II. Itinéraire technique des céréales d'hiver

1. Lutte intégrée contre les adventices..... 16

2. La fertilisation azotée..... 37

3. Lutte intégrée contre la verse..... 84

4. Lutte intégrée contre les maladies 101

5. Lutte intégrée contre les ravageurs 152

1. Lutte intégrée contre les adventices

F. Henriet[1]

1.1 La saison 2025 et ses particularités 17
1.1.1 Automne-hiver 2024-2025 17
1.1.2 Printemps 2025 17
1.1.3 Automne 2025 17

1.2 Expérimentations, résultats et perspectives 18
1.2.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver 18
1.2.2 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver 21

1.3 Nouveautés 24

1.4 Recommandations pratiques 26
1.4.1 Les grands principes 26
1.4.2 Les traitements automnaux 28
1.4.3 Les traitements printaniers 29
1.4.4 Réussir son désherbage, c'est aussi … 34
1.4.5 Quid de la résistance ? 35

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

1.1 La saison 2025 et ses particularités

F. Henriet

1.1.1 Automne-hiver 2024-2025

L'automne 2024 a été marqué par des températures légèrement supérieures à la normale (11,8 °C au lieu de 11,2) et un ensoleillement faible (260h au lieu de 333h). En matière de précipitations, le mois de septembre fut encore très humide (124 mm/m² au lieu de 65 en 18 jours de pluie au lieu de 14). Ce fut également le 12e mois consécutif avec des précipitations supérieures à la normale. En octobre, les pluies furent conformes à la normale (68 mm/m² au lieu de 68 en 15 jours de pluie au lieu de 16). Novembre fut quant à lui excédentaire en précipitations (84 mm/m² au lieu de 76 en 17 jours de pluie au lieu de 18) mais ces dernières furent concentrées lors des deux dernières décades. La première décade de novembre s'est donc avérée particulièrement propice pour désherber les céréales.

1.1.2 Printemps 2025

Les trois mois du printemps 2025 présentèrent des caractéristiques identiques : mars, avril et mai furent chauds, secs et ensoleillés. Le mois de mars, avec 6 jours de pluie (au lieu de 16), fut sec (8 mm/m² au lieu de 59), ensoleillé (199h d'ensoleillement au lieu de 126) et chaud (8,3 °C au lieu de 7,1). Le mois d'avril fut sec (20 mm/m² au lieu de 47 en 7 jours de pluie au lieu de 13), ensoleillé (249 au lieu de 171) et franchement plus chaud que la normale (12,3 °C au lieu de 10,4). Si ces conditions ont facilité l'accès aux terres, elles ont malheureusement pu altérer l'efficacité des traitements herbicides à cause d'un manque d'humidité relative. Le recours au désherbage mécanique fut par contre nettement plus facile que les années précédentes.

1.1.3 Automne 2025

L'automne 2025 présenta des températures légèrement supérieures à la normale (12,0 °C au lieu de 11,2) et un ensoleillement faible (250h au lieu de 333). Le mois d'octobre fut particulièrement sombre (46h au lieu de 113, plus sombre que le mois de novembre). Du point de vue des précipitations, l'automne fut plutôt normal (202 mm/m² au lieu de 209 en 51 jours au lieu de 49) mais de gros écarts furent observés entre les régions du pays. La première décade de novembre fut propice pour désherber les froments.

1.2 Expérimentations, résultats et perspectives

F. Henriet

1.2.1 Lutte contre les graminées en froment d'hiver

Les six essais mis en place durant le printemps 2025 avaient pour objectif de comparer l'efficacité des herbicides antigraminées contre le vulpin. Ces essais ont été implantés à Yves-Gomezée (entre Walcourt et Florennes), Lesves (entre Profondeville et Fosses-la-Ville), Romerée (entre Doische et Philippeville), Ramillies (entre Perwez et Jodoigne), Havelange (région de Ciney) et Fumal (entre Huy et Hannut). La date de semis est disponible dans le Tableau 1.

Le protocole prévoyait des traitements à deux stades de la culture : plein tallage (BBCH 25) ou fin tallage (BBCH 29). L'ensemble des traitements n'a pas été réalisé dans les six sites d'essai.

Le Tableau 1 reprend les dates d'application et la flore présente. Le Tableau 2 détaille la composition des produits utilisés. Enfin, la Figure 1 présente les résultats des comptages d'épis de vulpins effectués fin juin 2025.

Tableau 1 – Dates d'application des traitements et flore présente dans les essais.

Essai	Date de semis	Date d'application		Flore présente dans les témoins lors de la dernière application
		BBCH 25-29	BBCH 29-30	
Yves-Gomezée	03/10/2024	19/03/2025	03/04/2025	34 vulpins /m² - BBCH 25
Lesves	30/10/2024	28/03/2025	09/04/2025	25 vulpins /m² - BBCH 21-25
Romerée	28/10/2024	20/03/2025	04/04/2025	20 vulpins /m² - BBCH 21
Ramillies	29/11/2024	08/04/2025	22/04/2025	47 vulpins /m² - BBCH 25
Havelange	05/11/2024	20/03/2025	01/04/2025	44 vulpins /m² - BBCH 25
Fumal	05/11/2024	25/03/2025	08/04/2025	20 vulpins /m² - BBCH 29-30

Tableau 2 – Formulation et composition des produits utilisés.

