systémique et CAPTURE (SC : 300 g/L *bromoxynil* + 200 g/L *ioxynil* + 50 g/L *diflufenican*) antidicotylées de contact.

Le traitement a été réalisé le 15 avril à l'aide d'un pulvérisateur porté (Hardi) de 15 m de large. La température moyenne de l'air était de 15 °C et l'humidité relative de 63 %. Les paramètres de pulvérisation sont repris dans le tableau 3.8.

Tableau 3.8 – Calibre des buses utilisées, pression et vitesse de pulvérisation en fonction du volume/hectare.

Volume appliqué (L/ha)	Buse à fente conventionnelle (XR – Teejet)			Buse à fente à injection d'air (AI-Teejet)		
	Calibre (ISO)	Pression (bar)	Vitesse (km/h)	Calibre (ISO)	Pression (bar)	Vitesse (km/h)
50	110-01	2.17	8	110-015	3.84	16
100	110-02	2.10	8	110-015	3.84	8
200	110-04	2.14	8	110-03	3.84	8

Le choix des paramètres de pulvérisation a été basé sur ce qui se fait habituellement dans la pratique. Pour réduire le volume/hectare, des calibres de buses décroissants ont été utilisés et dans la mesure du possible la pression de travail et la vitesse d'avancement ont été maintenues à des valeurs moyennes. Il a fallu cependant augmenter fortement la vitesse d'avancement (16 km/h) pour atteindre 50 L/ha avec une buse à fente à injection d'air, étant donné qu'il n'existe pas de calibre ISO inférieur à 110-015 pour ce type de buse.

L'essai a été réalisé au sein d'une parcelle de froment (variété : Expert) du CRA-W. Trois blocs distincts ont été définis où le volume/hectare appliqué était respectivement de 50, 100 et 200 L/ha. La dose/hectare de produit n'a pas été modifiée d'un bloc à l'autre. Chaque bloc a été ensuite subdivisé sur la largeur en 4 bandes de 15 m correspondant aux passages du pulvérisateur. Au sein d'une bande, 3 zones ont été définies :

- zone 1 : de 6 m de large (demi-rampe de gauche), traitée avec la buse à fente conventionnelle,
- zone 2 : de 3 m de large (section à l'arrière de la cuve principale), non-traitée et qui sert de témoin pour les observations biologiques,
- zone 3 : de 6 m de large (demi-rampe de droite), traitée avec la buse à fente à injection d'air.

Perpendiculairement au sens d'avancement du pulvérisateur, 4 bandes de 3 m de large de ray-grass et de coquelicot ont été semé le même jour que le semis du froment (13 octobre 2010) ; l'objectif étant de mesurer l'efficacité biologique du produit systémique (AXIAL, 1 L/ha) sur le ray-grass et du produit de contact (CAPTURE, 1 L/ha) sur le coquelicot. La levée de coquelicot étant malheureusement très hétérogène, les observations biologiques ont finalement été faites sur la matricaire qui était présente et répartie de façon homogène sur l'ensemble de la parcelle.

Deux types d'observations ont été réalisés dans les différents blocs. Premièrement, l'efficacité biologique a été évaluée par comptage des adventices (ray-grass et matricaire) dans les zones traitées et non-traitées.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

Deuxièmement, la qualité des dépôts a été mesurée via l'analyse de papiers hydro-sensibles par imagerie numérique. La qualité des dépôts est caractérisée par :

- le taux de recouvrement de la pulvérisation, exprimé en % de la surface totale de la cible artificielle,
- la densité des impacts : nombre d'impacts par cm<sup>2</sup> quelle que soit leur taille,
- la taille des impacts : diamètre moyen des impacts (µm).