Produit	Formulation	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L *huile colza estérifiée*
AXIAL	EC	50 g/L *pinoxaden* + 12,5 g/L safener
CAPRI	WG	7,5 % *pyroxsulam* + 7,5 % safener
CTU500SC	SC	500 g/L *chlortoluron*
DEFI	EC	800 g/L *prosulfocarbe*
SIGMA MAXX	OD	10 g/L *mesosulfuron* + 2 g/L *iodosulfuron* + 30 g/L safener

Résultats (Figure 1)

Les efficacités moyennes (traitements communs) observées dans les essais furent à peine satisfaisantes dans l'essai de Cour-sur-Heure (81% d'efficacité moyenne), faibles dans les essais de Romerée, Havelange, Lesves et Fumal (69, 58, 55 et 55% d'efficacité moyenne, respectivement), voire complètement insuffisantes dans l'essai de Ramillies (29% d'efficacité moyenne).

Parmi les traitements effectués **lors de la première application**, le SIGMA MAXX (0.9 L/ha) présentait une efficacité moyenne (6 essais) insatisfaisante de 48%. Il fut toutefois possible d'améliorer l'efficacité de ce produit en portant la dose employée à 1.5 L/ha (54%, +6%) ou en lui ajoutant de l'AXIAL (65%, +17%). En moyenne, l'ajout de CAPRI ne semblait pas intéressant.

Considérant uniquement l'essai de Yves-Gomezée, le SIGMA MAXX (0.9 L/ha) montrait une efficacité de 71%. Il était possible d'en améliorer l'efficacité en augmentant la dose (83%, +12%) ou en lui ajoutant un partenaire comme le CAPRI (78%, +7%), le CTU500SC (79%, +8%), le DEFI (91%, +20%) ou l'AXIAL (92%, +21%). Dans cet essai, le CAPRI (58%) et l'AXIAL (56%) appliqués seuls restaient insuffisants.

Lors de la seconde application, le SIGMA MAXX (0.9 L/ha) montrait une efficacité moyenne (6 essais) supérieure (55%, +7%) à l'efficacité observée suite à la première application. Porter la dose à 1.5 L/ha (60%, +5%) ou le mélanger avec le CAPRI (58%, +3%) ou l'AXIAL (75%, +20%) permettait d'améliorer le résultat.

Considérant uniquement l'essai de Yves-Gomezée, le SIGMA MAXX (0.9 L/ha) montrait une efficacité supérieure (80%, +9%) à l'efficacité observée suite à la première application. Il était possible d'en améliorer l'efficacité en augmentant la dose ou en lui ajoutant un partenaire, mais sans toutefois atteindre l'efficacité obtenue suite à la première application. À titre d'exemple, le mélange SIGMA MAXX + AXIAL en seconde application était moins efficace (88%) que lorsque pulvérisé lors de la première application (92%).