## 2.5.3 Résultats et analyses

### 2.5.3.1 *Efficacité biologique*

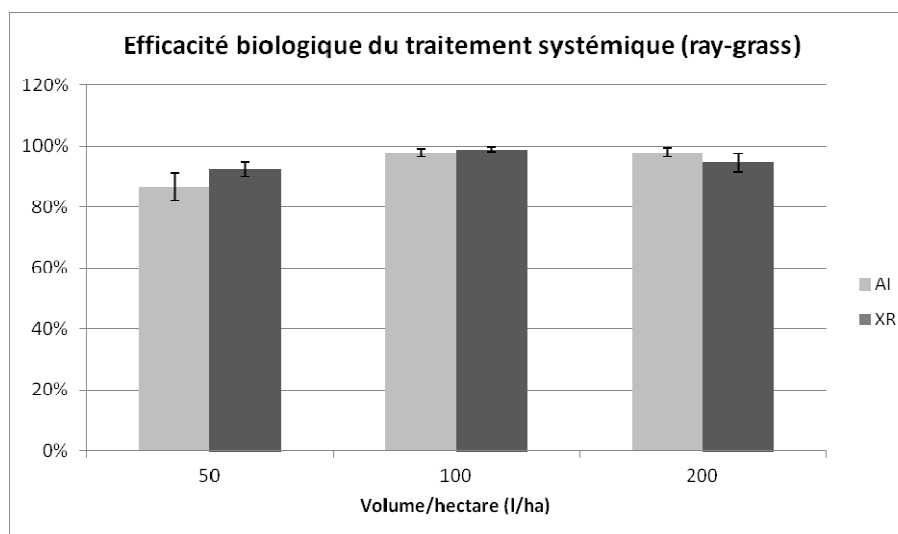
L'efficacité biologique moyenne des traitements systémique et de contact est reprise dans les figures 3.4 et 3.5. Ceux-ci permettent aussi de visualiser par l'intermédiaire d'une barre verticale, la variabilité de chaque efficacité moyenne au travers de leur écart-type respectif.

L'efficacité est évaluée par comparaison du nombre d'adventices dans les zones traitées et non-traitée (témoin). Une efficacité proche de 100 % témoigne du bon fonctionnement du traitement qui a permis d'éliminer pratiquement la totalité des mauvaises herbes.

Le traitement systémique évalué sur ray-grass (figure 3.4) a globalement bien fonctionné avec une efficacité moyenne de 95% tous paramètres confondus. On constate également que la diminution du volume/hectare de 200 à 100 L/ha n'influence pas significativement l'efficacité traitement. De plus, l'usage de la buse à injection d'air (AI) fournit des résultats équivalents à la buse à fente conventionnelle (XR) et à 200 L/ha ils sont légèrement meilleurs sans que cela ne soit significatif d'un point de vue statistique.

La diminution du volume à 50 L/ha induit une perte de l'efficacité du traitement systémique qui n'atteint plus que 89% en moyenne. Ce phénomène est d'autant plus marqué pour les buses à injection d'air (efficacité de 87%) que pour les buses à fente conventionnelles (efficacité de 92%).

Les barres d'erreur verticales sont très réduites, ce qui démontre la grande homogénéité des résultats biologiques de ce traitement systémique.



### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

Figure 3.4 – Efficacité biologique (%) du traitement systémique (AXIAL, 1 L/ha) sur ray-grass en fonction du volume/ha appliqué (50-100-200 L/ha) et du type de buse utilisé (AI ou XR).

Le traitement de contact évalué sur matricaire (figure 3.5) a moins bien fonctionné avec une efficacité moyenne de 71% tous paramètres confondus. Pour ce type de traitement, l'influence du volume/hectare sur l'efficacité est clairement établie. Il y a une rupture d'efficacité pour le traitement à 50 L/ha quelle que soit la buse utilisée.

La buse à fente conventionnelle conserve une bonne efficacité (93 à 94%) lorsqu'on diminue le volume/hectare de 200 à 100 L/ha. Ce qui n'est pas le cas de la buse à injection d'air, dont l'efficacité passe de 90 à 70%. De plus, la barre d'erreur des résultats fournis par la buse à injection d'air à 100 L/ha a une amplitude importante ; ce qui montre que l'efficacité du traitement dans ces conditions d'application est plus variable.

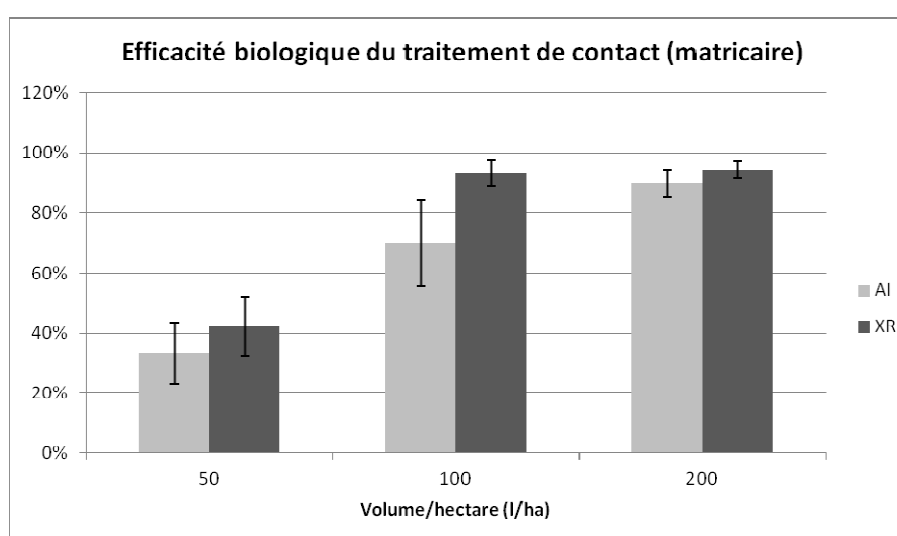


Figure 3.5 – Efficacité biologique du traitement systémique (CAPTURE, 1 L/ha) sur matricaire en fonction du volume/ha appliqué (50-100-200 L/ha) et du type de buse utilisé (AI ou XR).

#### 2.5.3.2 Qualité des dépôts

L'évolution des trois paramètres de qualité des dépôts (taux de recouvrement, densité et diamètre moyen des impacts) est reprise respectivement dans les figures 3.6, 3.7 et 3.8. Ceux-ci permettent également de visualiser l'écart-type de la moyenne des résultats par une barre d'erreur verticale.

Le taux de recouvrement (figure 3.6) est directement proportionnel au volume/hectare. Lorsqu'on diminue le volume/hectare de 200, 100 à 50 L/ha, le taux de recouvrement diminue dans les mêmes proportions : 46%, 23% et 10%. Pour 200 et 100 L/ha, la buse à fente conventionnelle génère un taux de recouvrement légèrement supérieur à celui de la buse à injection d'air, mais sans être réellement significatif d'un point de vue statistique.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

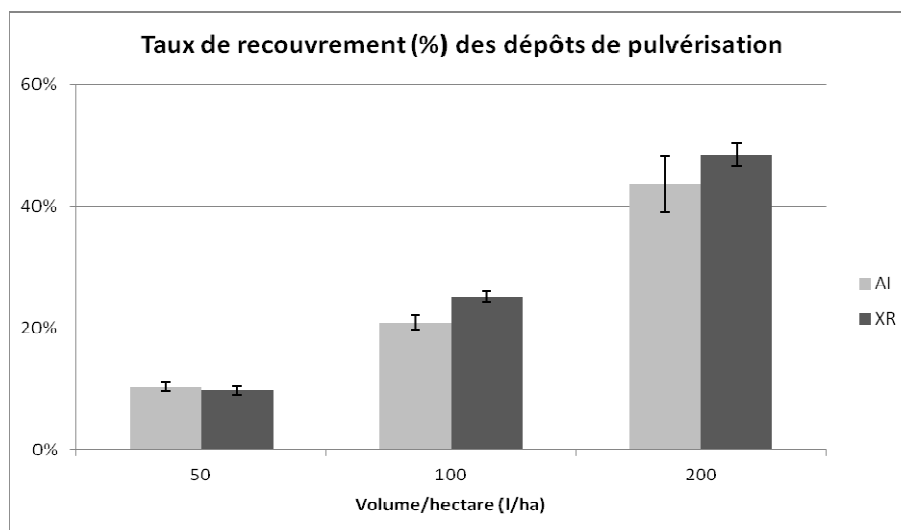


Figure 3.6 – Taux de recouvrement moyen des dépôts de pulvérisation en fonction du volume/ha appliqué (50-100-200 L/ha) et du type de buse utilisé (AI ou XR).