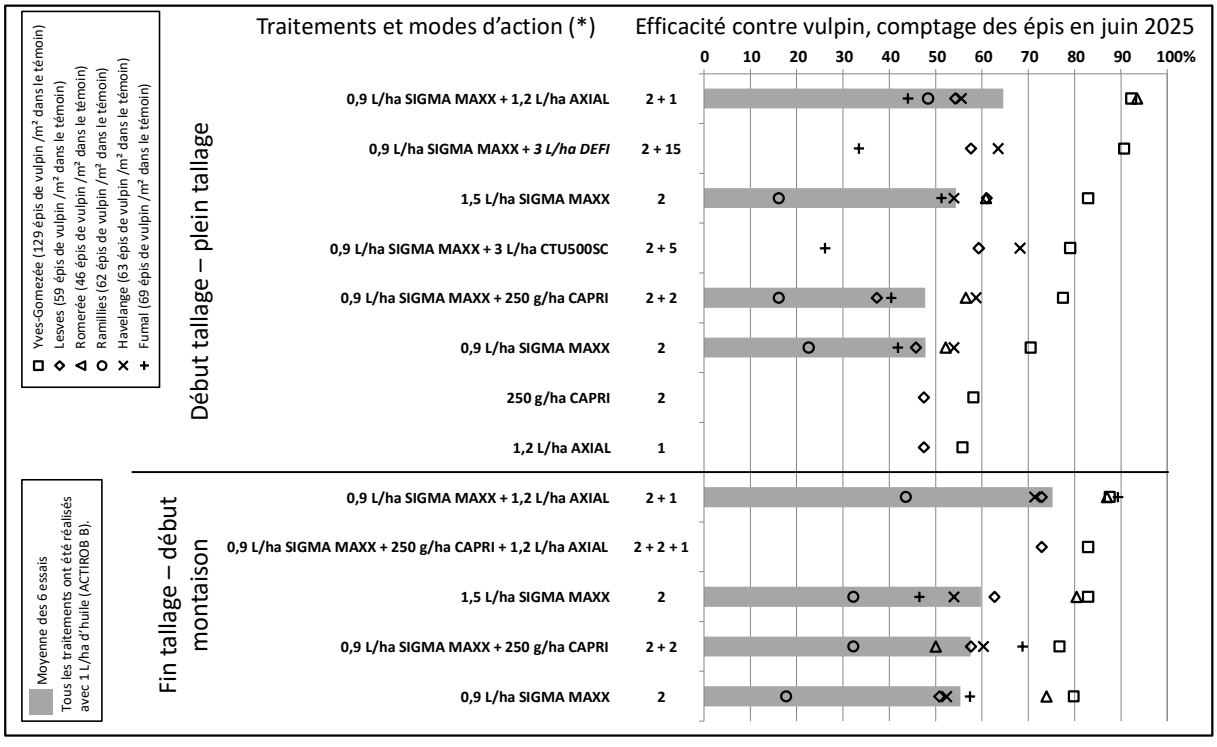

Figure 1 – Efficacité (%) calculée selon la formule : [1 – (nbre épis obs. dans traitement / nbre épis obs. témoin)] x 100. ***ATTENTION, le DEFI n'est pas autorisé à ce stade d'application.*** **Les moyennes (en gris) sont calculées uniquement lorsque le traitement a été réalisé dans les 6 essais. (*) Classification du Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), plus d'informations sur https://www.hracglobal.com/**

Discussion - conclusions

- Les résultats obtenus dans les 6 essais furent plutôt moyens. Les infestations étaient modérées (de 20 à 47 vulpins par mètres carrés) et les vulpins étaient assez peu développés au moment des première (de trois feuilles à plein tallage) et seconde (de début tallage à fin tallage) applications. Pour chacun des 6 essais, l'efficacité moyenne des traitements réalisés lors de la seconde application était plus élevée (parfois de peu, comme à Yves-Gomezée) que pour les traitements réalisés lors de la première application. Cela n'est pas si courant et il est possible que les conditions climatiques observées "aux alentours" de l'application aient influencé l'activité des produits et aient été, cette année, à l'avantage des secondes applications.
- L'essai de Yves-Gomezée démontre une fois de plus que le SIGMA MAXX reste le meilleur produit antigraminées à pénétration foliaire : le CAPRI et l'AXIAL pulvérisés seuls lui étaient inférieurs.
- Les 6 essais témoignent également de la difficulté de contrôler les vulpins avec 0.9 L/ha de SIGMA MAXX. Il y quelques années, cette dose, ou son équivalent en *mesosulfuron*, était suffisante dans la majorité des situations. Ce n'est manifestement plus le cas actuellement et il est nécessaire d'adapter les schémas dans certaines parcelles plus difficiles.
- Les essais indiquent toutefois qu'il est possible d'améliorer l'efficacité du SIGMA MAXX (0.9 L/ha), ou de son équivalent en *mesosulfuron*, en augmentant la dose (maximum 1.5 L/ha) ou en lui ajoutant un partenaire (AXIAL ou CAPRI). Quel que soit le moment d'application (première ou seconde), le mélange avec AXIAL est plus intéressant que l'augmentation de la dose d'emploi.
- L'ajout de CTU500SC au SIGMA MAXX s'est révélé intéressant dans 3 des essais sur les 4 qui testaient ce mélange (+8, +13 et +14%). Le DEFI permet également d'améliorer l'efficacité du SIGMA MAXX mais il n'est pas autorisé à ce stade.
- Pour lutter durablement contre les graminées, l'efficacité finale, c'est-à-dire l'efficacité obtenue après la mise en œuvre de leviers agronomiques et la lutte en culture (chimique ou mécanique), doit être aussi complète que possible. Depuis quelques années, l'application de 0.9 L/ha de SIGMA MAXX (ou son équivalent en *mesosulfuron*) devrait constituer le traitement minimal dans les parcelles nécessitant une application printanière d'antigraminées.
- Le SIGMA MAXX à 0.9 L/ha est généralement efficace contre des vulpins sensibles ayant atteint, au maximum, le stade mi tallage (BBCH 25). Elle doit être revue à la hausse si les vulpins sont plus développés, ce qui est fréquemment le cas pour des semis précoces non désherbés à l'automne.
- Si la présence de vulpins difficiles ou résistants est pressentie et si ceux-ci n'ont pas été présensibilisés par un traitement automnal à base de *flufenacet*, la dose minimale recommandée de SIGMA MAXX (0.9 L/ha) risque de ne pas être suffissante. Il est dès lors conseillé de renforcer le traitement en augmentant la dose ou en ajoutant un partenaire foliaire.

- Actuellement, la tendance est de désherber les céréales, escourgeon comme froment, avant l'hiver. Cela offre plusieurs avantages, comme l'élimination précoce de la compétition exercée par les adventices sur la culture, l'allègement du temps de travail en sortie d'hiver et l'assurance d'une certaine efficacité. L'efficacité de ce type de traitements n'est toutefois pas garantie et leur mise en œuvre ne dispense pas d'aller vérifier le résultat en sortie d'hiver.

1.2.2 Lutte contre les dicotylées en froment d'hiver

Au printemps 2025, deux essais visant à étudier divers traitements antidicotylées ont été implantés à Libois (région de Havelange – semé le 05/10/2024) et à Vezin (région d'Andenne – semé le 16/11/2024). Le protocole prévoyait une seule application au stade plein à fin tallage (BBCH 25-29).

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

Tableau 3 – Dates d'application et flore présente.

Essai	Application		Flore présente lors de l'application	
	Date	**Stade culture**	**Espèce**	**Densité (pl/m²) ; stade**
Libois	19/03/2025	BBCH 25	Véronique à feuille de lierre Mouron des oiseaux Camomille	32 – BBCH 61 11 – BBCH 61 9 – BBCH 21
Vezin	09/04/2025	BBCH 29	Véronique à feuille de lierre Coquelicot Pensée sauvage	21 – BBCH 55-65 18 – BBCH 14-18 13 – BBCH 14-18

Tableau 4 – Composition des produits utilisés.

Produit	Formulat.	Composition
ACTIROB B (huile)	EC	812 g/L *huile colza estérifiée*
ALLIE	SG	20% *metsulfuron*
ALLIE EXPRESS	WG	40% *carfentrazone* + 10% *metsulfuron*
ARCHIPEL STAR	WG	4,5% *mesosulfuron* + 4,5% *iodosulfuron* + 3,75% *thiencarbazone* + 13,5% safener
CAPRI	WG	7,5% *pyroxsulam* + 7,5% safener
CAPRI DUO	WG	7,08% *pyroxsulam* + 1,42% *florasulam* + 7,08% safener
FLAME DUO	SG	25% *tribenuron* + 10,4% *florasulam*
GORDIUM STAR	WG	3,3% *iodosulfuron* + 2,5% *thiencarbazone* + 15% safener
HUSSAR ULTRA	OD	100 g/L *iodosulfuron* + 300 g/L safener
PICO SOLO	WG	75% *picolinafen*
PRIMUS	SC	50 g/L *florasulam*
REXADE TRIO	WG	24% *pyroxsulam* + 10% *florasulam* + 10% *halauxifen* + 21% safener
SIGMA MAXX	OD	10 g/L *mesosulfuron* + 2 g/L *iodosulfuron* + 30 g/L safener
ZYPAR	OD	6 g/L *halauxifen* + 5 g/L *florasulam* + 6 g/L safener

Résultats (Figure 2)

Quatre semaines après l'application, les traitements présentaient des spectres d'activité variés. Dans la Figure 2, les produits sont classés par ordre d'efficacité moyenne, le mélange FLAME DUO + PICO SOLO présentant l'efficacité moyenne la plus élevée et le PRIMUS, la plus faible.

Contre la véronique à feuille de lierre, les meilleurs traitements montraient, quatre semaines après l'application, des efficacités supérieures à 89% (moyenne de 2 essais). Ces traitements incluaient du *picolinafen*, du *pyroxsulam* ou de la *thiencarbazone*. Le HUSSAR ULTRA (80%) et l'ALLIE (71%) présentaient des efficacité intéressantes contre cette adventice tandis que les autres produits (FLAME DUO, SIGMA MAXX et ALLIE EXPRESS) restaient moyens (34 à 55%) voire inefficace (PRIMUS).

La plupart des traitements présentaient une efficacité intéressante (supérieure à 90%) contre le coquelicot (Vezin - 18 plantes par mètre carré). Le SIGMA MAXX (83%), le CAPRI (70%), l'ALLIE EXPRESS (70%) et le PRIMUS (55%) étaient statistiquement en retrait.

Comme attendu, la pensée sauvage (Vezin – 13 plantes par mètre carré) était globalement bien contrôlée (efficacité supérieure à 90%) par les produits incluant soit du *pyroxsulam* (REXADE TRIO, CAPRI DUO et CAPRI), soit de la *thiencarbazone* (GORDIUM STAR et ARCHIPEL STAR), soit du *picolinafen* (PICO SOLO), soit de l'*iodosulfuron* (HUSSAR ULTRA et SIGMA MAXX). L'ALLIE EXPRESS suivait avec 80% d'efficacité tandis que les autres produits étaient en retrait (maximum 70%) voire inefficace (PRIMUS).