La densité d'impacts (figure 3.7) est un paramètre intéressant. Les deux types de buse présentent un comportement opposé par rapport à ce paramètre. La densité d'impacts des dépôts générés par les buses à fente conventionnelles augmente lorsque le volume/ha diminue : 45 impacts/cm<sup>2</sup> à 200 L/ha, pour 78 impacts/cm<sup>2</sup> à 100 L/ha, pour 110 impacts/cm<sup>2</sup> à 50 L/ha. Par contre, pour la buse à injection d'air, la densité d'impacts a tendance à diminuer progressivement de concert avec le volume/ha : 29 impacts/cm<sup>2</sup> pour 200 L/ha, pour 23 impacts/cm<sup>2</sup> pour 100 L/ha, pour 14 impacts/cm<sup>2</sup> pour 50 L/ha.

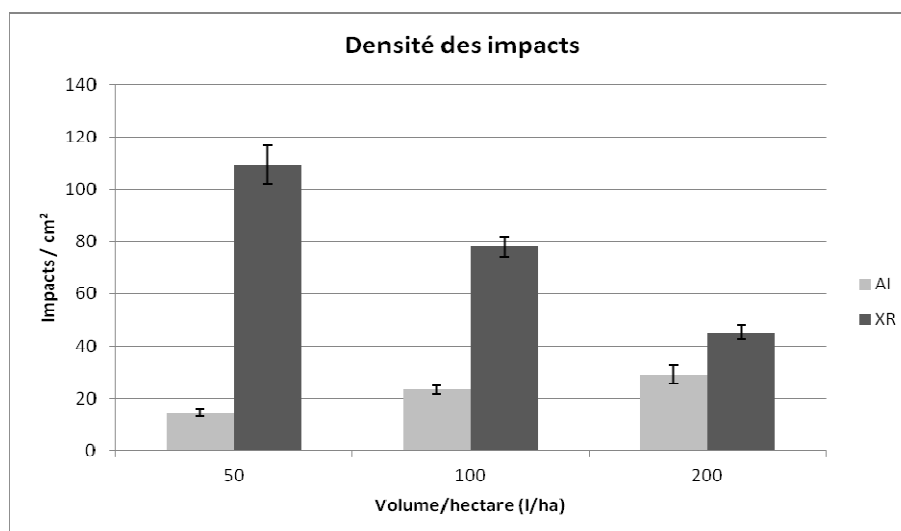


Figure 3.7 – Densité d'impacts moyenne des dépôts de pulvérisation en fonction du volume/ha appliqué (50-100-200 L/ha) et du type de buse utilisé (AI ou XR).

En ce qui concerne le diamètre moyen des impacts (figure 3.8), les deux types de buses ont également un comportement différent. Le diamètre moyen des impacts générés par la buse à injection d'air n'est pas influencé par le volume/ha et reste plus ou moins constant : 763 à 817  $\mu\text{m}$ . Par contre le diamètre des impacts de la buse à fente conventionnelle augmente avec le volume/ha : 624  $\mu\text{m}$  à 200 L/ha, pour 481  $\mu\text{m}$  à 100 L/ha et pour 286  $\mu\text{m}$  à 50 L/ha.



### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

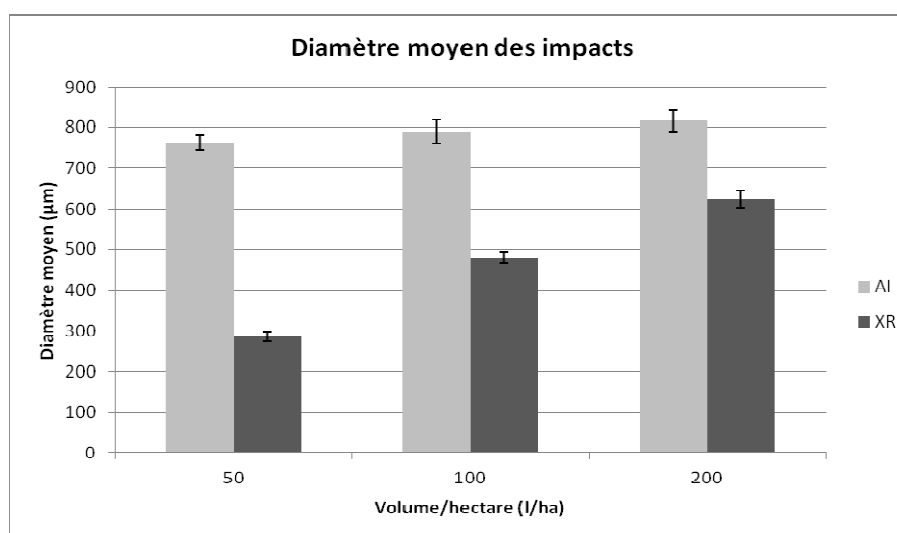


Figure 3.8 – Diamètre moyen des impacts des dépôts de pulvérisation en fonction du volume/ha appliqué (50-100-200 L/ha) et du type de buse utilisé (AI ou XR).