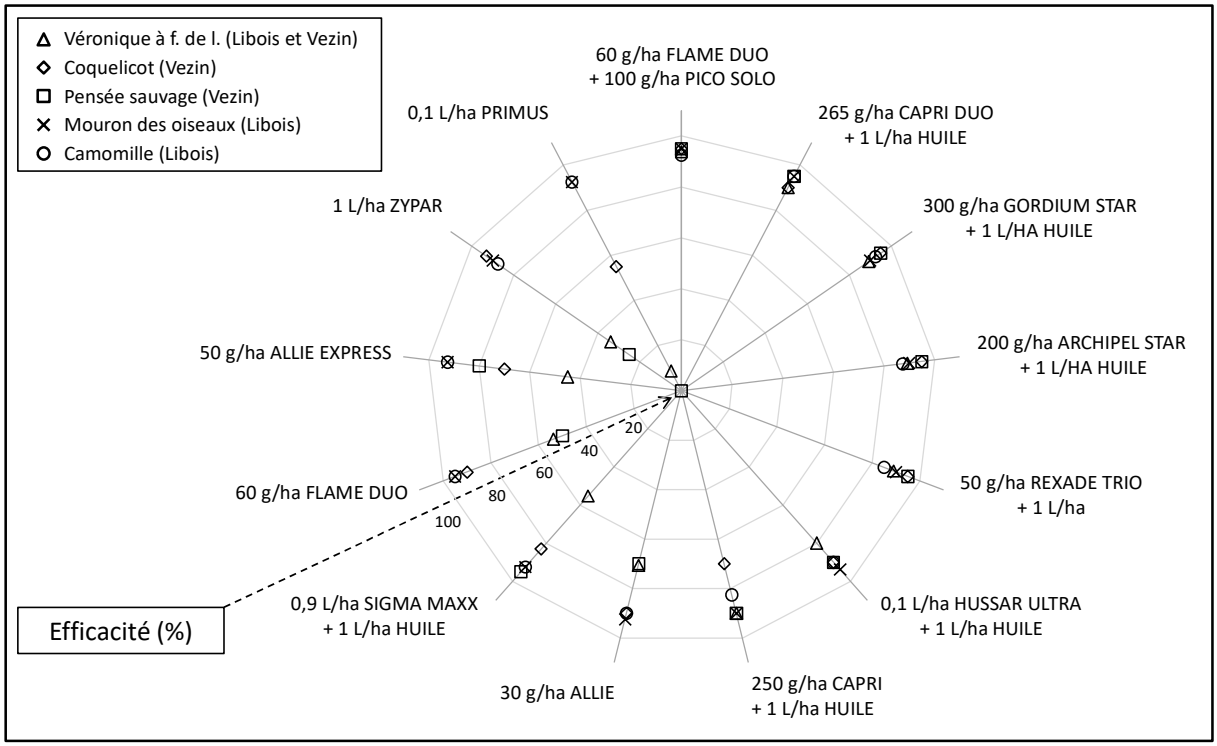

Figure 2 – Résultats de l'observation visuelle (efficacité en %) effectuée 4 semaines après l'application des traitements.

Quatre semaines après l'application, tous les traitements se révélaient efficaces (supérieurs à 90%) contre le mouron des oiseaux (Libois – 11 plantes par mètre carré).

De même, la camomille (Libois – 9 plantes par mètre carré) était globalement bien contrôlée (efficacité supérieure à 83%) par tous les traitements.

Discussion - conclusions

Globalement, l'efficacité des traitements après 4 semaines était bonne contre le mouron des oiseaux (92% d'efficacité moyenne), la camomille (90%) et le coquelicot (86%) tandis que la pensée sauvage (75%) et la véronique à feuille de lierre (68%) restaient plus difficiles à contrôler.

Des observations réalisées 6 semaines après l'application ont montré les efficacités globales étaient en augmentation. Le mouron, la camomille et le coquelicot étaient presque parfaitement à parfaitement contrôlés (95-100%) par tous les traitements. Seul le CAPRI restait plus faible contre coquelicot (68%). Contre pensée la sauvage, le PRIMUS (58%) et, dans une moindre mesure, le ZYPAR (83%) étaient en retrait. L'ALLIE EXPRESS (81%), le SIGMA MAXX (67%), le ZYPAR (52%) et le PRIMUS (33%) décrochaient, de façon plus ou moins prononcée, contre la véronique à feuille de lierre.

Même si le niveau d'efficacité peut varier en fonction des conditions d'application ou du stade atteint par les adventices au moment du traitement, chaque substance active possède un spectre d'action qui lui est propre. Identifier les espèces présentes sur la parcelle permet de choisir le(s) bon(s) produit(s).

Les produits mis sur le marché combinent souvent plusieurs substances actives. Ces combinaisons permettent évidemment d'élargir le spectre d'activité ou de renforcer l'action herbicide d'une substance active plus faible contre telle ou telle adventice.

1.3 Nouveautés

F. Henriet

BELOUKHA – KALINA – KATAMISA

Ces trois produits contiennent de l'*acide pélargonique*. Cette substance active est considérée comme un herbicide total de contact. Il ne faut donc pas la pulvériser en présence de la culture mais avant le semis ou en préémergence. Herbicide de contact, il sera nécessaire de ne l'appliquer que sur des adventices peu développées et prêter attention aux techniques et conditions de pulvérisation.

Le BELOUKHA est un concentré émulsionnable (EC) contenant 680 g/L d'*acide pélargonique*. Autorisé uniquement en céréales de printemps (froment, orge, seigle, avoine, triticale, épeautre, amidonnier, engrain, blé poulard et blé dur), il peut être utilisé avant le semis ou en préémergence, à raison de 2 applications espacées d'au moins 7 jours, et à la dose maximale de 16 L/ha.

EDAPTIS

Ce produit est composé de *mesosulfuron*, de *pinoxaden* et d'un phytoprotecteur. Il associe les substances actives des produits de la gamme SIGMA et de l'AXIAL. C'est donc un produit antigraminées. Utiliser la dose pleine équivaut à appliquer 4/5 de la dose maximale autorisée de *mesosulfuron* et la dose maximale de *pinoxaden*.