Les résultats techniques corroborent ceux obtenus en 2010. Le taux de recouvrement (%) est une fonction directe du volume/hectare. Par contre, la densité et le diamètre des impacts sont le résultat d'une fonction plus complexe où interviennent le type et le calibre de buses ainsi que le volume/hectare.

Pour faire varier le volume/ha sans changer la pression, des buses de calibre différent ont été choisies (voir tableau 3.8). Il est connu qu'un calibre de buse plus petit génère des gouttes plus fines et plus nombreuses. C'est le cas des buses à fente conventionnelles (XR) : lorsque le volume/hectare diminue, le nombre d'impacts augmente alors que leur diamètre diminue. Par contre, les buses à injection d'air ne suivent pas cette logique : la densité d'impacts diminue avec le volume/hectare et le diamètre moyen des impacts reste pratiquement constant quelque soit le volume/hectare.

#### 2.5.4 Conclusions

Les essais 2011 ont permis d'approfondir la connaissance des mécanismes de pulvérisation et leur implication sur l'efficacité biologique lors du désherbage.

En termes d'efficacité biologique, on constate que la pulvérisation d'un produit systémique est pratiquement indifférente vis-à-vis du volume/hectare appliqué ou du type de buse utilisé. On peut donc diminuer le volume/hectare pour ce type de traitement jusqu'à 100 L/ha. Il faut noter une baisse d'efficacité lorsque le volume/hectare atteint 50 L/ha.

Par contre, la pulvérisation d'un produit de contact, conjuguée à l'utilisation d'une buse à injection d'air, ne supporte pas la diminution du volume/hectare. La solution sera d'utiliser une buse à fente conventionnelle qui permet d'atteindre une efficacité moyenne de 93% à 100 L/ha. Finalement, quel que soit le type de buse utilisé, l'application à 50 L/ha du produit de contact n'a pas permis d'atteindre une bonne efficacité biologique. La limite est donc atteinte. Les résultats techniques des dépôts de pulvérisation confirment ceux obtenus en 2010. Le taux de recouvrement est directement lié au volume/hectare, alors que la densité et le diamètre des impacts sont plutôt tributaires du type et du calibre des buses.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

Il faudra cependant encore approfondir l'étude afin de déterminer le/les paramètres de qualités des dépôts qui jouent un rôle prépondérant dans l'efficacité des traitements de produits de contacts qui restent plus délicats à réussir.

#### Références

[1] B. Huyghebaert, S. Pekel, G. Dubois et Cl. Bodson (2011). *Les limites de la réduction du volume/ha – Résultats 2010*. Livre Blanc, Céréales-Gembloux, Editions Février 2011. Pp 9/29 – 9/34.

## 3 Recommandations pratiques

F. Henriet<sup>7</sup>

### 3.1 Les grands principes

#### 3.1.1 En escourgeon et orge d'hiver, désherber avant l'hiver

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

#### 3.1.2 En froment, éviter les interventions avant l'hiver

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

- Avant l'hiver, le développement des adventices est faible ou modéré.
- Grâce à la gamme d'herbicides agréés aujourd'hui, il est possible d'assurer le désherbage après l'hiver, même dans des situations apparemment difficiles.
- Les applications d'herbicides à l'automne ne suffisent presque jamais et doivent de toute façon être suivies d'un rattrapage printanier.
- Les dérivés de l'urée (*isoproturon* par exemple) se dégradent assez rapidement. Appliqués avant l'hiver, leur concentration dans le sol est trop faible pour permettre d'éviter les levées de mauvaises herbes 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 3.5).

---

<sup>7</sup> CRA-W. – Dpt Science du Vivant – Unité Protection des Plantes et Ecotoxicologie

#### 3.1.3 Connaître la flore adventice de chaque parcelle

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

Il est également très utile d'avoir en tête quelques notions de base à propos de la biologie et de la nuisibilité des adventices. En effet, chaque espèce présente des caractéristiques propres telles que la ou les périodes de levée, les conditions de germination, la profondeur 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.

#### 3.1.4 Exploiter l'apport des techniques culturales

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

##### 3.1.4.1 La rotation

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

##### 3.1.4.2 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.

#### 3.1.4.3 Gestion de l'interculture

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

## 3.2 Traitements automnaux

### 3.2.1 En escourgeon et en orge d'hiver

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 3.9 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 (*pendiméthaline*), l'*isoxaben* ou les pyridinecarboxamides (*picolinafén* 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.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

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

Tableau 3.9 – 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 :	Préém. BBCH 00	1 feuille BBCH 11	2 feuilles BBCH 12	3 feuilles BBCH 13	Tallage BBCH 21
<b>Cibles : graminées et dicotylées classiques</b>					
<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
<b>Cibles : dicotylées</b>					
<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	
<b>Cibles : graminées et dicotylées</b>					
<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)					2 - 3 L/ha
+ <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX)	2 L/ha				2 L/ha
et AZ 500					2-3 et 0.15 L/ha
et BACARA (surtout si risque de jouet du vent)					2 et 1 L/ha
et CELTIC					2 et 2.5 L/ha
<b>Cibles : jouets du vent et dicotylées</b>					
<i>flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		1 L/ha			
<b>Cibles : graminées</b>					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				0,9 L/ha	0,9 L/ha
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

#### 3.2.2 En froment d'hiver

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

Il existe, en fonction du stade de développement atteint par la culture et par la flore adventice en présence, une série de possibilités pour lutter contre les mauvaises herbes durant l'automne. Celles-ci sont reprises dans le tableau 3.10. 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 3.10 – 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
<b>Cibles : graminées et dicotylées classiques</b>					
<i>chlortoluron</i> (°)	<b>3 - 3.25 L/ha</b>				
<i>isoproturon</i>	<b>2,5 L/ha</b>				<b>2.5 L/ha</b>
<i>prosulfocarbe</i>		<b>4 - 5 L/ha</b>			
<b>Cibles : dicotylées</b>					
<i>isoxaben</i> (AZ 500)		<b>0,15 L/ha</b>			
<i>diflufenican</i>		<b>0.375 L/ha</b>			
<b>Cibles : graminées et dicotylées</b>					
<i>chlortoluron</i> et AZ 500	<b>3 et 0.15 L/ha</b>				
<i>chlorotoluron</i> et <i>pendimethaline</i> (STOMP)	<b>2 et 2 L/ha</b>				
<i>isoproturon</i> et AZ 500 + <i>diflufenican</i> (= JAVELIN) et BACARA + <i>beflubutamide</i> (= HERBAFLEX) et CELTIC	<b>2.5 et 0.15 L/ha 2,5 L/ha 2 et 1 L/ha 2 L/ha</b>				
<i>prosulfocarbe</i> et AZ 500		<b>4 - 5 et 0.15 L/ha</b>			
<i>flufenacet</i> + <i>diflufenican</i> (= HEROLD SC)			<b>0,6 L/ha</b>		
<i>flufenacet</i> + <i>pendimethaline</i> (= MALIBU)			<b>3 L/ha</b>		
<b>Cibles : jouets du vent et dicotylées</b>					
<i>flurtamone</i> + <i>diflufenican</i> (= BACARA)		<b>1 L/ha</b>			
<b>Cibles : graminées</b>					
<i>pinoxaden</i> (= AXIAL ou AXEO)				<b>0.9 L/ha</b>	<b>0.9 L/ha</b>
(°) chlortoluron : attention à la sensibilité variétale					
	Optimum	Conseillé	Possible		non conseillé

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

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 toute 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.



## 3.3 Traitements printaniers

Une fois l'hiver terminé, les conditions climatiques redeviennent propices au développement de la culture mais aussi à celui des mauvaises herbes en 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!

### 3.3.1 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.

### 3.3.2 Lutte contre les graminées en froment

Les céréales sont des graminées au même titre que le vulpin, le jouet du vent, la folle avoine, le ray-grass, le chiendent, etc. Logiquement, il est malaisé d'épargner les plantes cultivées et de détruire les mauvaises herbes quand les unes et les autres sont botaniquement proches. C'est pourquoi, la lutte contre les graminées reste le problème majeur du désherbage des céréales. Les 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 *pyroxulam*. Le tableau 3.11 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*

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

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 3.3.3).