L'EDAPTIS est une dispersion huileuse (OD) contenant 60 g/L de *pinoxaden*, 12 g/L de *mesosulfuron* et 35 g/L de *mefenpyr* (phytoprotecteur). Autorisé en froment d'hiver, froment de printemps, seigle d'hiver et triticale d'hiver, il peut être utilisé du début de la montaison à la dernière feuille (BBCH 30-39), mais à raison d'une seule application par culture et à la dose maximale de 1 L/ha.

ELEDURA

ELEDURA combine trois substances actives déjà disponibles en céréales : le *prosulfocarbe* (DEFI et autres), le *diflufenican* (DIFLANIL 500 SC et autres) et l'*halauxifen* (présent dans le ZYPAR par exemple). Il contient également un phytoprotecteur. Cette composition fait de l'ELEDURA un produit très efficace contre un large spectre de dicotylédones comme le gaillet, les lamiers, le coquelicot, le mouron, le fumeterre, la camomille, la pensée sauvage, le bleuet, le myosotis, … En présence de graminées adventices, il se révèle efficace contre le jouet du vent et pourra donner un sérieux coup de pouce contre le vulpin. L'application du produit peut provoquer un palissement léger et temporaire de la culture mais généralement sans conséquence.

L'ELEDURA est un concentré émulsionnable (EC) contenant 667 g/L de *prosulfocarbe*, 14 g/L de *diflufenican*, 1.33 g/L d'*halauxifen* et 1.33 g/L de *cloquintocet* (phytoprotecteur). Autorisé en céréales d'hiver (froment, orge, seigle et triticale), il doit être pulvérisé en postémergence précoce (BBCH 10-12), c'est-à-dire dès l'automne. Une seule application est permise par culture à raison de maximum 3 L/ha.

SENTRALLAS

Associant *fluroxypyr* (STARANE et autres) et *thifensulfuron* (présent dans le CONNEX ou le HARMONY M par exemple), le SENTRALLAS est, en quelque sorte, le petit frère de l'OMNERA LQM qui, lui, contient du *metsulfuron* en plus de ces deux substances actives. Le SENTRALLAS est un produit exclusivement antidicotylées efficace contre le gaillet, le lamier pourpre, le mouron, notamment. Son activité contre camomille, capselle, pensée sauvage n'est pas à négliger non plus.

Le SENTRALLAS est une dispersion huileuse (OD) incluant 150 g/L de *fluroxypyr* et 30 g/L de *thifensulfuron*. Il peut être utilisé dès le début du tallage et jusqu'au stade deuxième nœud (BBCH 20-32), à raison d'une seule application par culture. En céréales de printemps (froment, orge, avoine et blé dur), la dose maximale d'emploi est de 1 L/ha. En céréales d'hiver (froment, orge, seigle, avoine, triticale, épeautre et blé dur), la dose maximale est limitée à 0,67 L/ha.

TIMELINE

Trois substances actives déjà disponibles en céréales composent le TIMELINE : le *fluroxypyr* (STARANE et autres), le *pinoxaden* (AXIAL) et le *florasulam* (PRIMUS et autres). Il contient également un phytoprotecteur. La présence du *pinoxaden* en fait un produit efficace contre les graminées adventices … non résistantes. Il est efficace contre les dicotylédones classiques telles que le gaillet, le coquelicot, la camomille, le mouron et les crucifères comme la capselle, le sené ou le tabouret des champs.

Le TIMELINE est un concentré émulsionnable (EC) incluant 75 g/L de *fluroxypyr*, 30 g/L de *pinoxaden*, 1.75 g/L de *florasulam* et 7.5 g/L de *cloquintocet* (phytoprotecteur). Autorisé en froment, orge, seigle, triticale, épeautre et blé dur (cultures d'hiver et de printemps), il peut être pulvérisé du stade 3 feuilles au stade dernière feuille pointante (BBCH 13-37), à raison d'une seule application par culture, et à la dose maximale de 2 L/ha (froment, orge, seigle, triticale et épeautre) ou 1.5 L/ha (blé dur).

1.4 Recommandations pratiques

F. Henriet

1.4.1 Les grands principes

• 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 durant l'automne qu'il faut intervenir car c'est à ce moment que la majorité des mauvaises herbes va également germer et croître.

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

• En froment d'hiver, il est possible d'attendre le printemps pour intervenir

En froment d'hiver (semé plus tard que l'orge), l'application d'un traitement herbicide peut être reportée au printemps, parce que :

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

Le désherbage du froment AVANT l'hiver EST justifié en présence d'adventices résistantes (Voir point 1.4.5 « Quid de la résistance ? » page 35) ou en cas de développement précoce et important. Cela peut arriver notamment :

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

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

• En épeautre, seigle, triticale et blé dur

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

• 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 primaire directe correspond à la perte de rendement due à la compétition pour l'eau, la lumière et les nutriments. Elle dépend de l'intensité de l'infestation. La nuisibilité primaire indirecte est plus difficilement quantifiable et peut être la conséquence de problèmes mécaniques occasionnés lors de la récolte, d'un défaut de qualité de la récolte (humidité, impuretés, …). La nuisibilité secondaire est, quant à elle, liée à la production de semences adventices restant dans la parcelle et susceptibles de poser des problèmes par la suite.

• Exploiter l'apport des techniques culturales

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

La rotation

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

La gestion de l'interculture

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

Le régime de travail du sol

Le régime de travail du sol influence l'évolution de la flore adventice. En assurant un enfouissement profond des semences d'adventices, le labour réduit considérablement la viabilité du stock de semences. A titre d'exemple, il détruirait de l'ordre de 75 % des semences de vulpin et 50 % des semences de ray-grass. L'adoption de techniques sans labour induit des modifications progressives de la flore. Par ailleurs, ces techniques modifient aussi l'activité des herbicides racinaires. En Belgique, les assolements sont assez variés et les difficultés de désherbage inhérentes aux TCS (techniques culturales simplifiées) sont plutôt rares. Il reste cependant nécessaire d'être attentif en début de culture, car la concurrence des adventices ou des repousses se marque plus rapidement qu'en régime de labour. En non-labour permanent, un désherbage raté peut entraîner 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.

La date de semis

Le décalage de la date de semis permet de réduire la pression en adventices, notamment en graminées, dont la période de germination préférentielle est ainsi esquivée. Des essais menés à Gembloux ont montré que reporter la date de semis d'une quinzaine de jours réduisait les émergences de graminées d'environ 40%. En outre, les adventices se développant dans des semis tardifs montrent une croissance et un potentiel reproducteur moins importants. Malheureusement, reporter le semis n'est parfois pas sans conséquences sur l'implantation (en conditions automnales difficiles) de la culture et sa productivité.

1.4.2 Les traitements automnaux

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

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

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

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

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

En orge, la lutte contre les graminées développées, repose uniquement sur deux antigraminées spécifiques applicables dès le stade 3 feuilles (BBCH 13) : le ***pinoxaden*** (dans l'AXIAL et l'AXEO) et, dans une moindre mesure, le ***fenoxaprop*** (le FOXTROT) car les possibilités de rattrapage printanier sont plus que limitées (pas de sulfonylurée antigraminées en orge !). En froment, ces traitements ne sont pas recommandés.

1.4.3 Les traitements printaniers

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

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

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

- **Lutte contre les graminées en escourgeon et orge d'hiver**

Lorsqu'un rattrapage contre les graminées est nécessaire, le désherbage sera basé sur le *pinoxaden* de l'AXIAL (ou AXEO) ou le *fenoxaprop* (dans le FOXTROT). En effet, ces substances actives sont des antigraminées spécifiques, efficaces notamment contre le vulpin et le jouet de vent. Ces deux adventices sont toutefois de plus en plus difficiles à contrôler avec ce type de substances actives.

• Lutte contre les graminées en épeautre, froment, seigle et triticale

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

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

Si la flore adventice le nécessite, il faut veiller à compléter ces traitements avec un antidicotylées approprié (Voir point suivant : « Lutte contre les dicotylées »).

Comment choisir entre ces produits ?

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

Le ***chlortoluron*** est actif contre les graminées et les dicotylées classiques. Il présente aussi une activité secondaire sur d'autres adventices au stade cotylédonaire. De ce fait, il permet d'éliminer une bonne part des adventices les plus gênantes. Il doit être appliqué sur une culture ayant atteint le stade tallage (BBCH 25) et sur des mauvaises herbes peu développées. Il devra être complété ou corrigé ultérieurement, en fonction des espèces d'adventices rencontrées et de leur développement. Si des graminées trop développées pour le *chlortoluron* sont présentes, il est possible de l'associer à un antigraminées spécifique (*fenoxaprop* ou *pinoxaden*, par exemple) ou à un herbicide principalement antidicotylées mais ayant une action complémentaire sur les graminées (*pendimethaline*, *diflufenican*, …). Pour élargir le spectre au dicotylées, les molécules ne manquent pas : hormones, sulfonylurées ou bien PPOIs.