#### Comment choisir entre ces produits ?

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

Tableau 3.11 – 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	60 g/ha
<i>flupyrsulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-29	00-21	LEXUS SOLO LEXUS XPE (5) LEXUS MILLENIUM (6)	20 g/ha 30 g/ha 100 g/ha
<i>mesosulfuron</i>	B	tant racinaire que foliaire	21-31	00-31	ATLANTIS WG (7) COSSACK (7) PACIFICA (7) ALISTER (8)	300 g/ha (13) 300 g/ha 500 g/ha 1 L/ha
<i>clodinafop</i>	A	foliaire	13-31 13-30	11-31	TOPIK (9) TRAXOS ou TIMOK (10)	0,3-0,42 L/ha 0,6-1,2 L/ha
<i>fenoxaprop</i>	A	foliaire	13-31	11-31	PUMA S EW (9)	0,6-0,8 L/ha
<i>pinoxaden</i>	A	foliaire	13-31 13-30	11-31	AXIAL ou AXEO (9) TRAXOS ou TIMOK (11)	0,9-1,2 L/ha 0,6-1,2 L/ha
<i>pyroxsulam</i>	B	foliaire	21-31 21-31	11-29	CAPRI (9) CAPRI TWIN (12)	250 g/ha 220 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*

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

(3) en association avec le *bifenox*

(9) en association avec un safener

(4) en association avec le *beflubutamide*

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

(5) en association avec le *metsulfuron*

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

(6) en association avec le *thifensulfuron*

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

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

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

résistants

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

L'*isoproturon* est actif contre les graminées et les dicotylées classiques. Il présente aussi une activité secondaire sur d'autres adventices au stade cotylédonnaire. 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, sulfonilurées 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. 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 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.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

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 (mélange TOPIK - ALLIE, par exemple).

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.

#### 3.3.3 Lutte contre les dicotylées

En général, les produits antidicotylées sont utilisables aussi bien en escourgeon qu'en froment d'hiver. De petites différences quant à leur usage peuvent cependant apparaître. Il conviendra 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 3.12) 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.

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

Tableau 3.12 – Substances actives efficaces contre les dicotylées rencontrées le plus fréquemment. Elles sont tantôt disponibles seules, tantôt associées.

Adventice	Type de produits	Mode d' action <sup>(1)</sup>	Substances actives
Gaillet	Hormones Sulfonylurées PPOIs <sup>(2)</sup>	O B E	<i>dichlorprop, fluroxypyr, mecoprop amidosulfuron, florasulam, iodosulfuron carfentrazone, cinidon, pyraflufen</i>
Mouron des oiseaux	Hormones Sulfonylurées PDS <sup>(3)</sup>	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 <sup>(3)</sup> Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs <sup>(2)</sup>	F1 C3 C3 E	<i>diflufenican, beflubutamide, picolinafen bromoxynil, ioxynil bentazon bifenox, carfentrazone, pyraflufen</i>
Lamiers	PDS <sup>(3)</sup> Nitriles Benzothiadiazinones PPOIs <sup>(2)</sup> 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).

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

<sup>(2)</sup> Inhibiteurs de la ProtoPorphyrinogène Oxidase

<sup>(3)</sup> Inhibiteurs de la synthèse des caroténoïdes à la Phytoène Désaturase

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

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

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

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 antidicotylées 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.

## 3.5 Quid de la résistance?

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

### 3.5.1 En quoi consiste la résistance?

La résistance est définie comme la capacité naturelle et héritable qu'ont certains individus issus d'une population déterminée de survivre à un traitement herbicide létal pour les autres individus de la population. La résistance est une caractéristique génétique que certains individus possèdent 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 :

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

- 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 Henriët).*

#### **3.5.2 Prévenir l'apparition de résistances**

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

Quelques conseils :

- dans la mesure du possible, proscrire la monoculture et promouvoir l'introduction d'une culture de printemps dans la rotation permettant de "casser" le cycle de multiplication des adventices des céréales d'hiver ;

### 3. Lutte contre les mauvaises herbes

---

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

#### 3.5.3 Gérer la résistance

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

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