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

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

Substance active	Mode d'action ([1])	Voie de pénétration	Stade culture (BBCH)	Stade vulpin (BBCH)	Produits	Dose maximale
chlortoluron	5	racinaire	25-29 21-29	00-13	Plusieurs produits TRINITY ([2])	3 à 5 L/ha ([14]) 2 L/ha
propoxycarbazone	2	plus racinaire que foliaire	21-31	00-21	ATTRIBUT SIGMA FLEX ([3])	60 g/ha 330 g/ha
mesosulfuron	2	plus foliaire que racinaire	20-32 21-32 21-32 21-32 30-39 13-32 21-29 21-32 21-29 21-31 21-31 21-31 21-32 21-31 21-32	00-30	ALTIVATE ([10]) ARCHIPEL STAR ([4]) CURRENT ([7]) DALTRICE ([7]) EDAPTIS ([18]) INCELO ([5]) KALENKOA ([6]) OBELISK ([7]) OTHELLO ([6]) SIGMA FLEX ([8]) SIGMA MAXX ([7]) SIGMA PLUS ([9]) SIGMA STAR ([4]) SIGMA SUPRA ([9]) ZEPPOS ([7])	250 g/ha ([15]) 200 g/ha 500 g/ha ([16]) 500 g/ha ([16]) 1 L/ha 330 g/ha 1 L/ha 500 g/ha ([16]) 2 L/ha 330 g/ha 1,5 L/ha 500 g/ha 330 g/ha 500 g/ha 500 g/ha ([16])
fenoxaprop	1	foliaire	13-31	12-29	FOXTROT ([10])	1 L/ha
pinoxaden	1	foliaire	13-31 30-39 13-37	11-29	AXIAL ou AXEO ([10]) EDAPTIS ([19]) TIMELINE ([20])	0,9-1,2 L/ha 1 L/ha 2 L/ha
pyroxsulam	2	foliaire	21-31 21-31 21-31 12-32 21-31 12-32 12-32 21-32	11-29	BROADWAY ([11]) CAPRI ([10]) CAPRI DUO ([11]) CAPRI FORTE ([13]) CAPRI TWIN ([11]) MANHATTAN ([12]) MANHATTAN FORTE ([13]) REXADE TRIO ([13])	220 g/ha 250 g/ha 265 g/ha 100 g/ha 220 g/ha 75 g/ha 100 g/ha 50 g/ha ([17])

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

([1]) Classification du HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): https://www.hracglobal.com/
([2]) en association avec la *pendimethaline* et le *diflufenican* ([3]) en association avec le *mesosulfuron* et un safener
([4]) en association avec l'*iodosulfuron*, la *thiencarbazone* et un safener
([5]) en association avec la *thiencarbazone* et un safener ([6]) en association avec l'*iodosulfuron*, le *diflufenican* et un safener
([7]) en association avec l'*iodosulfuron* et un safener ([8]) en association avec la *propoxycarbazone* et un safener
([9]) en association avec l'*iodosulfuron*, l'*amidosulfuron* et un safener ([10]) en association avec un safener
([11]) en association avec le *florasulam* et un safener ([12]) en association avec l'*halauxifen* et un safener
([13]) en association avec le *florasulam*, l'*halauxifen* et un safener ([14]) en fonction du type de sol
([15]) 150 g/ha en seigle et en triticale ([16]) 300 g/ha en céréales de printemps
([17]) 40 g/ha en froment de printemps ([18]) en association avec le *pinoxaden* et un safener
([19]) en association avec le *mesosulfuron* et un safener ([20]) en association avec le *fluroxypyr*, le *florasulam* et un safener

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

Le ***fenoxaprop*** et le ***pinoxaden*** sont efficaces uniquement sur les graminées. Ils sont toujours associés à un phytoprotecteur qui aide la culture à détoxifier l'herbicide. Ils sont capables de détruire des vulpins ayant atteint le stade fin tallage (BBCH 29). En raison de leur mode de pénétration exclusivement foliaire, il ne faut les appliquer qu'en postémergence des adventices. En présence de dicotylées dans la parcelle, ce type de traitement devra obligatoirement être complété ou corrigé ultérieurement. Attention, le mélange de ces produits avec certains antidicotylées peut, par antagonisme, entraîner une baisse d'efficacité sur graminées.

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

• Lutte contre les dicotylées

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

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

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

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

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

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

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

([1]) Classification du HRAC (Herbicide Resistance Action Committee): https://www.hracglobal.com/

([2]) Inhibiteurs de l'AcetoLactate Synthase

([3]) Inhibiteurs de la ProtoPorphyrinogène Oxidase

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

1.4.4 Réussir son désherbage, c'est aussi …

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1.4.5 Quid de la résistance ?

La résistance des adventices aux herbicides est un phénomène qui, malheureusement, prend de l'ampleur. Dans le monde, plus de 200 espèces d'adventices et tous les modes d'action herbicides sont concernés (source : https://www.weedscience.org/Home). Actuellement, en Europe, environ 90 % des cas de résistances sont attribués à 3 modes d'action : les FOPs et les DIMs (mode d'action 1), les sulfonylurées (mode d'action 2), les triazines et les urées (mode d'action 5). Cela concerne majoritairement les graminées adventices. En Belgique, le vulpin et le jouet du vent sont les mauvaises herbes susceptibles de poser le plus de problèmes aux céréaliers. Dans les paragraphes qui suivent, il ne sera question que des graminées résistantes.

- **En quoi consiste la résistance ?**

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

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

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

• Prévenir l'apparition de résistances

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

Quelques conseils :

- dans la mesure du possible, proscrire la monoculture et promouvoir l'introduction d'une culture de printemps dans la rotation permettant de "casser" le cycle de multiplication des adventices des céréales d'hiver ;
- ne pas négliger certaines pratiques culturales : décalage de la date de semis, labour, intervention à l'interculture, faux semis ou déchaumages ;
- alterner les modes d'action herbicides dans la culture et dans la rotation. En céréales, il existe 11 modes d'action pour lutter contre les dicotylées et 4 pour lutter contre les graminées (1, 2, 5 et 15 [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.

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